

С.В.Чекалин, Г.Т.Ситпаева, В.А.Масалова

**РАССЕЛЕНИЕ
И
ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ
ДРЕВЕСНЫХ
РАСТЕНИЙ
ЕВРАЗИИ**

Том 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КОМИТЕТ НАУКИ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА БОТАНИКИ И ФИТОИНТРОДУКЦИИ

С.В.Чекалин, Г.Т.Ситпаева, В.А.Масалова

**РАССЕЛЕНИЕ И ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ЕВРАЗИИ
(субтропические, умеренные и субполярные территории)**

Том 1

Рекомендовано для опубликования
Ученым Советом РГП «Институт ботаники и
фитоинтродукции» КН МОН РК

Т.18(7)

АЛМАТЫ, 2012

УДК 58
ББК 28.5
Ч 37

Рецензенты :
доктор биологических наук М.А. Проскуряков;
доктор биологических наук Л.К.Мамонов

Ответственный редактор
академик НАН РК., доктор биологических наук
И.О.БАЙТУЛИН

Чекалин С.В.и др.

**Расселение и холодоустойчивость древесных растений Евразии
(субтропические, умеренные и субполярные территории)**

В 2-х . – Алматы: Luxe Media Group, 2012 [Чекалин С.В., Ситпаева Г.Т., Масалова В.А]
Том 1. 184 с.

ISBN 978-601-80248-9-4

На основании исследования более 600 видов родов, включающих 7 и более видов с различной шириной природного ареала, предложена концепция расселения древесных растений на субтропических, умеренных и субполярных территориях Евразии. Показано, что расселение видов рода древесных растений и их холодоустойчивость – явления взаимосвязанные, взаимно обуславливающие друг друга. Концепция расселения древесных растений положена в основу системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений.

Книга предназначена для ученых-ботаников различных специальностей (интродукция растений, флористика, фитогеография, экология растений) и для студентов-биологов высших учебных заведений.

УДК 58
ББК 28.5

ISBN 978-601-80248-9-4 (Т.1)
ISBN 978-601-80248-8-7

© Чекалин С.В., Ситпаева Г.Т., Масалова В.А., 2012
© Институт ботаники и фитоинтродукции КН МОН РК, 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Биологическая наука, как и другие научные дисциплины, представляет собой сложное древо различных научных направлений. Ботаника – один из стволов этого древа. Вместе с тем ботаника – система ветвей профилированных научных подходов, специфичных как по объектам, так и по методам исследований. Морфология и систематика растений, экология и фитогеография вместе с физиологией и биохимией являются основными «ветвями» «ствола» ботаники. Ветвью того же ствола, направленной на решение практических задач человечества, является и интродукция растений. Каждая из таких ветвей специфична, но неразрывно связана с другими ветвями «ствола» не только объектами исследований, но и единством логики ботанических явлений.

XX век был назван веком биологии. Он принес человечеству понимание генетической и молекулярной специфичности живого, понимание зависимости жизни людей от благополучия всего биологического разнообразия планеты. Такие принципиальные прорывы биологической науки были во многом обусловлены развитием исследований на «перекрестках» научных дисциплин: биологии и химии, биологии и физики, биологии и математики. На этих «перекрестках» происходило не только наполнение биологии логикой и методами точных наук, но и синтез полицисциплинарных знаний. Открытие структуры и функций молекулы ДНК как носителя генетической информации было бы невозможно без синтеза физико-химического, математического и биологического подходов, без формирования за счет такого синтеза нового молекулярно-биологического подхода.

Успехи, достигнутые биологией в XX веке за счет исследований на «перекрестках» макродисциплин, являются серьезным поводом для развития ботаники, как и других биологических наук, на «перекрестках» микродисциплин, инфраструктурных ветвевых областей знаний. Такой подход для ботаники не нов. Достаточно вспомнить, что традиционными ее разделами стали экологическая морфология, экологическая физиология, популяционная генетика и др.. Тем не менее основными векторами развития отраслей ботаники остается автономность каждого из них. Говоря о «перекрестках» ботанических микродисциплин, мы главным образом имеем в виду согласование, скоординированность развития нескольких ботанических направлений для достижения общей целевой установки. Речь идет о том, что развитие ботанических дисциплин в целом и развитие прикладных ботанических дисциплин может быть существенно ускорено параллельной ориентацией нескольких дисциплин на решение одной и той же общей задачи.

Примером такого параллельного решения одной задачи средствами нескольких ботанических дисциплин является эта книга. Исходной задачей наших исследований было выявление неполноты использования предельной холодоустойчивости видов в их природных ареалах для уточнения интродукционных прогнозов холодоустойчивости древесных растений. Решение этой задачи привело к выводу о том, что осредненно 60% видов древесных растений Евразии характеризуются более высокой холодоустойчивостью в интродукционном ареале, чем в природном. Ответы на вопросы «Откуда берутся резервы холодоустойчивости вида, скрытые в его природном ареале? Как их можно прогнозировать?» мы не нашли ни в экологии, ни в географии растений, ни во флористике. Чтобы найти ответы на эти вопросы оказалось необходимым разработать концепцию расселения древесных растений на субтропических,

умеренных и субполярных территориях Евразии, в которой были установлены зависимости между холодоустойчивостью видов рода и процессами их расселения. Эта концепция имеет флористические, фитогеографические и экологические основы, причем последние имеют геисторическую масштабность. Через призму этой концепции стало очевидно, что геохронологическая цикличность изменений климата Земли определяет и процессы расселения растений, и количественную динамичность биологического разнообразия.

Эта концепция послужила теоретической и методической основой разработки системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений Евразии, который позволяет объективно учитывать как холодоустойчивость растений, реализованную в природных ареалах, так и скрытые в природном ареале резервы холодоустойчивости.

На «перекрестке» фитогеографии и интродукции растений был поставлен вопрос о скрытых в природных ареалах видов резервах холодоустойчивости древесных растений. На «перекрестке» флористики, фитогеографии и экологии растений был найден ответ на вопрос о причинности и закономерностях наличия таких скрытых резервов устойчивости, что позволило разработать новый метод интродукционного прогнозирования. Такова реальная хронология наших исследований, обобщенных в книге. При изложении ее материалов мы сознательно отошли от последовательности событий при проведении исследований, так как уже имели представления об общей логике интересующих нас явлений, которой подчинены и флористика, и экология, и фитогеография, а вслед за ними и интродукция растений. Мы разделили материалы нашей монографии на два тома. Первый том содержит текстовую часть, а второй – табличные приложения, необходимые для обоснования теоретических и методических положений, для осуществления интродукционных прогнозов.

Выражаем глубокую благодарность сотрудникам лаборатории дендрологии РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК С.В. Набиевой, О.П. Зайченко, И.В. Бабай и А.С. Мухитдинову за техническую помощь при подготовке материалов этой книги.

Глава 1. Изменчивость климата и растительность.

Слово «температура» знакомо каждому. Каждый день, знакомясь с прогнозом погоды, мы узнаем, какая будет температура. Нам нужно знать, как сегодня или завтра будет на улице – жарко, тепло, прохладно или холодно. Это нужно знать для того, чтобы комфортно одеться. Но для многих прогноз температуры – это прямое указание к тому, что и как следует, а что не следует делать.

Что означает «тепло» и «холодно» на бытовом уровне тоже понятно каждому. А вот что стоит за этим «тепло» и «холодно»? Согласно второго начала термодинамики температура определяется как производная от энергии тела по ее энтропии [СЭС, 1979]. Это уже сложно и не всем понятно. Понятнее физическое определение температуры излагается следующим образом. «Температура – мера средней кинетической энергии молекул некоего тела. Чем выше такая энергия у данного тела, тем выше его температура. Перенос тепла от одного тела к другому представляет собой передачу движения молекул одного тела молекулам другого» [Уильямс, Уильямс, 1976].

Если человек ничего не знает или забывает о температуре, он все равно зависим от нее, как зависимы от температуры все живые организмы.

«Все физико-химические процессы, поддерживающие жизнедеятельность и обеспечивающие активность клеток зависят в большей или меньшей степени от температуры... Всякий сдвиг температуры неминуемо должен изменить темп метаболизма и нарушить исходные соотношения скоростей отдельных его составляющих. Вместе с тем нормальная работа клеток может сохраняться при довольно значительных вариациях температуры внешней среды (биокинетическая зона температурной шкалы)» [Александров, 1975, стр. 5].

Всякие обитающие на поверхности земли организмы приспособляются к температурному режиму окружающей среды, осуществляет свою жизнедеятельность «по погоде». Под погодой понимают состояние воздушной атмосферы в той или иной местности в данный момент или за ограниченный (сутки, месяц, год) промежуток времени [ГЭС, 1988]. То, что погода переменчива, известно каждому. Она меняется в течение одного дня, и от одного дня к другому, и в течение года. Погодный режим характеризуется циклическими колебаниями суточной и годовой продолжительности. Суточные изменения погоды определяются вращением Земли вокруг своей оси и чередованием дня и ночи. Годовой погодный цикл определяется обращением Земли по своей орбите вокруг Солнца, сорасположением планеты и звезды на каждый момент такого обращения [ГЭС, 1988].

Какая в данный момент в данном географическом пункте погода – холодная или теплая – зависит от теплового баланса земной поверхности. Под ним понимают сумму потоков тепла, приходящих на земную поверхность и уходящих от нее. Количественно тепловой баланс участка поверхности Земли описывается уравнением

$$R+P+LE+B=0,$$

где R – радиационный баланс земной поверхности, P – турбулентный поток тепла между земной поверхностью и атмосферой, LE – затраты тепла на испарение веществ с поверхности Земли, B – поток тепла от земной поверхности вглубь почвы или воды. Радиационный баланс участка земной поверхности составляет поглощенная прямая и рассеянная солнечная радиация, поглощенное противозлучение атмосферы («при-

ходная» часть баланса), а также потеря тепла земной поверхностью за счет собственного излучения («расходная часть») [ГЭС, 1988].

Источником тела на земной поверхности и в атмосфере планеты является прямая или преобразованная солнечная радиация. Цикличность погодного режима определяется суточной и годовой цикличность прихода солнечной радиации.

При однозначности тенденций циклических изменений погоды амплитуды таких изменений, их динамика во времени изменчивы от года к году в силу изменчивости дополнительно влияющих на погоду факторов. Объективной характеристикой погодных условий данной местности является средний многолетний погодный режим.

Многолетний режим погоды называется климатом. Термин «климат» происходит от греческого «klima» – «наклон». Имеется в виду наклон земной поверхности к солнечным лучам, что подчеркивает преобладающую роль лучистой энергии Солнца в формировании климата. На климат воздействуют несколько географических факторов, но важнейший из них географическая широта местности. Именно она характеризует «наклон» местности к солнечным лучам, а потому определяет и интенсивность, и сезонность распределения солнечной радиации. В соответствии с широтой и связанными с ней температурными характеристиками воздуха выделяются зональные типы климата: экваториальный, субэкваториальный, тропический, субтропический, умеренный, субполярный и полярный.

Экваториальный географический пояс Земли, где реализуется экваториальный климат, располагается вдоль экватора, по обе стороны от него (от 8 градусов северной широты до 11 градусов южной широты). Климатический режим отличается пониженным атмосферным давлением, мало изменчивой в году температурой воздуха (от +24 до +28 градусов Цельсия) и большим количеством равномерно распределяемых в году атмосферных осадков (более 1500 мм в год на равнинах и 6000-10000 мм в горной местности).

Субэкваториальные географические пояса Земли (Северного и Южного полушарий) расположены между экваториальным и тропическими географическими поясами. Амплитуда изменчивости температуры воздуха весьма узкая (от +20 до +30 градусов Цельсия), а годового количества атмосферных осадков – широкая (250 – 2000 мм в год). Лето влажное, а зима – сухая. В Северном и Южном полушариях «зима» и «лето» приходятся на различные месяцы года. Летними месяцами с наиболее высокими температурами воздуха в Северном полушарии являются июнь, июль и август, а в Южном полушарии – декабрь, январь и февраль. Продолжительность сухого сезона по мере удаления от экватора увеличивается с 2-3 месяцев до 8-10 месяцев.

Тропические географические пояса Северного и Южного полушарий располагаются между субэкваториальными и субтропическими географическими поясами большей частью в границах 20-30 градусов северной и южной широты. Температура воздуха от +10 градусов Цельсия зимой до +35 градусов и более летом. Территории тропических географических поясов крайне неоднородны по количеству атмосферных осадков (200-2000 мм в год). В пустынных районах тропических поясов, где выпадает минимальное количество атмосферных осадков, наблюдаются полюсы тепла – местности с максимальной на земной поверхности температурой воздуха (от +53 до +58 градусов Цельсия).

Субтропические географические пояса Северного и Южного полушарий располагаются преимущественно в пределах 30-40 градусов северной и южной широты между

тропическими и умеренными географическими поясами. Климат характеризуется преобладанием тропических воздушных масс летом и умеренных зимой. Среднемесячные температуры воздуха положительные (от +4 градуса Цельсия до +20 градусов Цельсия и выше), что допускает непрерывную вегетацию растений. Однако, в отличие от тропиков, сезонные температурные отличия велики – зимой возможны заморозки. Режимы атмосферного увлажнения также сильно варьируют (от 50 до 2000 мм в год) с выраженными сезонными различиями (либо сухое лето, либо сухая зима).

Умеренные географические пояса Земли расположены в Северном полушарии между субтропическим и субарктическим поясами (от 40 до 65 градусов северной широты), а в Южном полушарии между субтропическим и субантарктическим поясами (42-58 градусов южной широты). Умеренному климату характерна смена температурно-контрастных сезонов года с умеренно теплым летом (средняя температура воздуха наиболее теплого месяца от +10 до +25 градусов Цельсия) и прохладной или холодной зимой (средние температуры воздуха наиболее холодного месяца почти повсеместно отрицательные, а в отдельных местностях достигают -40 градусов Цельсия и ниже). Годовые суммы атмосферных осадков на окраинах материков достигают 1000-2000 мм в год, а во внутри-континентальных секторах и с приближением к субтропикам уменьшаются до 100-200 мм в год.

Субполярные географические пояса Северного и Южного полушарий специфичны как по широтным характеристикам, так и по особенностям климатического режима. Субарктический географический пояс Северного полушария располагается между умеренным и арктическим поясом в пределах от 60-65 до 67-73 градусов северной широты. Климат холодный, с продолжительностью в году безморозного периода 2-3 месяца. Средние температуры самого холодного месяца от -5 до -50 градусов Цельсия (абсолютный минимум -68 градусов Цельсия), а самого теплого от +5 до +12 градусов Цельсия. Годовое количество атмосферных осадков 300-500 мм.

Субантарктический географический пояс Южного полушария располагается между умеренным поясом на севере и антарктическим поясом на юге. Охватывает акваторию океана и некоторые острова с координатами от 58-60 до 65-67 градусов южной широты. Зимой средние температуры воздуха от -5 до -15 градусов Цельсия, летом – около 0. Годовое количество осадков около 500 мм.

Полярные географические пояса Северного и Южного полушарий Земли различаются между собой как и субполярные. Арктический пояс – самый северный географический пояс Земли. Его южную границу проводят по изотерме +5 градусов Цельсия самого теплого месяца в году (июля или августа). Пояс охватывает Северный Ледовитый океан и его побережья. Климат характеризуется низкими зимними температурами воздуха (до -40 градусов и ниже), обусловленными сильным отражающим излучением (снежный и ледяной покров) и охлаждением земной поверхности во время длительной зимней полярной ночи. Годовая сумма осадков 100-200 мм.

Антарктический географический пояс – самый южный из географических поясов Земли. Он включает в себя Антарктиду с прилегающими островами и океаническими пространствами. Границу антарктического пояса проводят по изотерме +5 градусов Цельсия самого теплого в году месяца (января или февраля). Этот географический пояс характеризуется самыми низкими зимними температурами воздуха (средние -56 градусов Цельсия, абсолютный минимум -89 градусов Цельсия). Годовая сумма осадков менее 100 мм.

Различия между Арктическим и Антарктическим, Субарктическим и Субантарктическим географическими поясами определяется двумя факторами – распространённостью оледенений в Северном и Южном полушариях Земли, соотношением площадей поверхности океана и суши. На Антарктику приходится почти 14 млн. кв. км ледников или 85,6 % от их общего современного наличия на планете. В Арктике расположены лишь 2 млн. кв. км ледников (12,5 %). Наличие в Антарктике значительно большей ледниковой поверхности определяет большее отражение солнечных лучей и, соответственно, меньшее поступление тепла в полярно-субполярные пояса Южного полушария. Вторым фактором, действующим сходно с первым, является соотношение суши и водной поверхности в Земных полушариях. В Северном полушарии на долю суши приходится 39,4 % земной поверхности, а в южном – только 19,0 %. Поверхности суши и воды обладают различной способностью к поглощению, сохранению и отдаче тепла, испарению влаги и др. Морской или океанический климат формируется в условиях преобладающего влияния на атмосферу океанических пространств. Он характеризуется относительно небольшими колебаниями температуры воздуха, его насыщенностью влагой. Наступление самых высоких и самых низких температур в сравнении с континентальными регионами запаздывает на 1-2 месяца. Континентальный климат формируется в условиях сильного воздействия на атмосферу крупных массивов суши. От морского климата отличается большей годовой и суточной амплитудой изменчивости температуры воздуха, меньшей увлажненностью. Степень континентальности климата обычно возрастает вглубь материков, где климатический режим характеризуют как резко континентальный.

Специфичность морского климата также определяется воздействием на него океанических течений. Они приносят из низких (экваториально-тропических) широт в высокие значительное количество тепла. Напротив, холодные течения из высоких широт охлаждающе действуют на климат регионов, расположенных в средних и низких широтах. Океанические течения воздействуют также и на влагооборот, способствуя образованию облаков и туманов.

На континентальных пространствах климат зависит от орографии местности, ее высоты над уровнем моря. От высоты местности над уровнем моря зависимы атмосферное давление, температура воздуха и количество атмосферных осадков. С увеличением высоты местности температура воздуха снижается. Это определяет специфичность горного климата с выраженной вертикальной зональностью, которая на нескольких километрах характеризуется такой же амплитудой изменчивости, как широтная равнинная зональность на нескольких тысячах километров.

Географические пояса Земли по особенностям климатического режима подразделяются на географические или природные зоны – участки суши с общностью температурного режима и режима увлажнения. Имеет место закономерная смена природных зон от экватора к полюсам и от океанов в глубь материков. В горах с проявлением вертикальной зональности (высотной поясности) вертикальные зоны являются неполной, но аналогией географических зон. Географическим и вертикальным зонам присущи особые типы растительности. Для обозначения специфичной совокупности сообществ растений и животных, а также среды их обитания в пределах одной природной зоны принят специальный термин – биом.

Характеристика климата, современных географических поясов Земли и их климатических режимов приведены нами по Географическому энциклопедическому

словарю [ГЭС, 1988]. В том же источнике приведена карта географических поясов и природных зон Земли. Согласно этой карте, в Арктическом и Антарктическом географических поясах выделяется тундровая природная зона с подзонами ледяных пустынь и каменистых пустынь. В Субарктическом и Субантарктическом поясах выделены 3 природные зоны (тундровая; лесотундровая и редколесий; океанических лугов) с дополнительными высотными поясами (тундрово-холоднопустынным и редколесно-тундровым). В Умеренном географическом поясе выделяются 5 природных зон – океанических лугов; лесная с подзонами тайги, смешанных лесов, широколиственных лесов; лесостепная с подзонами широколиственных лесостепей, прерий и хвойно-мелколиственных лесостепей; степная; полупустынная и пустынная. В Субтропическом географическом поясе 4 природные зоны: лесная с подзонами гемигилей, смешанных лесов, средиземноморских летнее-сухих лесов и кустарников; лесостепная с подзонами саванн и прерий; степная; полупустынь и пустынь. В Тропическом географическом поясе выделяются 3 природные зоны: лесная с подзонами постоянно влажных и сезонно влажных лесов; редколесий, саванн и кустарников с подзонами сезонно влажных саванн и редколесий, опустыненных саванн и редколесий; полупустынь и пустынь с внутриматериковой и западно-приокеанической подзонами. В Субэкваториальном географическом поясе выделены 2 природные зоны: лесная с подзонами постоянно влажных и сезонно влажных лесов; саванная с подзонами влажных высокоствольных саванн и саванных лесов, типичных саванн, опустыненных саванн и редколесий. Экваториальный географический пояс рассматривается как одна природная зона экваториальных лесов (гилей), подразделенная на 2 подзоны – постоянно влажных вечнозеленых лесов и лесов с кратким засушливым периодом.

Во всех природных зонах и подзонах Земли имеется растительность. Если в ледяных пустынях она представлена водорослями и прикипными лишайниками, мхами (на свободных от льда участках суши), то во всех остальных природных подзонах представлены сосудистые растения (Tracheophyta). Сосудистые растения - растения в органах которых имеются сосуды или трахеиды, проводящие воду, а также растворенные в ней минеральные соли, и ситовидные элементы, проводящие растворы органических веществ. Сосудистые растения появились на суше Земли не позднее 400 млн. лет тому назад (предки папоротниковидных и членистостебельных). В конце девона появились голосеменные. В карбоне преобладали древовидные папоротники, на смену которым в Перми пришли современные папоротниковидные. В карбоне же появились хвойные, получившие вместе с другими голосеменными в триасе и юре широкое распространение. Венцом эволюции растений явились цветковые (покрытосеменные), возникшие в раннюю меловую эпоху и ставшие затем господствующими во флоре Земли [БЭС, 1986]. Датировки происхождения покрытосеменных в настоящее время признаются примерными. Возможно, история цветковых растений восходит к юрскому периоду [Mauseth, 2003].

Современный температурный интервал жизнеобитания сосудистых растений составляет от -70 до +60 градусов Цельсия. Ни одно такое растение не способно соответствовать температурному режиму и экваториально-тропических и полярно-субполярных широт. Заселение растениями всей широты температурного спектра обеспечивается специализацией определенных растений в определенной географической зоне. Принят специальный термин – «зональная растительность» - «естествен-

ная растительность, характеризующая соответствующие биомы (тундру, тайгу, степь, пустыни и др.)... [БЭС, 1986, стр. 216].

Зональность растительности – проявление комплексной организации биосферы Земли. Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяется совокупной деятельностью живых организмов. Биосфера охватывает атмосферу до высоты озонового экрана, поверхности суши (до глубины 2-3 км) и океанического дна (на глубину 1-2 км), а также всю гидросферу (океаны, моря, реки, озера) планеты.

«Живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей. Для того, чтобы в этом убедиться, мы должны выразить живые организмы как нечто целое и единое. Так выраженные живые организмы представляют живое вещество, т.е. совокупность всех живых организмов в данный момент существующих, численно выраженное в элементарном химическом составе, в весе, в энергии. Оно связано с окружающей средой током атомов: своим дыханием, питанием и размножением» [Вернадский, 1965, стр. 52].

Масса живого вещества биосферы в пересчете на сухое вещество оценивается в $1,8-2,5 \times 10^{12}$ тонн. Это составляет лишь одну миллионную от общей массы биосферы.

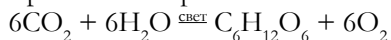
Биосферу можно также определить как сложную динамическую систему, осуществляющую улавливание, накопление и перенос энергии путем обмена веществ между живым веществом и окружающей средой [БЭС, 1986, стр. 70].

Жизнь на Земле всегда существовала в форме сложно организованных комплексов разнообразных организмов (биоценозов). Вместе с тем живые организмы, взаимодействуют друг с другом, образуют целостные динамические системы – биогеоценозы. Биогеоценоз – однородный участок земной поверхности с определенным составом живых (биоценоз) и косных (приземной слой атмосферы, солнечная энергия, почва и др.) компонентов, объединенных обменом вещества и энергии в единый природный комплекс [БЭС, 1986, стр. 62].

Зональная растительность – одно из проявлений биогеоценологической организации биосферы. Более 90 % всего живого вещества биосферы, образованного главным образом углеродом, приходится на наземную растительность (97 - 98 % биомассы суши). «Биомасса – суммарная масса особей вида, группы видов или сообщества организмов, выражаемая... в единицах массы сухого или сырого вещества, отнесенных к единице площади или объема любого местообитания» [БЭС, 1986, стр. 68].

Основной источник биогеохимической активности организмов – солнечная энергия, используемая в процессе фотосинтеза растениями, водорослями и некоторыми микроорганизмами для создания органического вещества, обеспечивающего пищей и энергией все другие организмы.

К. А Тимирязев первым сформулировал постулат, согласно которому фотосинтез – единственный процесс, с помощью которого космическая солнечная энергия улавливается и остается на Земле, трансформируется в другие формы энергии. Лучистая энергия солнечного излучения превращается в химическую энергию углеводов [Полевой, 1989]. Общее уравнение фотосинтеза растений имеет вид



Фотосинтез – это процесс трансформации поглощенной организмом энергии света в химическую энергию органических соединений, исходными составляющими которых являются углекислый газ и вода. Фотосинтез лежит в основе

формирования «живого вещества» через первичное формирование фитомассы – биомассы растительности.

Продуктивность фитомассы современных биотопов суши приведена в таблице 1.1. В этой же таблице приведены характеристики радиационного баланса, среднее годовое количество атмосферных осадков и длительность в году сезона вегетации растений в этих биомах. Последняя характеристика контрастно различается у полярных и влажных экваториальных биомов. В первых растения способны осуществлять активную жизнедеятельность только один месяц в году. Во вторых – круглогодично. Годовая продукция фитомассы во влажных экваториально-тропических биомах в 10 раз и более превышает этот показатель полярно-субполярных биомов.

Такие контрастные различия по годовой продукции фитомассы обусловлены различной продолжительностью в различных биомах сезона вегетации растений. Средние за один месяц вегетации продуктивности фитомассы в субполярных и влажных экваториальных биомах отличаются лишь в 1,5-2 раза.

Корреляционный анализ [Лакин, 1980] с достоверностью более 99 % показывает, что средняя продуктивность фитомассы биомов за один месяц вегетации зависима от степени увлажненности условий произрастания биома, учитываемой через годовое количество атмосферных осадков:

$$MPP_i = 0,0025W_i + K,$$

где MPP_i – месячная продуктивность фитомассы в i -том биомах (тонн/га, месяц), W_i – годовое количество атмосферных осадков (мм), K – поправочный коэффициент, зависимый от уровня радиационного баланса в биомах: при радиационном балансе от 30 до 55 ккал/кв.см $K = 0,55$; при радиационном балансе более 55 ккал/кв. см $K = -0,2$. Приведенные значения поправочного коэффициента показывают, что при равном количестве атмосферных осадков при радиационном балансе менее 55 ккал/кв.см месячная продуктивность фитомассы на 0,75 т/га больше, чем при радиационном балансе более 55 ккал/кв.см.

В умеренно-субтропических биомах с радиационным балансом более 30, но менее 55 ккал/кв. см продолжительность сезона вегетации растений в году (S , месяцы) определяется радиационным балансом (R_b , ккал/кв.см):

$$S = 0,16 R_b - 1,0.$$

В этих биомах годовая продуктивность фитомассы (YPP , т/га, год) описывается уравнением

$$YPP = (0,16 R_b - 1) (0,0025W + 0,85).$$

В биомах с радиационным балансом более 55 ккал/кв.см корреляция между уровнем радиационного баланса и продолжительностью сезонной вегетации растений в году отсутствует. В этих условиях длительность сезона вегетации растений в году лимитируется не недостатком тепла, а недостатком атмосферной влаги:

$$S = 0,003W + 7,8,$$

где S – длительность в году сезона вегетации растений (месяцы), W – годовое количество атмосферных осадков (мм). Годовая продуктивность фитомассы в таких биомах зависима только от годового количества атмосферных осадков:

Таблица 1.1. Продуктивность фитомассы в современных биомах суши Земли [по ГЭС, 1988]

Биомы	Радиационный баланс, ккал/кв.см	Среднее годовое количество атмосферных осадков, мм	Длительность в году сезона вегетации растений, месяцы	Продукция фитомассы, тонн/га	
				Годовая	За один месяц вегетации
Полярные каменистые пустыни	7	110	1	0,7	0,7
Тундры	15	240	1	2,5	2,5
Лесотундры	22	300	2	3,5	1,7
Тайга	30	370	3,3	7	2,1
Смешанные умеренные леса	37	450	4,7	10	2,1
Умеренные широколиственные леса	45	540	5,7	12	2,1
Лесостепи	44	380	5,7	11	1,9
Степи	46	300	6,3	9	1,4
Прерии	52	500	7,7	14	1,8
Влажные субтропические леса	50	850	7,3	24	3,3
Субтропические и тропические редколесья	65	500	10,7	15	1,4
Субтропические и тропические кустарники	60	350	10	10	1
Полупустыни	50-70	200	8,7	4	0,5
Пустыни	50-70	100	8	2	0,2
Типичные саванны	75	650	7,3	12	1,6
Сухие саванны	72	400	7,3	7	1
Переменно-влажные тропические леса	70	900	12	32	2,7
Постоянно влажные тропические леса	73	1400	12	40	3,3

$$YPP = (0,003W + 7,8) (0,0025W + 0,1) = 0,000075W^2 + 0,0198W + 0,78,$$

где YPP – годовая продуктивность фитомассы, (т/га, год), W – годовое количество атмосферных осадков (мм).

Приведенные зависимости продуктивности фитомассы показывают, что удельный (месячный) синтез органического вещества в биомах не зависит от радиационного баланса. Там, где имеет место зимняя приостановка вегетации растений, радиационный баланс определяет продолжительность в году сезона вегетации, и через величину этой характеристики влияет на годовую продукцию фитомассы. В биомах с радиационным балансом более 55 ккал/кв.см продуктивность фитомассы независима от радиационного баланса.

Радиационный баланс характеризует поступление лучистой солнечной энергии на поверхность Земли. Солнечный свет обеспечивает энергией процессы фотосинтеза. Независимость удельной продуктивности фитомассы зональной растительности от радиационного баланса – индикатор того, что растительность каждого биома высоко адаптирована к характерному здесь уровню солнечного освещения. В биомах с различным поступлением солнечной энергии удельная продуктивность фитомассы может быть одинаковой только в том случае, когда в биомах с меньшим радиационным балансом усвоение солнечной энергии фитосинтезом больше, чем в биомах с более высоким радиационным балансом. Если учесть, что меньшему радиационному балансу соответствует и более «прохладный» температурный режим, можно заключить: зональная растительность столь высоко адаптирована к световому и температурному режиму биома, что биомах с различным радиационным балансом характеризуются одинаковой удельной продуктивностью фитомассы; чем ниже радиационный баланс в биомах, тем с большим коэффициентом полезного действия растения осваивают лучистую энергию солнца.

Такое уникальное соответствие свойств зональной растительности абиотическим условиям биома – продукт эволюционного процесса. Однако это соответствие в геологическом масштабе явление не постоянное, а временное. Речь идет о том, что в последние 400 млн. лет, когда на Земле имела сухопутная растительность, климатические режимы одного и того же участка суши, а также географического пункта с заданными широтными характеристиками постоянно изменялись. Это было связано как с движением материков, так и с глобальными изменениями климатических характеристик Земли.

Гипотеза дрейфа материков была предложена Ф. Тэйлором и А. Вегенером в начале XX века. Суть этой гипотезы в том, что она предполагает крупные горизонтальные перемещения континентальных массивов суши Земли. Основаниями этой гипотезы послужили сходства очертания берегов континентов по обе стороны Атлантического океана, установление по палеонтологическим данным сухопутной связи между Бразилией и Африкой [Вегенер, 1925]. Гипотеза дрейфа материков была подтверждена и теоретически обоснована теорией тектоники литосферных плит, базирующейся на представлениях о том, что частично расплавленное вещество мантии земли, поднимаясь из глубоких недр, расталкивает океаническое дно в разные стороны. Поднимающееся расплавленное мантийное вещество заполняет рифтовую трещину, застывает в ней, наращивая таким образом расходящиеся края океанической коры. Континенты плывут в мантийном материале [Heis, 1962].

Тектоника литосферных плит в настоящее время является общепризнанной. Разработаны палеогеографические карты расположения суши на различных этапах истории Земли [Ушаков, Ясманов, 1984]. Анализ таких картографических материалов показывает, что один и тот же участок суши в различные геологические эпохи имел различные широтные характеристики. Территории Казахстана, например, за 420 млн. лет сместились в северном направлении на 70 градусов (таблица 1.2.), располагаясь в этот период и в экваториальном, и в тропическом, и в субтропическом, и в умеренном географических поясах. Еще больше (на 100 градусов широты) за этот период сместилась территория Сибири (таблица 1.3.). Этот континентальный участок занимал все возможные «поясные» положения – от экваториального до полярного. Очевидно, что вместе с такими глобальными смещениями территорий Казахстана, Сибири,

других континентальных участков происходили столь же глобальные, зависимые от широтного положения, изменения климата и температурного режима. Представления о дрейфе материков положены в основу понимания флорогенетических процессов Земли [Тахтаджян, 1978], однако до настоящего времени при этом главное внимание уделяется геосторической пространственной сопряженности участков суши, но не связанным с дрейфом материков изменениям климата.

Таблица 1.2. Широтное расположение территорий современного Казахстана по палеогеографическим данным (по Ушаков, Ясманов, 1984)

Геохронологические характеристики		Датировки млн. лет тому назад	Географическая широта, градусы	
Эра	Период		Северная	Южная
Палеозой	Средне-поздний ордовик	417 + 12,5	-	8 – 27
	Средне-поздний девон	365 + 10,0	14 – 30	-
	Ранне-средний карбон	323 + 10,0	17 – 32	-
	Поздний карбон – начало Перми	280 + 10,0	25 – 38	-
Мезозой	Поздний триас	230 + 10,0	37 – 50	-
	Поздняя юра	190 + 5,0	32 – 45	-
	Поздний мх	66 + 3,0	40 – 53	-
Кайназой	Современность	0	42 – 55	-

Таблица 1.3. Широтное расположение территорий современной Сибири по палеогеографическим данным (по Ушаков, Ясманов, 1984)

Геохронологические характеристики		Датировки млн. лет тому назад	Географическая широта, градусы	
Эра	Период		Северная	Южная
Палеозой	Средне-поздний ордовик	417 + 12,5	34	10
	Средне-поздний девон	365 + 10,0	28 – 62	-
	Ранне-средний карбон	323 + 10,0	35 – 81	-
	Поздний карбон – начало Перми	280 + 10,0	30 – 78	-
Мезозой	Поздний триас	230 + 10,0	50 – 90	-
	Поздняя юра	190 + 5,0	45 – 81	-
	Поздний мх	66 + 3,0	50 – 88	-
Кайназой	Современность	0	52 – 78	-

Климат одной и той же географической точки Земли был бы глобально изменчивым и при отсутствии тектонического движения материков. Причина тому – циклич-

ная изменчивость интенсивности поступления на поверхность Земли солнечной радиации. Разработка астрономической теории циклической изменчивости климата Земли изначально служила объяснением механизма ледниковых периодов – эпох похолодания с образованием огромных массивов льда на суше и на морях.

В опубликованной в 1842 году книге «Революции океана» Жозеф Альфонс Адемар [Adhemar, 1842] предложил идею о том, что в роли главных возбудителей древних оледенений могли выступать нарушения в закономерном ходе обращений Земли вокруг Солнца. Еще раньше, с XVII века было известно, что земная орбита имеет форму не круга, а эллипса. Было также известно, что ось вращения Земли на 23,5 градуса отклонена от перпендикуляра, опущенного на плоскость орбиты, и что смена сезонов года происходит потому, что в ходе движения Земли по ее орбите ориентировка этой оси остается постоянной. Так что, когда северный полюс оказывается обращенным к Солнцу, в северном полушарии наступает лето, а когда он обращен в противоположную сторону – зима. В процессе годичного движения по эллиптической орбите, Земля то несколько приближается к Солнцу, то удаляется от него. Каждый год 3 января Земля достигает перигелия, т.е. точки орбиты, которая расположена на кратчайшем расстоянии от Солнца, а 4 июля она оказывается в афелии, лежащем на наибольшем удалении от Солнца. Расстояние между Землей и Солнцем в афелии на 4,8 млн. км больше, чем в перигелии.

Каждый сезон года начинается в момент прохождения Землей точки орбиты, называемой кардинальной. Таких точек четыре. 21 декабря знаменует начало астрономической зимы в северном полушарии, так как в это время северный полюс сильнее всего отклоняется от Солнца, а световой день во всем полушарии имеет минимальную продолжительность. Эта точка орбиты называется зимним солнцестоянием для северного полушария. В южном полушарии 21 декабря называют летним солнцестоянием. Там это самый длинный день в году и с него начинается астрономическое лето. 21 июня Земля достигает противоположной кардинальной точки, в которой лето начинается в северном полушарии, а зима в южном. В этот момент северный полюс наклонен в сторону Солнца. Два раза в году, 20 марта и 22 сентября, оба полюса Земли оказываются на равном расстоянии от Солнца. В эти дни в любой точке земного шара светлое время суток по своей продолжительности равно темному, в связи с чем соответствующие кардинальные точки получили название равноденствий. В северном полушарии весеннее равноденствие (20 марта) означает начало астрономической весны, а осеннее равноденствие (22 сентября) является началом осени. В южном полушарии, естественно, начала этих сезонов меняются местами.

Ориентировка северного полюса Земли относительно звезд непостоянна. Ось вращения Земли испытывает своеобразное качание, подобное периодическим отклонениям верхушки запущенного волчка. Это движение получило название процессии, или предварения равноденствий. Еще в 1754 году Ж. А. Д. Аламбер доказал, что явление процессии объясняется воздействием на Землю гравитационных полей Солнца и Луны.

В результате процессии кардинальные точки испытывают медленное смещение по орбите Земли. Одновременно с этим движением и независимо от него происходит вращение и самой эллиптической орбиты планеты в той же плоскости, но в противоположном направлении. Фактическое смещение кардинальных точек по орбите представляет собой результат сложения этих двух процессов. Д. Аламбером было показано,

что полный цикл смещения равноденствий занимает 22 тыс. лет. Если сейчас зимы в северном полушарии начинаются, когда Земля находится на ближайшем к Солнцу конце эллиптической орбиты, то 11 тыс. лет назад она начиналась в противоположных условиях, когда Земля оказывалась на максимальном удалении от Солнца, на другой стороне эллипса. А вот 22 тыс. лет назад зимы в северном полушарии начинались как и сейчас при минимальном удалении от Солнца.

Ж. А. Адемар на основании представлений Д. Аламбера, предположил, что изменение температурного режима Земли являются функцией 22 000-летнего цикла смещения равноденствий, при чем похолодания должны поочередно, через каждый полуцикл в 11 тыс. лет, охватывать то одно полушарие, то другое, в зависимости от того, приходится ли зимы на максимальное или минимальное удаление планеты от Солнца.

А. Гумбольдт в 1852 году показал ошибочность идеи о поочередном нагревании и охлаждении земных полушарий. В том смысле, что годовое поступление солнечной энергии на земную поверхность за год в обоих полушариях равно. Как следует из расчетов Д. Аламбера, то что было недополучено в сезон года с максимальным удалением от Солнца, компенсируется в сезон года с минимальным удалением от звезды.

Модификация астрономической теории изменений климата связана с именем Дж. Кроля. В 1864 году он познакомился с книгой Ж. А. Адемара «Революция океана» и счел идею об астрономических механизмах изменчивости климата здравой и плодотворной. Если Ж. А. Адемар построил свою теорию на одних лишь прецессионных качаниях земной оси, то Дж. Кроль обратил внимание на то, что изменения климатического режима Земли могут быть обусловлены изменчивостью орбиты вращения планеты вокруг Солнца. К тому времени было доказано, что степень удлиненности земной орбиты, определяемая астрономами как «эксцентриситет», испытывает медленные, но непрерывные изменения. Земля испытывает притяжение со стороны планет солнечной системы, и это притяжение искажает нормальную форму ее эллиптической орбиты. Так как каждая планета вращается вокруг Солнца со своей собственной скоростью, суммарное притяжение, оказываемое на Землю всеми планетами, испытывает сложные, но предсказуемые изменения во времени. Эксцентриситет орбиты – соотношение расстояния между фокусами эллипса к размеру его длинной оси, выражаемая в процентах. В настоящее время земная орбита вытянута очень незначительно (эксцентриситет около 1 %), однако за последние сто тысяч лет значение эксцентриситета колебались от 0 до 6 %. Дж. Кроль установил, что изменение эксцентриситета имеет циклический характер: интервалы с высокими его значениями, длящиеся несколько десятков тысяч лет, чередуются со значительно более продолжительными интервалами низких значений эксцентриситета. Дж. Кроль так же доказал, что хотя изменения эксцентриситета не влияют на суммарное годовое поступление на земную поверхность солнечной энергии, изменения эксцентриситета существенно влияют на сезонное поступление солнечной радиации в различные сезоны года – зимой и летом.

Дж. Кроль предположил, что орбитальные изменения играют роль триггера, или спускового крючка, приводящего в действие особые механизмы климатической системы: климатический эффект астрономически обуславливаемых изменений инсоляции испытывает двойное усиление и через обратные связи температур со снежным покровом, и через изменения в теплообмене между полушариями Земли, связанными со смещением океанических течений. По его расчетам, решающую роль в изменении

прихода солнечной энергии за зиму играет явление предварения равноденствий. В результате прецессионных циклов каждые 11000 лет зимы одного полушария оказывались холоднее зим другого. Вместе с тем Дж. Кроль показал, что эффективность прецессионных качаний как инструмента изменения сезонных температур определяется текущим состоянием земной орбиты. Теория Кроля использовала два астрономических фактора – прецессионные циклы и циклы изменения орбиты Земли. Его теория предсказывала, что условия для начала похолодания в одном полушарии могут появиться тогда, когда произойдет совпадение двух условий: высокой степени эксцентриситета орбиты и расположения кардинальной точки зимнего солнцестояния на максимальном удалении от Солнца. Дж. Кроль подразделил геохронологию на ледниковые эпохи (периоды похолодания) и межледниковые эпохи. Отдельные оледенения продолжаются по 10 тысяч лет и образуются сначала в одном полушарии, потом во втором – в ответ на 22000-летние ритмы процессии. Согласно его представлениям, последняя ледниковая эпоха началась около 250 тысяч лет назад и закончилась 80 тысяч лет назад.

В 1875 году Дж. Кроль опубликовал монографию «Климат и время» [Croll, 1875]. В которой обобщил свои представления о причинах оледенений, а также дополнил их возможными эффектами воздействия еще одного астрономического фактора – колебаний наклона земной оси к плоскости эклиптики. Этот наклон изменяется от 22 до 25 градусов. По гипотезе Дж. Кроля, развитию оледенения благоприятствуют минимальные углы наклона оси, так как с ее приближением к вертикали количество солнечного тепла поступающее в полярные области, должно уменьшаться.

К концу XX века было показано, что предложенная Дж. Кролем астрономическая теория изменчивости климата на Земле не работает: последнее оледенение имело место на Земле позднее чем 80 тысяч лет тому назад, как следовало из теории Дж. Кроля.

Разработку астрономической теории изменения климата Земли продолжил М. Миланкович. Как Дж. Кроль, он считал, что климат нашей планеты зависит от трех астрономических факторов – эксцентриситета, процессии и наклона оси вращения планеты. Еще в 1920 году М. Миланкович опубликовал книгу «Математическая теория тепловых явлений, обусловленных солнечной радиацией» [Milankovitch, 1920]. Им была разработана методика расчета инсоляции для любой широты местности и любого сезона года. Ее использование показало, что каждый широтный пояс Земли и каждый сезон года имеют специфическую историю радиационного климата. Это обусловило вопрос о том, изменения климата на какой широте и в какой сезон года имеет значение для глобальных изменений климата планеты. Ж. А. Адемар и Дж. Кроль полагали, что такую критическую роль играет инсоляция, получаемая высокими широтами в зимний период. По совету В. П. Кепшена, М. Миланкович принял за «критическую точку» температурный режим летнего периода в умеренных широтах. М. Миланковичем были осуществлены расчеты инсоляции на 55, 60 и 65 градусах северной широты за последние 650 тысяч лет. Графически обобщенные, эти расчеты были включены в книгу В. П. Кепшена и А. Вегенера по климатам прошлого [Korpen, Wegener, 1924]. Рассчитанные М. Миланковичем минимумы летней инсоляции совпадали с раскрытой к тому времени историей оледенений в Альпах. В последствии М. Миланкович выполнил такие же расчеты и для низких широт. Миланкович установил математическую зависимость между летней инсоляцией и высотой

расположения снеговой линии (высота над уровнем моря выше которой летнее таяние не способно «растопить» выпавший за зиму снег). Эта математическая зависимость стала инструментом обратных связей между площадью снежного покрова и отражательной способностью Земли.

Основные положения астрономической теории изменения климата Земли М. Миланковича были следующими: уменьшение угла наклона оси вращения планеты должно снижать летнюю инсоляцию, а сокращение удаленности Земли от Солнца в то или иное время года – увеличивать ее. Сила влияния на инсоляцию этих двух факторов закономерно, но неодинаково меняется с широтой местности. Влияние периодических изменений наклона земной оси, для которых характерна 41000-летняя цикличность, наиболее сильно у полюсов и постепенно ослабевает к экватору. И наоборот, влияние 22000-летних циклов предварения равноденствий, означающих периодические изменения расстояния от Земли до Солнца, является слабым у полюсов и усиливается с приближением к экватору. Изменения климата планеты в целом зависят от взаимодействия циклических процессов. М. Миланкович отмечал, что фактические глобальные изменения климата могут на 5 тысяч лет запаздывать от расчетных из-за инертности явления, связанной с процессами таяния льда [Milankovitch, 1941].

Потребовалось еще 35 лет для развития методических основ геохронологии и палеоклиматологии чтобы фактическими данными подтвердить и уточнить астрономическую теорию изменения климата Земли. [Имбри, Имбри, 1988]. Новые подходы позволили уточнить цикличность преобразующих климат процессов. Главным из них является изменение эксцентриситета с 100000-летней цикличностью. Следующим по степени влияния являются циклы изменений наклона земной оси, длящиеся 42-43 тысячи лет. Цикличность предварения равноденствия двойственная. Главные циклы процессии имеют длительность 23 тысячи лет, а второстепенные – 19 тысяч лет. Также выявлена 2500-летняя периодичность «цикла малого ледникового периода», астрономическое содержание которого пока не установлено. Возможно, что цикл малого ледникового периода связан с динамикой солнечной активности. С этим фактором могут быть связаны и более длительные чем 100 тыс. лет цикличности. Глобальные изменения климата Земли определяются наложением всех обсужденных циклических процессов.

На основании астрономической теории изменения климата разработан прогноз на ближайшие 25 тысяч лет. Согласно этому прогнозу, потепление, являющееся следствием цикла малого ледникового периода и ставшее ощутимым после 1700 года, должно смениться похолоданием новейшего астрономического цикла. На протяжении ближайшей тысячи лет глобальные температуры будут расти. Уже сейчас они приближаются к максимальным за последние 150 тыс. лет. Возможно они будут еще существенно выше из-за воздействия парникового эффекта, связанного с накоплением техногенного углекислого газа в атмосфере. Существенность такого парникового эффекта можно будет оценить по изменению температурного режима в первой половине XXI века. Если эффект будет столь существенным как предполагают, он может продлить период потепления еще не одну тысячу лет. Затем, когда цикличность и астрономических изменений климата, и малого ледникового периода будут действовать в одном направлении, возобладает длительная тенденция к похолоданию, которая будет усиливаться следующие 22 тысячи лет и может привести к новой ледниковой эпохе [Имбри, Имбри, 1988].

Насколько существенны изменения климата Земли, обусловленные цикличностью процессов инсоляции, позволяют судить палеоклиматические реконструкции [Ушаков, Усманов, 1984]. По этим данным (таблица 1.4.) следует, что в различные геологические эпохи от ордовика до современности на 60-м градусе северной широты климат суши изменялся от тропического до субполярного. Наиболее теплым климат был в девоне (около 365 млн. лет тому назад), а наиболее холодным в ордовике (около 420 млн. лет тому назад), в карбоне (280 лет тому назад), и в современности

Таблица 1.4. Палеоклиматические характеристики суши Земли на 60-м градусе северной широты (по Ушаков, Ясманов, 1984)

Геохронологические характеристики		Датировки млн. лет тому назад	Характер климатического режима
Эра	Период		
Палеозой	Средне-поздний ордовик	417 + 12,5	Умеренно-субполярный
	Средне-поздний девон	365 + 10,0	Субтропическо-тропический
	Ранне-средний карбон	323 + 10,0	Субтропический
	Поздний карбон – начало Перми	280 + 10,0	Умеренно-субполярный
Мезозой	Поздний триас	230 + 10,0	Субтропический
	Поздняя юра	190 + 5,0	Субтропический
	Поздний мез	66 + 3,0	Субтропическо-умеренный
Кайназой	Современность	0	Субполярно-умеренный

Изменения климата Земли не только кардинальны, но и скоротечны при геологическом отчете времени. Если принять за «год» время существования сосудистых растений на нашей планете, то каждые «два дня» сменялись малые ледниковые периоды, а каждые «три месяца» сменялись циклы глобального изменения климата, обусловленные 100000-летним циклом изменения эксцентриситета Земли. При такой скоротечности климатических изменений растительности Земли не оставалось ничего иного как уподобиться Черной Королеве из общеизвестной сказки «Алиса в Зазеркалье». Эта Королева должна была все время бежать, чтобы оставаться на одном и том же месте. «Гипотезу Черной Королевы» предложил Л. Ван-Вален и она состоит в том, что среда обитания постоянно изменяется и организмам необходимо постоянно «заново» адаптироваться к ней. Такая адаптация происходит, но она не абсолютна. Как показал Л. Ван-Вален на морских беспозвоночных животных, за последние 400 млн. лет число родов анализируемой группы организмов (Pelecypoda) сократилась с 900 до 2. Причем такое сокращение разнообразия оказывается прямо пропорциональным времени [Левонтин, 1981]. При линейном характере зависимости от времени процесса вымирания представителей одной систематической группы организмов этот процесс неравномерен в геологическом времени для всего разнообразия организмов. За последние 50 млн. лет проявляются четыре пика вымирания и четыре пика увеличения разнообразия живых организмов на Земле. Три из четырех пиков «вымирания» приходится на периоды с минимальной температурой на поверхности Земли с раз-

витием оледенений. На такие периоды «похолодания» приходятся и минимумы возникновения новых семейств организмов [Ушаков, Ясманов, 1984].

Можно сказать, что геисторические периоды глобального похолодания являются критическими для разнообразия живых организмов Земли, включая растения. Чтобы устоять в условиях глобального похолодания у организмов есть только две альтернативы: либо успеть сместиться в географическом пространстве до территорий, на которых температурный режим окажется таким же, как был до похолодания, либо устоять в холодовом стрессе за счет ранее не использованной устойчивости к низким температурам. Об устойчивости растений к низким температурам речь пойдет в 7 и 8 главах нашей книги. Чтобы понять механизмы и возможности «убегания» растений от холодных стрессов, необходимы представления о географическом расселении растений, об их ареалах. Об этом следующая глава нашей книги.

Глава 2. Ареалы и хорионы растений

Обсуждая в Главе 1 зональность растительности, мы отмечали, что ни одно сосудистое растение не способно осуществлять свою жизнедеятельность и в экваториальных, и в субполярных широтах. Как широка географическая и, соответственно, климатическая специализация таксономических групп? Ответы на эти вопросы являются предметом научной дисциплины «биогеография».

«Биогеография... - наука о закономерностях распространения и распределения по земному шару сообществ живых организмов и их компонентов – видов, родов и других таксонов растений, животных, грибов и микроорганизмов... В различных разделах современной биогеографии разрабатываются проблемы географии организмов и биоценозов. Так ареалогическая биогеография устанавливает области распространения различных видов, изучает особенности размещения их в пределах ареала на основе чего составляются справочные и кадастровые карты. Региональная биогеография занимается флористическим районированием, экологическая биогеография исследует биомассу, биологическую продуктивность и роль организмов в жизни сообществ различных географических областей. Историческая биогеография изучает влияние прошлого Земли на распространение сообществ и образующих эти сообщества видов организмов...» [БЭС, 1986, стр. 61].

В первом приближении для оценки экологической амплитуды таксона достаточно ареалогической биогеографии. «Ареал (от латинского *area* – площадь, пространство) – часть земной поверхности (территории или акватории), в пределах которой распространены и проходит полный цикл своего развития данный таксон (вид, род, семейство и пр...)» [БЭС, 1986, стр. 35]. Зная территориальное распространение таксона и экологические характеристики этой территории мы будем знать и абсолютные характеристики, амплитуды экологических факторов, в которых протекает жизнедеятельность таксона. Такие характеристики будут достоверны, но не абсолютны. В первой главе мы показали, что экологические, в частности климатические характеристики местности существенно изменчивы в геологическом времени. В геологическом времени изменчив и ареал таксона. Это следует из общих представлений о флорогенезе.

«Флора... – исторически сложившаяся совокупность таксонов растений, произрастающих или произраставших в прошлые экологические эпохи на данной территории» [БЭС, 1986, стр. 675].

«Историческое развитие флоры непосредственно обусловлено процессами видообразования, вытеснением одних видов растений другими, миграциями растений, их вымиранием и т.д. Каждой флоре присущи специфические свойства – разнообразие составляющих ее видов (богатство флоры), возраст, степень автохтонности, эндемизм и др. Различия между флорами определенных территорий объясняются в первую очередь геологической историей каждого региона, а также отличиями в орографических, почвенных и особенно климатических условиях» [БЭС, 1986, стр. 676].

Исторический динамизм ареала таксона и экологических характеристик в его пределах предполагает рассмотрение территорий расселения таксона в геоисторических (временных) срезах. Так, как таксон расселен сегодня – это его современный ареал. Так, как он был расселен до этого – палеоареалы, которые в различное геоисторическое время могли иметь совершенно различные и географические, и экологические

характеристики. По мнению Л. Бербанка, сформулировавшего эколого-историческую закономерность устойчивости организмов, стрессоустойчивость таксона зависима не только от его собственной истории, но и от истории его филогенетических предков [Бербанк, Хилл, 1939]. Тем самым историческое прошлое, влияющее на современную устойчивость таксона к экологическим факторам предполагается еще более дальним, захватывающим более глубокие палеонтологические слои. Это область исторической биогеографии.

Историческая биогеография реконструирует палеоареалы растений путем палеофлористического районирования, которое подразделяет территории суши Земли на «хорионы» (Turrill, 1958) или «фитохории». Термин «хорион» происходит от греческого *choro* (иду вперед, двигаюсь, распространяюсь) и подчеркивает историческую обусловленность расселения организмов. Фитохории рассматриваются как иерархическая система, в которой высшие, географически более широкие категории, включающие в себя низшие, пространственно более ограниченные. Высший хорион «царство» включает в себе более низшие хорионы «области» и т.д.

«Палеофлористическое районирование – анализ распределения различных типов флор на Земле в прошлые геологические эпохи. Производятся преимущественно по таксономическому составу ископаемых растений, иногда учитываются предполагаемые типы растительности и палеоклиматические характеристики соответствующих территорий... Для девона – времени становления наземной растительности – пока не удастся определить четких фитохорий. Но уже с начала карбона отчетливо выделяются 3 палеофлористические царства: Ангарское (преобладали сначала плауновидные, затем кордаитовые), охватывавшее Сибирь, Восточный Казахстан, Монголию; Евроамериканское (характерны древовидные плауновидные, каламиктовые, папоротники, птеридоспермы), занимавшее Европу, Северную Америку, Северную Африку, Анатолию, Центральный Казахстан, Среднюю Азию; Гондванское (преобладали сначала папоротниковидные и плауновидные, затем глоссоптериды), располагавшееся на материках Южного полушария и полуострове Индостан, составлявших в позднем палеозое единый континент – Гондвану. Первое из царств примерно соответствовало поясу умеренно теплого климата Северного полушария, второе – тропическим и субтропическим поясам, третье – умеренному поясу Южного полушария. К концу Перми в связи с нарастающей дифференциацией климата, в том числе с появлением в Северном полушарии широкого аридного пояса, названные царства разделялись на все большее число фитохорий. В начале триаса количество фитохорий резко уменьшается, а с середины триаса палеофитная флора сменяется мезофитной. На месте Ангарского царства возникает Сибирская, а затем Сибирско-Канадская флористические области (преобладание гинговых, чекановскиевых, подозамитов, различных папоротников), на месте Евроамериканского царства – Индо-Европейская или Экваториальная область (разнообразные цикадофиты и хвойные, древовидные папоротники). К середине мезозоя различия гондванских флор и более северных сглаживаются. В составе мезофитных флор Индостана, Южной Америки, Антарктиды и других частей распавшейся Гондваны отсутствуют чекановскиевые, сосновые, редко встречаются гинговые. Флоры умеренного пояса в Южном полушарии обнаружить не удалось. В кайназое, характеризующемся господством современных групп покрытосеменных, при постепенном общем похолодании, приведшим к оледенению, состав фитохорий и их расположение постепенно приближается к современному» [БЭС, 1986, стр. 442].

В изложенном выше конспекте результатов палеофлористического районирования суши Земли есть один важный момент для оценки специализации растений по климатическому режиму. Палеорайонирования дифференцируют флоры на субтропическо-тропические и умеренные. Это позволяет предположить как минимум две климатические специализации растений – теплолюбивые (субтропическо-экваториальные) и холодостойкие (растения умеренного климата).

К сожалению, как отмечает А. Л. Тахтаджян [1987], по преобладающим в современной растительности Земли цветковым растениям палеонтологические данные очень ограничены. Они не позволяют с достаточной достоверностью реконструировать палеоареалы не только видов, но и родов, и даже семейств. Поэтому приходится судить о геисторических событиях расселения цветковых растений по их современной дислокации на планете.

В этих целях используется региональная биогеография, в частности современное флористическое подразделение территорий.

«Флористическое районирование – разделение поверхности Земли на регионы, различающиеся главным образом по составу эндемичных таксонов и истории становления и развития флор» [БЭС, 1986, стр. 676].

Эндемики, эндемы (от греческого *endemos* – местный) – таксоны животных и растений, ограниченные в своем распространении относительно небольшой географической областью. Развитию эндемизма способствуют географическая изоляция, климатические и эдафические (почвенные) условия, биотические факторы (паразитизм, конкуренция и т.п.). Чаще всего эндемы встречаются на островах океанического происхождения и в горных районах. Различают палеоэндемики – реликтовые исчезающие таксоны, и неоэндемики – прогрессивные молодые таксоны [БЭС, 1986].

Принимая в качестве главного критерия эндемизм, флористическое районирование направлено на установление флорогенетических и филогенетических отличий, свойственных определенным территориальным пространствам. «Флористическое районирование строится по иерархическому принципу: выделяются взаимоподчиненные пространственные единицы (фитохории) различного ранга: царства, области, провинции, округа и др. Основой флористического районирования служит сравнительное изучение распространения различных систематических групп растений (в основном цветковых и папоротниковидных, как лучше изученных) в результате миграций и географической изоляции. Чем выше ранг единиц флористического районирования, тем по более высоким таксонам они разграничиваются, например для флористических царств характерно наличие эндемичных семейств, подсемейств, триб, для областей – эндемичных родов и т.п. При проведении границ между отдельными царствами (областями, округами и др.) большое значение имеет статистический анализ флоры и учет палеогеографических (в основном с мелового периода) характеристик соответствующих территорий, а также взаимосвязь флористического районирования с геоботаническим и ландшафтным районированием...» [БЭС, 1986, стр. 676].

Высшей хориономической категорией является царство. Для царств характерны эндемичные семейства, подсемейства и трибы, очень высокий родовой и видовой эндемизм. В настоящее время принято деление суши Земли на 6 царств: Голарктическое, Палеотропическое, Неотропическое, Капское, Австралийское и Антарктическое. Это деление хорошо отражает основные типы флор и утвердилось в фитогео-

графии. Однако границы флористических царств постоянно уточняются и иногда подвергаются существенным изменениям [Тахтаджян, 1978].

Царства подразделяются на области, которые устанавливаются на основании наличия высокого родового и видового эндемизма. Число областей в различных флористических системах колеблется от 29 до 43. Области подразделяются на провинции, для которых характерен видовой эндемизм. Число провинций по мнению различных ученых составляет от 102 до 147.

Низшей хорологической категорией флористической системы является округ (или район), характеризующийся главным образом подвидовым эндемизмом [Тахтаджян, 1978]. Следует отметить, что современные представления о внутривидовом разнообразии далеко не четкие. На практике классификация флористических округов и районов осуществляется не столько на основе подвидового эндемизма, сколько на соотношениях во флоре территорий представителей различных семейств, родов. Такой подход к характеристике хорионов применяют начиная с флористических областей [Толмачев, 1974; Тахтаджян, 1978]. Напомним, что если деление суши Земли на флористические царства практически общепринятое, то при выделении флористических областей и провинций максимальное число предлагаемых хорионов в 1,5 раза больше минимального. На наш взгляд, одной из причин тому является выше указанная двойственность и разнохарактерность методических подходов. Очевидно, что однозначность выделения царств выше, чем областей и провинций.

Флористические царства – территориальные общности суши Земли по эволюции семейств растений. В пределах царства имеют место семейства, отсутствующие на других пространствах суши. Это позволяет предполагать, что эволюционный генезис таких семейств связан только с территорией данного царства.

Для ответа на вопросы о том, что представляют флористические царства с позиций современной географии приведем их описания по А. Л. Тахтаджяну [1978].

Голарктическое царство – самое крупное из всех флористических царств. Оно занимает более половины всей суши Земли, охватывая всю Европу, внетропическую Северную Африку, всю внетропическую Азию и почти всю Северную Америку. В составе голарктической флоры более 30 эндемичных семейств сосудистых растений. А. Л. Тахтаджян выделяет на территориях этого царства 9 флористических областей и 61 провинцию.

Палеотропическое царство охватывает тропики Старого Света - вся экваториально-тропическая Азия с островными системами и почти вся экваториально-тропическая Африка, исключая самую южную оконечность этого континента. Флора Палеотропического царства содержит около 40 эндемичных семейств. Подразделяется А. Л. Тахтаджяном на 12 флористических областей и 48 провинций.

Неотропическое царство включает Южную тропическую оконечность полуострова Флорида, низменности и побережья Тихого океана Мексики (Северная Америка), всю Центральную Америку, всю экваториально-тропическую Южную Америку. Для этого царства характерно 24 эндемичных семейства. На его территориях А. Л. Тахтаджян выделяет 5 флористических областей и 13 провинций. По цветковым растениям неотропическая флора сходна с палеотропической. Имеется много семейств с пантропическим распространением, распространенных в тропиках как Старого, так и Нового Света. Родовая общность между цветковыми растениями тропиков Старого и Нового Света насчитывает более 450 родов.

Антарктическое (Голантарктическое) царство включает холодные и умеренные области суши Южного полушария, с подключением субтропических территорий. Это территории Антарктического полуострова Антарктиды, юга Южной Америки, острова Тристан-да-Кунья, Принс-Эдуарда, Крозе, Хорд, Кергелен, Сен-Пол, Амстердам в Индийском океане и Новая Зеландия в Тихом океане. Царство отличается 10 эндемичными семействами. А. Л. Тахтаджян выделил в этом царстве 4 флористические области и 15 провинций.

Австралийское царство охватывает Австралию и остров Тасмания. Этому царству свойственны 13 эндемичных семейств и 570 эндемичных родов семенных растений. В Австралийском царстве А. Л. Тахтаджяном выделяется 3 флористические области и 6 провинций.

Капское царство с одной областью и одной провинцией располагается на самой южной оконечности Африки и является пространственно наименьшим из всех выделяемых флористических царств. Тем не менее царство характеризуется 7 эндемичными семействами и 210 эндемичными родами. Считают, что в прошлом Капская флора занимала в Южной Африке гораздо большую территорию. Сокращения площади этого флористического царства связывают с возрастанием сухости климата. Капская флора рассматривается как двойственная по своему происхождению. Она обнаруживает общность с современной тропической африканской флорой, но вместе с тем, представлена и совершенно самобытными элементами. У последних на родовом уровне наблюдается общность с Голарктическим царством.

Приведенные описания флористических царств выявляют их очевидную зависимость от географических поясов Земли. Это следует даже из названий царств. Голарктическое и Голантарктическое царства сопряжены главным образом с высокими широтами, с субтропическо-субполярными географическими поясами.

Палеотропическое и Неотропическое царства располагаются главным образом на экваториально-тропических территориях. Капское флористическое царство охватывает только субтропические территории. Только Австралийское флористическое царство располагается и на экваториально-тропических, и на субтропических территориях. Нет сомнений в том, что современный эндемизм семейств зависит от принадлежности хорнонов географическим поясам Земли. Можно сказать, что флористическое царство соответствует определенному спектру климатических режимов. «Низкоширотные» - экваториальному, субэкваториальному и тропическому, «высокоширотные» - умеренному и субполярному режимам. Субтропический географический пояс оказывается переходным между «низкоширотными» и «высокоширотными» флористическими царствами. Субтропические пространства суши относят главным образом к высокоширотным территориям.

Такая широтная дифференциация флористических царств является очевидной, но не единственной географической закономерностью их формирования. Столь же очевидной является и зависимость территориальной комплексности флористических царств от геоисторической общности территорий суши, устанавливаемой палеогеографией.

В первой главе мы уже говорили о тектоническом дрейфе материков как о причине изменчивости климата. Дрейф материков имеет большое значение и для понимания геоисторической изменчивости сопряженности различных территорий суши Земли. На сегодняшний день предложено несколько палеогеографических версий геохро-

нологических изменений расположения континентов Земли. Приведем две из них [Morel, Irving, 1978; Deitz, Holden, 1972 и Океанология, 1978], чтобы оценить различия и общности результатов палеогеографического моделирования.

Согласно одной из таких версий [Morel, Irving, 1978], на границе кембрия и ордовика (500 млн. лет назад) на Земле было 4 микроконтинента и макроконтинент. Микроконтинентальными были Северная Америка, Сибирь, Китай, Балтия (Скандинавия). Все остальные современные территории суши были объединены в единый макроконтинент Гондвану. Все континенты располагались в Южном полушарии Земли, занимая экваториально-умеренные позиции.

В позднем ордовике (440 млн. лет назад) Гондвана сместилась к Южному полюсу, занимая полярно-субтропическую позицию. Северная Америка и Сибирь заняли экваториальные позиции, располагаясь и в Южном, и в Северном полушариях, а Балтия приняла тропическую позицию в Северном полушарии.

В силуре (430 млн. лет назад) Северная Америка и Балтия вошли в состав Гондваны, которая расположилась от умеренного пояса Южного полушария до субтропического пояса Северного полушария. Единственный автономный микроконтинент Сибирь располагался в умеренном поясе Северного полушария.

В позднем силуре (410 млн. лет назад) Гондвана сместилась в умеренно-полярные широты Южного полушария. От нее отделился микроконтинент Балтия – Северная Америка, имевший приэкваториальное расположение в Южном и Северном полушариях. Микроконтинент Сибирь располагался в умеренных широтах Северного полушария.

В раннем – среднем девоне (370 млн. лет назад) образовался макроконтинент Пангея, включивший в себя Гондвану и Балтию – Северную Америку. Этот континент располагался от Южного полюса до субтропического пояса Северного полушария. Единственный микроконтинент Сибирь располагался в умеренных широтах Северного полушария.

В позднем девоне (350 млн. лет назад) от Гондваны отделилась Лавразия, присоединившая к себе Сибирь. Так образовались два макроконтинента. Гондвана располагалась от Южного полюса до экватора в Южном полушарии, а Лавразия – от субэкваториального пояса Южного полушария до умеренных широт Северного полушария.

В среднем карбоне (310 млн. лет назад) вся материковая суша Земли объединилась в один макроматерик Пангею, располагавшуюся от Южного полюса до субполярного пояса Северного полушария.

Ближе к современности эту версию развили Р. С. Днетз и И. К. Холден [Deitz, Holden, 1972].

180 млн. лет тому назад Пангея начала подразделяться на два макроконтинента – Лавразию (Северная Америка + Европа + Азия без Аравийского полуострова и полуострова Индостан) и Гондвану (все остальные материковые пространства). Между Лавразией и Гондваной имелся сухопутный перешеек, аналогичный современной сопряженности Африки и Азии. Лавразия располагалась в Северном полушарии практически от полюса до экватора. Также в Южном полушарии располагалась Гондвана.

135 млн. лет тому назад Лавразия оставалась таким же макроконтинентом, как и 180 млн. лет тому назад, а Гондвана подразделялась на три континента: Афро-Южно Американский с Аравией, Австрало-Антарктиду и Индостан. Между Лавразией и Афро-

Южной Америкой сохранялся перешеек. Лавразия располагалась от экватора до 85 градусов северной широты. Афро-Южно Американский континент располагался от 70 градусов южной широты до 20 северной широты. Индостан располагался между 10 и 40 градусами южной широты. Австрало-Антарктический континент располагался от Южного полюса до 35 градусов южной широты.

65 млн. лет тому назад Лавразия сдвинулась на север так, что ее южная оконечность приходилась на 8 градусов северной широты. Сухопутный перешеек между Лавразией и Африкой был утрачен. Африка стала автономным континентом от которого отделились и Аравия, и Южная Америка. Последняя отошла на запад и соединилась с Австрало-Антарктидой, которая по широтным характеристикам располагалась примерно также, как и 135 млн. лет тому назад.

Несколько по иному смоделировали палеогеографию Земли советские ученые [Океанология, 1979].

В среднем-позднем ордовике (420 млн. лет тому назад) предполагается наличие одного макроконтинента (Гондвана) и 7 «микро» континентов: Северной Америки, Центрально-Восточной Европы, Западной Европы, Сибири, Китая, Казахстана и Индокитая. Все остальные материковые пространства были объединены в макроконтинент, располагавшийся от Южного полюса до 45 градусов северной широты. Северная Америка располагалась от 55 градусов северной широты до 30 градусов южной широты. Центрально-Восточная Европа располагалась от 35 градусов северной широты до 5 градусов южной широты. Таким же широтным расположением характеризовалась и Сибирь. Китай простирался от 25 градусов северной широты до 15 градусов южной широты. Остальные континенты располагались только в Южном полушарии с примерно одинаковыми широтными характеристиками – 5-28 градусов южной широты.

В средне-позднем девоне (330 млн. лет тому назад) было два макроконтинента и 4 микроконтинента (Сибирь, Китай, Казахстан, Индокитай). Макроконтинент Гондвана, имевшийся и в ордовике, сохранил свой территориальный состав, но сдвинулся в Южное полушарие. Теперь его пространства начинались на 30 градусах южной широты, проходили через Южный полюс и доходили до 5 градусов северной широты. Новый макроконтинент – Евроамерика – объединил Северо-Американские и Европейские территории. Этот макроконтинент располагался от 55 градусов северной широты до 40 градусов южной широты. Все «малые» континенты сместились в Северное полушарие, Сибирь располагалась от 70 до 30 градусов северной широты, Китай – от 50 до 15, Казахстан – от 30 до 15, Индокитай – от 10 до 0.

В ранне-среднем карбоне (320 млн. лет тому назад) макроконтиненты Гондвана и Евроамерика сохранились. Также сохранились и «микроконтиненты» Сибирь, Китай, Казахстан и Индокитай. Образовались новые микроконтиненты – Западная Европа, Италия, Турция. Гондвана полностью располагалась в Южном полушарии от 25 градусов южной широты через Южный полюс до экватора. Евроамерика располагалась главным образом в Северном полушарии от 60 градусов северной широты до 33 градусов южной широты. Сибирь, Китай, Казахстан и Турция полностью располагались в Северном полушарии с широтными характеристиками соответственно 35 – 80, 10 – 40, 27 – 32 и 0 – 10 градусов. Индокитай располагался в экваториальном поясе от 5 градусов северной широты до 3 градусов южной широты. Западная

Европа и Италия располагались в южном полушарии: 5 – 25 и 12 – 15 градусов южной широты соответственно.

В позднем карбоне – в начале перми (280 млн. тому назад) все территории суши Земли, исключая Китай, объединились в один макроконтинент Пангею. Она простиралась от 80 градусов северной широты через экватор и южный полюс до 30 градусов южной широты. Китай располагался от 29 градусов северной широты до 5 градусов южной широты.

В позднем триасе (230 млн. тому назад) Пангея сохранилась с присоединением к ней Китая. Теперь макроконтинент простирался от северного до южного полюса. Появились два микроконтинента – Индокитай и Иран. Иран располагался от экватора до 10 градусов северной широты. Индокитай – от 5 градусов южной широты до 15 градусов северной широты.

В поздней юре (190 млн. лет тому назад) Пангея разделилась на Гондвану и Лавразию. В состав Лавразии входили Северная Америка, Европа, Сибирь, Казахстан, Иран, Восточная Азия, включая Индокитай. Остальные пространства суши относились к Гондване. Гондвана располагалась главным образом в Южном полушарии (от Южного полюса до 25 градусов северной широты), а Лавразия – в северном полушарии (от 10 градусов южной широты через Северный полюс до 10 градусов северной широты).

В позднем мелу (60 млн. лет назад) Лавразия разделилась на Евроазию и Северную Америку, причем современная северо-восточная Сибирь (Чукотка, Камчатка) относилась к Северной Америке. Эти континенты располагались в Северном полушарии: Северная Америка от 15 до 85 градусов северной широты, а Евроазия – от экватора до 85 градусов северной широты. Между Северной Америкой и Евразией был океанический пролив, наиболее узкий между Гренландией и Скандинавией, а также между северо-восточной Сибирью и Центральной Сибирью.

В позднем же мелу на несколько континентов распалась и Гондвана. Отделившаяся от нее Африка сомкнулась перешейком с Евразией. Южная Америка стала автономным континентом. В качестве «постгондвань» остался континент, включавший Антарктиду, Австралию и Новую Гвинею. Образовалось три микроконтинента: Индостан, Аравия и Новая Зеландия. Африка располагалась от 28 градусов северной широты до 50 градусов южной широты, Южная Америка – от 5 градусов северной широты до 60 градусов южной широты, Постгондвана – от 75 градусов южной широты через Южный полюс до 25 градусов южной широты. Индостан располагался от 25 до 45 градусов южной широты, Аравия – от 30 до 40 градусов южной широты, Новая Зеландия – от 25 до 40 градусов южной широты. Приведенные версии палеогеографии континентов Земли существенно различаются расположением континентов, существовавшими 500-135 млн. лет тому назад. При этом они согласуются конструкциями материков мелового периода, которые имеют принципиальное значение для понимания роли палеогеографии в формировании флористических царств цветковых растений. 60-65 млн. лет тому назад, а может быть и раньше, произошло разобщение территорий Африки и Южной Америки. Результатом такого разобщения стало формирование палеотропического и неотропического флористических царств с описанными выше их специфичностью и общностью. Это позволяет утверждать, что цветковые растения населяют Землю более 65 млн. лет. Как отмечает А. Л. Тахтаджян [1978], очевидно, что в течение значительного времени существовала тесная миграционная

связь между тропиками Старого и Нового Света, обусловленная как минимум сопряженностью этих территорий в Гондване.

Голантарктическое флористическое царство формировалось позднее, не ранее 60 млн. лет тому назад, когда согласно «советской» палеогеографической версии образовался континент Постгондвана, имевший сухопутную связь с Южной Америкой. Еще позднее от Постгондваны отделилась Австралия, на которой развилось Австралийское флористическое царство.

Возраст развития Капского флористического царства должен быть близким с Неотропическим. Оно формировалось с отделением Африки от Гондваны по широтной зависимости в режиме «высоких широт».

Что касается Голарктического флористического царства, то формально его можно было бы определить как «Лавразийское» с возрастом эволюционных процессов флоры не менее 200 млн. лет. Однако сухопутные связи между Северной Америкой и Евроазией имели место и значительно позже, менее 20 тыс. лет тому назад. В период последнего глобального похолодания за счет формирования ледников уровень мирового океана снижался на 100 метров и Беренгов пролив превращался в сухопутный перешеек между Азией и Северной Америкой. В то же время и по тем же причинам Средиземное море превращалось в Средиземное озеро с образованием сухопутных перешейков между Европой и Африкой по Гибралтарскому проливу, а между Европой и Азией по Босфору и Дарданеллам. За счет осушения Азовского моря Крым и Кавказ также имели сухопутную общность [Имбри, Имбри, 1988].

Проведенный географический анализ показывает, что территориальное распределение флористических царств определяется современными климатическими режимами, геохронологическими изменениями сопряженности континентов в процессе их тектонического движения и изменениями уровня мирового океана, связанными с глобальными изменениями климата Земли.

Флористические царства контрастно подразделяются на «высокоширотные» (Голарктическое и Голантарктическое) и «низкоширотные» (Палеотропическое и Неотропическое). Разделительная межа между «высокоширотными» и «низкоширотными» царствами проходит по территориям субтропических географических поясов. Субтропический географический пояс является зоной перехода от только положительных температур экваториально-тропических широт к обязательности наличия в году отрицательных температур умеренно-полярных широт. Эти различия принципиальны для растительности в том плане, что при только положительных температурах возможна круглогодичная активная вегетация, а при наличии зимних отрицательных температур вегетация должна прерываться до весеннего потепления. Межа между флористическими царствами, проходящая по субтропическим территориям свидетельствует о том, что если не все семейства, то их значительное число адаптированы либо только к положительным температурам воздуха, либо только к обязательному наличию в году зимнего похолодания. Для значительного числа семейств имеет место специализация на «круглогодично вегетирующие» и на «летневегетирующие».

Геохронологические изменения сопряженности территорий континентов суши безусловно определили специфичность Палеотропического, Неотропического и Австралийского флористических царств. Пространственная разобщенность Палеотропического и Неотропического царств произошла более 65 млн. лет тому назад, что обусловило выраженную специфику эндемичных семейств. На примере этих двух

царств очевидна значимость Гондванических связей территорий суши для современного расселения растений. «Одним из наиболее замечательных примеров бывшей связи флоры тропической Западной Африки с флорой тропической Америки является распространение Bromeliaceae. Почти все виды этого семейства произрастают в тропической Америке, за исключением только *Pitcairnia feliciana*, эндемичного для Гвинейской флористической провинции. Совершенно аналогично распространение другого неотропического семейства – *Carateaceae*, большинство родов которого произрастает в тропической Южной Америке, за исключением монотипного рода *Maschalocephalus*, также эндемичного для Гвинейской провинции. Число таких примеров можно было бы умножить. Однако... отделение Южной Америки от Африки произошло достаточно давно, поэтому неотропическая флора в течение очень длительного времени развивалась самостоятельно и выработала около 25 эндемических семейств и огромное множество эндемичных родов и видов» [Тахтаджян, 1978, стр. 176-177].

Капское флористическое царство, на наш взгляд, является продуктом как разобщения континентальных пространств, так и геохронологической изменчивости их климатических режимов. Сейчас территории Капского флористического царства относятся к субтропическому поясу. Однако можно предположить, что при отделении Африки от Гондваны или позднее на юге Африки реализовывался умеренный климатический режим. Капское царство возникло как «высокоширотное». Последующие изменения климатических режимов материка превратили это царство в «низкоширотное», в котором произошли взаимодействия собственно Капской и Палеотропической флор. Возможно, именно это имел в виду Л. Дильс [Diels, 1909], говоря о двойственности Капской флоры, о сочетании в ней палеотропических элементов с самобытными древними элементами. Такими древними элементами могли быть «высокоширотные» семейства не специализированные на обязательность зимнего прерывания вегетации.

Сами авторы флористических районирований не считают географические характеристики столь существенными.

«Не только геоморфология и климат, не только почва и фауна, но и растительный покров сам по себе не может служить основой для флористического районирования» [Тахтаджян, 1978, стр. 24].

Возможно, географическая обусловленность свойственна только современным флористическим царствам, а территории низших флористических хорионов не определяются географическими закономерностями. Чтобы проверить это, проведем географический анализ областей Голарктического царства, которое и станет предметом наших дальнейших исследований.

Это царство подразделяется на три подцарства – Бореальное, Мадреанское (Сонорское) и Древнесредиземноморское. Само название последнего связано с тектоническими преобразованиями суши Земли. Вот как это описывает А. Л. Тахтаджян.

«Древнесредиземноморское царство тянется от Макаронезии на западе через все Средиземноморье и Переднюю, и Среднюю Азию до пустыни Гоби на востоке... Еще А. Энглер... в своей работе о географическом распространении рода *Rhus* ввел понятие «флоры Древнего Средиземноморья», имея в виду, что она формировалась по побережью Тетиса...»

Древнесредиземноморская флора развилась как преимущественно миграционная – почти вся территория усыхающего Тетиса была ареной переселений и смешения флор совершенно различного происхождения. Она развилась на стыке бореальных

и тропических флор, но подавляющее большинство древнесредиземноморских растений имеют бореальные, в частности восточноазиатские, корни. Однако видоизмененные выходцы из тропической флоры играют в ней заметную роль особенно в Макаронезийской и Сахаро-Аравийской областях» [Тахтаджян, 1978, стр. 95].

Тетис – система обширных древних морских бассейнов широтного расположения, образовавшихся в конце докембрия – в начале палеозоя. Это соответствует времени более 600 млн. лет тому назад. Тетис простирался от Атлантического до Тихого океана [ГЭС, 1988], прерываясь в такой протяженности в отдельные геонисторические эпохи (поздний триас, поздний мел) [Ушаков, Ясманов, 1984]. Главным событием кайназоя (65 млн. лет тому назад и позднее) стало закрытие океана Тетис, приведшее к близкому соприкосновению Африки и Евразии. На месте океана Тетис сохраняется реликтовое Средиземное море [Ушаков, Ясманов, 1984]. Таким образом кайназой является временем завершения формирования пространств Древнесредиземноморского подцарства.

Древнесредиземноморское подцарство подразделяется на 4 флористические области: Макаронезийскую, Средиземноморскую, Сахаро-Аравийскую и Ирано-Туранскую [Тахтаджян, 1978].

Из всех областей подцарства Средиземноморская является прямой наследницей берегов Тетиса, но и вместе с тем, Средиземного озера времен ледниковых эпох. На территориях Европы Средиземноморская область охватывает почти весь Пиренейский полуостров (исключая его северные территории), средиземноморские побережья Франции, Италии, Балканского полуострова, а также западную часть Балканского побережья Мраморного моря. В Азии она распространена на западную часть побережья Мраморного моря, Средиземноморские побережья от Малой Азии до Суэцкого канала. Большая часть территории Средиземноморской области располагается в Африке, где на востоке она охватывает только узкую полосу Средиземноморского побережья, а на западе охватывает более широкие континентальные территории, заходя по побережью Атлантического океана до Канарских островов. Число эндемичных родов Средиземноморской флористической области достигает 150 [Тахтаджян, 1978]. Все территории области относятся к субтропическому географическому поясу.

А. Л. Тахтаджян подразделяет Средиземноморскую область на 9 провинций. 5 из них европейские, а 2 – африканские. Юго-западносредиземноморская провинция занимает приатлантическую часть Пиренейского полуострова с побережьем Гибралтарского пролива и большей частью Марокко, включая Высокий Атлас и Антиатлас. Эта провинция включает как европейские, так и африканские территории. Восточно-средиземноморская провинция вместе с Ионическими островами, островами Эгейского моря, а также островами Крит, Кипр занимает часть южной Албании, полуостровную Грецию, северное побережье Мраморного моря, эгейское и средиземноморское побережья Малой Азии, побережье Сирии и Ливана, большую часть Палестины. Эта провинция объединяет все азиатские территории Средиземноморской области с европейскими территориями. Сухопутное сопряжения азиатских и африканских территорий Средиземноморской области отсутствуют – от Суэцкого канала границы области более 500 км проходят по акватории Средиземного моря.

Общность видового эндемизма юго-западносредиземноморской провинции, разделяемой Гибралтарским проливом, и восточносредиземноморской провинции, разделяемой Мраморным морем и проливом Дарданеллы является аргументом, обосновывающим большое влияние на флорогенез Средиземноморской области событий

связанных с ледниковыми эпохами, имевшими место 18-350 тыс. лет тому назад, а не многомиллионной историей Тетиса.

С юга к Средиземноморской флористической области примыкает Сахаро-Аравийская область. Согласно А. Л. Тахтаджяну [1978] в Сахаро-Аравийскую область входит внетропическая часть Сахары от Атлантического побережья до Египта, Синайский полуостров, внетропическая часть Аравийского полуострова, южная часть Сирийской пустыни, территории южной Палестины и Нижняя Месопотамия. Однако сопоставление карты флористических областей с картой географических поясов [ГЭС, 1988] позволяет утверждать, что подавляющая часть территорий Сахаро-Аравийской флористической области принадлежит тропическому географическому поясу. Поэтому можно сказать, что Сахаро-Аравийская область соответствует тропическим территориям, заселяемых растениями Древенего средиземноморского подцарства.

С востока к Средиземноморской и Сахаро-Аравийской флористическим областям примыкает Ирано-Туранская флористическая область. «В эту обширную область, границы которой были впервые довольно точно очерчены Буассье..., входит Центральная и Восточная Анатолия, большая часть Сирии, часть южной и восточной Палестины, небольшая часть Синайского полуострова, часть Иордании, северная часть Сирийской пустыни, Верхняя Месопотамия, большая часть Армянского нагорья, аридные и семиаридные районы южного и восточного Закавказья, Гиркария..., Иранское нагорье без тропических пустынь, южные отроги Гиндукуша и южные склоны и отроги Западных Гималаев к западу от 83 градусов восточной долготы и вся огромная территория от низовий Волги и пустынь Восточного Закавказья до пустыни Гоби включительно» [Тахтаджян, 1978, стр. 122]. Территории Ирано-Туранской флористической области располагаются в субтропическом географическом поясе и на землях умеренного географического пояса, примыкающих к субтропическим.

Геологическая конструкция Ирано-Туранской области складывается из трех орографических зон: 1) низменности и низкогорья бывшие дном или побережьем Тетиса (Туранская и Прикаспийская низменности с Каспийским и Аральским морями, южная оконечность Казахского мелкосопочника, пустыни Кызыл-Кумы, Бетпак-Дала, Балхаш – Алаккульская котловина); 2) горные системы, образовавшиеся при состыковке с Азией микроконтинентов Китай (между началом перми и поздним триасом) и Иран (между поздним триасом и поздним мелом); 3) горные складчатости, вызванные присоединением к Азии микроконтинентов Аравия и Индостан (позднее позднего мела). Следствием состыковки Азии с микроконтинентом Китай было формирование Станового хребта и Станового нагорья, Яблоневого хребта, Восточного и Западного Саян, Хангая, Монгольского и Гобийского Алтая. Следствием этого же процесса скорее всего было и образование Гобийского плоскогорья и Джунгарского Алатау. Присоединение к Азии микроконтинента Иран обусловило начало формирования Иранского нагорья, которое было окончательно сформировано с присоединением к Азии Аравии и Индостана. Присоединение к Азии микроконтинента Иран могло быть одной из первичных причин зарождения Кавказских гор и гор Малой Азии. Горообразование в этих системах было стимулировано также присоединением к Азии Аравии и Индостана. С присоединением к Азии последнего связано формирование горных систем Гиндукуш, Памиро-Алай, Гималаи, Тибет, Кунь-Лунь, Тянь-Шань. Отметим, что начало формирования Гиндукуша, Памиро-Алая и Тянь-Шаня могло быть связано

еще с присоединением к Азии Иранского микроконтинента. Для приведенных описаний использована советская палеогеографическая модель [Океанология, 1979].

Ирано-Туранская флористическая область представляет трехкомпонентную систему, включающую берега и дно моря Тетис, горные системы сформированные до эпохи среднего мела, ставшие тогда на пути переселения восточноазиатской флоры в Средиземноморье, горные системы постпозднемелового происхождения, которые были заселены элементами древнесредиземноморской флоры.

Четвертой флористической областью древнесредиземноморского подцарства является Макаронезийская, примыкающая с запада к Средиземноморской и Сахаро-Аравийской областям и расположенная на Азорских, Канарских островах, островах Мадейра и Зеленого мыса в Атлантическом океане [Тахтаджян, 1978]. Эта флористическая область включает три географических пояса – Субтропический (Азорские острова и острова Мадейра), Тропический (Канарские острова и часть островов Зеленого мыса), Субэкваториальный (часть островов Зеленого мыса). Макаронезийская флористическая область характеризуется 35 эндемичными родами растений 20 из которых произрастают только на Канарских островах, 9 – на Канарских островах и островах Мадейра, 1 – на Канарских, Азорских островах и островах Мадейра.

По два эндемичных рода произрастают на островах Мадейра и Зеленого мыса. Азорские острова характеризуются одним эндемичным родом [Тахтаджян, 1978]. Из приведенных данных следует, что эпицентром эндемизма Макаронезийской флористической области являются Канарские острова, где произрастают 30 из 35 эндемичных родов области. Острова Мадейра удалена в северном направлении от Канарских островов на 400 км. Здесь произрастает 12 эндемичных для области родов из которых только два эндемичных для островов Мадейра. Азорские острова удалены от островов Мадейра на северо-запад на 800 км. На Азорских островах имеется один локально эндемичный род и один род эндемичный для Азорских островов, островов Мадейра и Канарских островов. Острова Зеленого мыса удалены от Канарских островов в юго-западном направлении на 1500 км. На островах Зеленого мыса произрастает 2 эндемичных рода, которые не встречаются на других островах, входящих в состав Макаронезийской флористической области.

Из приведенных данных по родовому эндемизму Макаронезийской флористической области очевидна взаимосвязь между Канарскими островами, островами Мадейра и Азорскими островами. В перечисленном ряду островных систем чем дальше такая система удалена от Канарских островов, тем меньше на ней имеется и эндемичных для области родов, и эндемичных для данной островной системы родов. Такое снижение общности с возрастанием расстояния может предполагать географическую обусловленность зависимости. Однако Азорские острова отделены от других островных систем флористической области океанической Канарской котловиной глубиной более 4000 м. Минимальная глубина Атлантического океана между другими островными системами флористической области превышает 200 м. Характеристики глубин акватории Макаронезийской области позволяют утверждать, что понижение уровня мирового океана в периоды глобального похолодания с развитием ледников не привело к сухопутной сопряженности этих территорий. Азорские острова являются «вершинами» Северо-Атлантического хребта, в то время как другие острова, входящие в Макаронезийскую область, принадлежат Африканской тектонической

плите. Сухопутная историческая общность островов Макаронезийской области практически не вероятна.

Определенную взаимосвязь между островными системами могут обеспечивать морские течения. В настоящее время острова Мадейра, Канарские острова и острова Зеленого мыса находятся на пути Канарского холодного течения, направленного от юго-западной оконечности Европы на юго-запад. Современное Канарское течение не является географическим фактором, который мог бы определить закономерности родового эндемизма в Макаронезийской области. Чтобы быть таким фактором морское течение должно было быть направленным от Канарских островов через острова Мадейра на северо-запад к Азорским островам. Может быть в последние 50-60 млн. лет такое морское течение и существовало. Но это только гипотеза.

Обобщая результаты географического анализа Древнесредиземноморского подцарства Голарктического флористического царства можно заключить, что в этом хорионе четко прослеживается палеогеографическая и климатическая логичность. Ее основу составляет гипотеза о том, что флора Древнесредиземноморского подцарства возникла главным образом путем расселения и преобразования восточно-азиатских растений, мигрировавших по побережьям древнего океана Тетис [Тахтаджян, 1978]. Ирано-Туранская флористическая область – геонисторический путь переселения восточно-азиатских растений в Средиземноморье и арена заселения Древнесредиземноморской флорой берегов и осушенного дна Тетиса, Посттетисных горных систем. В восточной части Ирано-Туранская область характеризуется среднегорно-высокогорным рельефом местности, принадлежащей как умеренному, так и субтропическому географическим поясам. В этой части флористической области имеет место миксирование субтропического, умеренного и даже субполярного климатических режимов за счет высотной поясности. Северо-западная часть Ирано-Туранской области равнинно-низкогорная с преобладанием умеренного климатического режима. Юго-западная часть области среднегорно-высокогорная, принадлежащая субтропическому географическому поясу. Однако климатические режимы в этой части области за счет вертикальной зональности от субтропического до субполярного. Мы приводим описания современных климатических режимов. В эпохи оледенения господствующим климатическим режимом на территориях Ирано-Туранской области был умеренный климатический режим, при чем весьма вероятно очень холодный. На завершающих этапах существование Тетиса (поздний мел) климатический режим всех территорий Ирано-Туранской области был тропическим [Ушаков, Ясманов, 1984].

Безусловно интересен вопрос о том, на сколько древнесредиземноморская флора уже была сформирована на завершающих этапах существования Тетиса. Чтобы ответить на этот вопрос нами по палеоботаническим [Шилин, 1986] и современным [Абдулина, 1999; Соколов и др., 1977, 1980, 1986] данным проанализировано наличие представителей трех систематических групп растений (Conyferophyta, Hamamelididae и Rosidae) в позднем мелу и в современных флорах Казахстана и Ирано-Туранской флористической области в целом (таблица 2.1). Современный Казахстан лежит на половине пути предполагаемого расселения восточно-азиатских растений в Средиземноморье. Его территории непосредственно связаны с берегами Тетиса. История анализируемых Coniferales уходит своими корнями к концу юры, история же Magnoliophyta, к которой относятся Hamamelididae и Rosidae, палеонтологически прослеживается с позднего мела, но гипотетически также выводится из юры [Mauseth,

2003]. Hamamelididae признаются одной из древнейших ветвей Magnoliophyta, а Rosidae – эволюционно значительно продвинутой группой [Тахтаджян, 1987].

Проведенный нами анализ (таблица 2.1, 2.2) показывает, что в позднем мелу в Казахстане произрастали представители всех исследованных семейств Coniferales и Hamamelididae, а представительность семейств Rosidae составляло 50 %. Из этих данных можно заключить, что Rosidae к позднему мелу или еще не образовали всего разнообразия семейств, либо еще не все семейства этой систематической группы расселились до территорий современного Казахстана. Что касается Coniferales и Hamamelididae, то в позднем мелу в Казахстане имелись представители всех исследуемых их семейств. Филогенетически более раннее происхождение этих систематических групп определило их расселение на территории Казахстана к этому периоду.

Сходной, но несколько иной логике подчинена представительность в позднем мелу в Казахстане родов исследуемых систематических групп. Имеющиеся в современных флорах Казахстана и Ирано-Туранской области рода Rosidae в позднем мелу отсутствовали. Представительность родов Coniferophyta и Hamamelididae уже тогда достигала от одной трети до половины современной. В этом сходство зависимости позднемелового расселения родов с расселением на тот же период семейств исследуемых систематических групп. Представленность в позднем мелу в Казахстане родов Hamamelididae почти в два раза больше, чем Coniferales. В современной флоре Ирано-Туранской области имеются 85,7 % исследуемых родов Coniferales и 100 % Hamamelididae. Очевидно, что на современное расселение этих систематических групп оказали существенное влияние и процессы, реализовавшиеся позднее позднего мела. Большая представительность в позднем мелу родов Hamamelididae, чем Coniferales, может быть объяснена тем, что эволюция Гамамелиевых в позднем мелу происходила на территориях Казахстана.

Таблица 2.1. Анализ выявленности палеонтологическими исследованиями [Шилин, 1986] в позднемеловой флоре Ирано-Туранской флористической области исследуемых нами семейств, подсемейств и родов Coniferophyta, Hamamelididae и Rosidae, а также их наличие в современных флорах Туранского Казахстана и Ирано-Туранской области

Порядки	Семейства (подсемейства)	Рода	Наличие (+) в поздне меловой флоре		Наличие (+) в современной флоре			
					Туранского Казахстана		Ирано- Туранской области	
			Се- мейств	Родов	Се- мейств	Родов	Се- мейств	Родов
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Coniferales	Pinaceae	Pinus	+	+	+		+	+
		Piceae	+		+	+	+	+
		Abies	+		+	+	+	+
		Larix	+		+		+	+
	Cupressaceae	Juniperus	+	+	+	+	+	+
		Microbiota	+		+		+	
Taxaceae	Taxus	+				+	+	

Порядки	Семейства (подсемейства)	Рода	Наличие (+) в поздне меловой флоре		Наличие (+) в современной флоре			
					Туранского Казахстана		Ирано- Туранской области	
			Се- мейств	Родов	Се- мейств	Родов	Се- мейств	Родов
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hamamelidales	Hamamelidaceae	Parrotia						
	Platanaceae	Platanus	+	+			+	+
Urticales	Moraceae	Morus Ficus	+	+			+	+
	Ulmaceae	Zelkova Celtis	+	+	+	+	+	+
Juglandales	Juglandaceae	Pterocarya	+				+	+
		Juglans	+	+			+	+
Fagales	Fagaceae	Fagus	+				+	+
		Castanea	+				+	+
		Quercus	+	+			+	+
	Betulaceae	Ostrya	+		+		+	+
		Carpinus	+		+		+	+
Corylus		+	+	+		+	+	
Alnus Betula		+		+	+	+	+	
Rosales	Grossulariaceae	Ribes			+	+	+	+
	Rosaceae		+		+		+	
	Spiraeoideae	Spiraea			+	+	+	+
		Rosoideae	Rubus Rosa			+	+	+
	Maloideae	Pyrus			+	+	+	+
		Sorbus			+	+	+	+
		Crataegus			+	+	+	+
		Cotoneaster			+	+	+	+
	Prunuideae	Cerasus	+		+	+	+	+
		Amygdalus	+		+	+	+	+
Fabales	Fabaceae	Caragana	+		+	+	+	
Cornales	Cornaceae	Cornus					+	+

Проведенный анализ наличия семейств и родов исследуемых систематических групп растений в поздне мелу в Казахстане согласуется с представлениями гипотезы о заселении Ирано-Туранской флористической области восточно-азиатскими растениями по побережью моря Тетис. Речь идет о том, что к позднему мелу территории Казахстана уже были заселены представителями и Conyferophyta, и Hamamelididae, и

Rosidae, при чем распространенность тогда их семейств и родов зависима от эволюционной продвинутости систематических групп. Представительность более древних Coniferales и Hamamelididae была в позднем мелу выше, чем «молодых» Rosidae. В позднем мелу на территориях Казахстана произрастали семейства и рода (*Platanus*, *Morus*, *Ficus*, *Zelkova*, *Pterocarya*, *Juglans*), которые отсутствуют в современной флоре Республики. Однако эти рода сохранились в современной флоре Ирано-Туранской флористической области, переселившись на ее более теплые территории. В соответствии с этими данными эпоха позднего мела может рассматриваться как один из «текущих моментов» расселения растений, сопровождавшегося реализацией филогенетических процессов. Еще при существовании Тетиса систематические группы различного филогенетического возраста заселяли его берега. В последствии происходили как новые миграции растений, так и формирование новых семейств и родов (Rosidae). Весьма вероятно миграционные процессы управлялись изменениями климатических режимов. Так происходило формирование современной флоры как Ирано-Туранской флористической области, так и других областей Древнесредиземноморского подцарства.

Таблица 2.2. Долевое участие семейств и родов, произраставших в Туранском Казахстане в позднем мелу от исследуемых современных семейств и родов Ирано-Туранской флористической области

Систематические группы	Coniferophyta	Hamamelididae	Rosidae
Доля исследуемых семейств в позднем мелу от числа современных, %	100,0	100,0	50,0
Доля исследуемых родов в позднем мелу от числа современных, %	33,3	57,1	0,0

Через Ирано-Туранскую флористическую область восточно-азиатские растения дошли до Средиземноморской флористической области. В своих современных очертаниях она представляет собой побережья и острова Средиземного озера периода ледниковых эпох. Сейчас климат на территории области субтропический, но в ледниковые периоды был главным образом умеренным. В позднем мелу климат территорий Средиземноморской флористической области был тропическим [Ушаков, Ясманов, 1984].

Сахаро-Аравийская область, примыкающая к Средиземноморской и Ирано-Туранской – область современного тропического распространения Древнесредиземноморских растений при их смешении с палеотропическими. В позднем мелу климат этих территорий тоже был тропическим [Ушаков, Ясманов, 1984]. В ледниковые эпохи, которые происходили 450, 350, 270, 150 и 20 тысяч лет тому назад [Имбри, Имбри, 1988] на территориях Сахаро-Аравийской области можно было ожидать субтропического климатического режима.

Островная Макаронизийская область с флористическим центром на Канарских островах может рассматриваться как пространство деспециализации тропических растений Сахаро-Аравийской области, при котором с преобладанием эндемизма в

условиях тропического пояса расселение распространяется и на субтропический, и на экваториальный географические пояса.

Принимая, что флора Древнесредиземноморского подцарства возникла главным образом путем расселения восточно-азиатских растений по побережьям Тетиса, мы должны принять, что растения – переселенцы изначально имели тропическую специализацию. Проходя в своем расселении среднегорно-высокогорные территории (Гобийское нагорье и горные системы существовавшие параллельно Тетису) они адаптировались и к условиям субтропического, а, возможно и умеренного климата. Поэтому доходя до современного Средиземноморья восточно-азиатские растения и их филогенетические производные вполне вероятно имели генетические программы адаптации не только к тропическому, но и к субтропическому, умеренному климатическим режимам. Безусловно такой адаптационной комплексностью характеризовались не все растения-переселенцы, но определенная их часть.

Следующей принципиальной исторической вехой формирования флоры Древнесредиземноморского подцарства стало похолодание, начавшееся примерно 500 тыс. лет тому назад, которое привело к развитию пяти ледниковых эпох, последняя из которых завершилась около 20 тыс. лет тому назад. В период ледниковых эпох с крайне существенным похолоданием у северных границ Древнесредиземноморского подцарства его растения либо отступали на юг, либо адаптировались к новым климатическим условиям, либо осуществляли параллельные и адаптацию, и отступление. Последними рубежами холодного отступления Древнесредиземноморских растений были Гималаи и Сахаро-Аравийская флористическая область. При последующим за каждой ледниковой эпохой потеплением Древнесредиземноморские растения вновь выдвигались в северном направлении, а с наступлением глобального похолодания вновь отступали на юг. Современное расположение границ Средиземноморского подцарства можно охарактеризовать как промежуточное между крайне жарким «тропическим» периодом при Тетисе и крайне холодным в эпохи оледенений.

Приведенный эскиз географической и климатической истории Древнесредиземноморского флористического подцарства показывает, что восточно-азиатские растения, исходно специализированные для жизнедеятельности в условиях тропического климата, оказались в ходе эволюционного процесса способными адаптироваться к условиям субтропического, умеренного климатических режимов. Что обеспечивает возможности такой адаптации – исходность наличия генетических программ, определяющих возможность функционирования в различных климатах, или модификация генетических программ в процессе адаптации – оценить пока сложно. Вместе с тем анализ современных климатических режимов Древнесредиземноморского подцарства показывает, что такие хорионы могут иметь выраженную климатическую специализацию: Средиземноморская область – субтропическую, Сахаро-Аравийская – тропическую. Ирано-Туранская область является переходной между климатическими режимами – субтропическим и умеренным. В ней располагаются среднегорно-высокогорные территории, в которых за счет высотной зональности определяется изменчивость климатических условий. Наиболее климатически широкоспектральной является островная Макаронезийская область, где реализуются и субтропический, и тропический, и субэкваториальный климатические режимы. При таком разнообразии экологических условий области общим является обязательность возможности круглогодичной вегетации.

Самым большим по пространственной протяженности в Голарктическом царстве является Бореальное подцарство. Это подцарство характеризуется богатой флорой в составе которой больше эндемичных семейств и родов, чем в двух других подцарствах Голарктического царства. Бореальное подцарство подразделяют на 4 флористические области. Одна из них Восточноазиатская, название которой само говорит о ее местоположении. Другая – Циркумбореальная включающая северные континентальные и островные территории Европы, Азии и Северной Америки. Еще две флористические области располагаются в Северной Америке – Атлантическо-Североамериканское и область Скалистых гор.

Узловой для понимания флорогенеза в подцарстве, да и в царстве в целом является Восточноазиатская область.

Восточноазиатская область включает южные склоны Восточных Гималаев (к востоку от 83 градуса восточной долготы), большую часть территорий Китая, где она граничит с Ирано-Туранской флористической областью, нижнее Приамурье, полуостров Корея, Приморье, южную и центральную часть острова Сахалин, острова Кюсю, Сикоку, Хонсю, Хоккайдо, Бонин, Волкано, Рюкю, Тайвань. С юга к территориям Восточноазиатской области относятся северо-восточные районы Индии, горная Северная Бирма, горный северный Тонкин, где область граничит с палеотропическим флористическим царством. Флора Восточноазиатской области чрезвычайно богата и своеобразна. Она насчитывает 14 эндемичных семейств и более 300 эндемичных родов [Тахтаджян, 1978].

Территории Восточноазиатской области лежат в субтропическом и умеренном географических поясах, характеризуются как равнинным, так и высокогорным рельефом. Это позволяет определить эту область как субтропически-умеренную, достигающую своими северными границами 50-го градуса северной широты. Для Тихоокеанского побережья и островов характерен муссонный климат с относительно сухой зимой и влажным дождливым летом. Зимняя засушливость климата ограничивает вегетацию растений в этот сезон года даже при круглогодичности положительных температур. Тем самым формируется преимущественно летнесезонная вегетация, одинаково адаптивная и на территориях с субтропическим, и на территориях с умеренным климатическими режимами.

Как было показано выше, восточноазиатские растения вероятно послужили основой флорогенеза покрытосеменных Древнесредиземноморского подцарства, это можно сказать и о Голарктическом царстве в целом. Мы попробуем показать это последующим географическим и флористическим анализом других флористических областей.

С севера к Восточноазиатской области примыкает Циркумбореальная область, которая также граничит со Средиземноморской и Ирано-Туранской областями Древнесредиземноморского подцарства. Циркумбореальная область – самая крупная флористическая область суши к которой относятся Европа (за исключением ее частей, относящихся к Средиземноморской области), Северная Анатолия, Кавказ (за исключением территорий Ирано-Туранской флористической области), Урал, Сибирь (севернее и северо-западнее реки Амур), Камчатка, северный Сахалин, северные Курильские острова к северу от острова Итуруп, Алеутские острова, Аляска, большая часть Канады, Гренландия и Исландия. Во флоре Циркумбореальной области нет эндемичных семейств и число эндемичных родов сравнительно не велико.

Однако имеется большое число общих эндемичных родов с Восточноазиатской областью [Тахтаджян, 1978].

Территории Циркумбореальной флористической области располагаются в Арктическом, Субарктическом и Умеренном географических поясах, включают как равнинно-низкогорные так и среднегорно-высокогорные рельефы [ГЭС, 1988]. В эпохи глобальных похолоданий и оледенений подавляющая часть территорий Циркумбореальной флористической области характеризовались Субполярным или очень холодным умеренным климатом. В такие эпохи растения были вынуждены мигрировать на юг, которым для евроазиатских территорий области были Восточноазиатская область и Древенесреиземноморское подцарство. При потеплениях после каждой ледниковой эпохи растения снова возвращались на Циркумбореальные территории. 360-градусная меридианальная (долготная) протяженность Циркумбореальной флористической области заполнялась растениями из Восточноазиатской флористической области, или из производного от него Древенесредиземноморского подцарства. Это определяет отсутствие эндемизма семейств и низкий родовой эндемизм Циркумбореальной флористической области.

Согласно гипотезы исходного Восточноазиатского происхождения цветковых растений Голарктического царства, первичное заселение цветковыми растениями территорий Северной Америки произошло через Циркумбореальную область у которой в эпохи оледенения в последние 500 тыс. лет образовывались сухопутные перешейки между Азией и Северной Америкой. Сейчас невозможно сказать, когда произошло первое заселение цветковыми растениями Северной Америки. Но по специфике североамериканской флоры можно предположить, что это произошло не менее чем 500 тыс. лет тому назад.

У североамериканских растений сложились свои пути холодового отступления. К ним относятся специфически североамериканские флористические области Бореального подцарства – область Скалистых гор и Атлантико-Североамериканская область.

Область Скалистых гор охватывает горные системы Западной Канады и западных штатов Северной Америки от Аляски до Нью-Мексико. Флора области очень близка к флоре Циркумбореальной области. В области Скалистых гор эндемичные семейства цветковых растений отсутствуют. Имеется несколько десятков эндемичных или почти эндемичных родов цветковых растений [Тахтаджян, 1978]. Сегодня все территории области Скалистых гор относятся к умеренному географическому поясу, однако их среднегорно-высокогорный характер обуславливает реализацию не только умеренного, но и субполярного климатического режима [ГЭС, 1988]. Область Скалистых гор можно рассматривать как горный путь холодового отступления бореальных растений.

Равнинно-среднегорным путем такого отступления являлась Атлантико-Североамериканская область. Атлантико-Североамериканская область простирается от Атлантического побережья Северной Америки до Великих равнин и от Мексиканского залива до южных районов Канады. Здесь произрастает одной эндемичное семейство и около 100 эндемичных или почти эндемичных родов [Тахтаджян, 1978]. Ее территории принадлежат умеренному и субтропическому географическим поясам [ГЭС, 1988]. Возможно большая возможность укрытия от глобальных холодовых стрессов определило развитие здесь эндемизма родов, обособленность филогенетических процессов.

Еще более выражен эндемизм в Мадреанском флористическом подцарстве, которое на севере граничит с областью Скалистых гор, а на юго-востоке – с Атлантико-Североамериканской областью.

Мадреанское (Сонорское) подцарство представлено одной флористической областью – Мадреанской (или Сонорской). Эта область простирается от юго-запада Орегона через Калифорнию до северной части нижней Калифорнии до Аризоны, Нью-Мексико, Техаса и Юты. Во флоре Мадреанской области 4 эндемичных семейства. Около 10 % родов эндемичны или почти эндемичны [Тахтаджян, 1978].

Мадреанская флористическая область включает главным образом среднегорно-высокогорные территории принадлежащие к субтропическому географическому поясу [ГЭС, 1988].

Как считает А. Л. Тахтаджян [1978], флора Мадреанского подцарства развивалась независимо от флор Древнесредиземноморского подцарства, но в некоторых отношениях их развитие шло конвергентно. Есть несколько общих родов для Древнесредиземноморского и Мадреанского подцарств. Из цветковых это *Arbutus*, *Cercis*, *Crataegus*, *Lonicera*, *Pitacia*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, *Quercus*, *Rhamnus*, *Rhus*, *Rosa*, *Rubus*, *Salvia*, *Viburnum*, что объясняется их происхождением от близких бореальных и отчасти тропических предков. Флористическое разнообразие южных районов Мадреанского подцарства (Сонорская и Нагорно-Мексиканская провинции) испытывает существенное влияние неотропической флоры.

Проведенный анализ флористических областей Голарктического царства показывает, что их границы главным образом определяются границами географических поясов и, соответственно, климатических режимов. 4 из 9 проанализированных областей (Сахаро-Аравийская, Средиземноморская, Мадреанская и Скалистых гор) располагаются на территориях одного географического пояса – либо тропического, либо субтропического, либо умеренного. 3 флористические области (Ирано-Туранская, Восточноазиатская, Атлантико-Североамериканская) располагаются на территориях с двумя климатическими режимами – субтропическим и умеренным. Циркумбореальная флористическая область располагается в условиях умеренного, субполярного и полярного климатических режимов. Островная Макаронезийская флористическая область охватывает территории и субтропического и тропического, и субэкваториальных географических поясов. Таким образом 44,5 % исследованных флористических областей характеризуются однозначностью климатического режима. Еще 33,3 % исследованных областей располагаются в субтропически-умеренных условиях. Только две флористические области (22,2 %) – Циркумбореальная и Макаронезийская – принадлежат трем географическим поясам. Имеет место линейная зависимость между числом географических поясов, которым принадлежат территории флористических областей, и долей таких флористических областей от общего числа:

$$Q_i = 55,5 - 11,1 N_i,$$

где Q_i – доля (%) областей, каждая из которых располагается в N_i числе географических поясов. Согласно этому уравнению преобладающее число флористических областей располагается на территориях одного географического пояса. На 11,1 % меньше флористических областей, располагающихся на территориях двух сопредельных географических поясов. Лишь 22 % флористических областей располагается на территориях трех сопредельных географических поясов. Такая зависимость может быть истолкована из климатических позиций.

Как уже отмечалось, флористическая область – сфера реализации родового эндемизма [Тахтаджян, 1978]. Поэтому из уравнения $Q_i = 55,5 - 11,1 N_i$ следует, что почти половине флористических областей свойственна однотипность климатического режима, замкнутость родового эндемизма на произрастание растений в условиях только одного климата. В одной трети флористических областей эндемичные рода способны эффективно осуществлять жизнедеятельность в условиях двух «сопряженных» климатических режимах. Из анализа Голарктического царства такими режимами являются субтропический и умеренный. Только в 22 % флористических областей эндемичные рода параллельно могут осуществлять свою жизнедеятельность в условиях трех «сопредельных» климатических режимах. Однако это вовсе не означает, что все эндемичные рода области характеризуются такими свойствами. Более того, во флористической области, территории которой принадлежат трем климатическим режимам, как отмечалось выше по данным А. Л. Тахтаджяна [1978] о Макаронезийской флористической области, хотя она и располагается в трех климатических режимах, эндемичные рода области обнаруживают способности к адаптации только в двух климатических режимах. Таких родов 10 (28,6 % от общего числа эндемичных для области родов) и они произрастают в условиях тропического и субтропического климата. 71,4 % эндемичных родов Макаронезийской области характеризуются приспособленностью только к одному климатическому режиму – либо субтропическому, либо тропическому, либо субэкваториальному. Из примера с Макаронезийской флористической областью следует, что если территории флористической области располагаются в трех географических и, соответственно, климатических поясах, эндемичные для области рода главным образом специализированы на одном климатическом режиме. Лишь не многие из них охватывают своими природными ареалами территории двух географических поясов.

При анализе флористических царств мы показали, что эндемизм семейств специализируется на «низкоширотной» (экваториально-тропический) и «высокоширотный» (умеренно-субполярный). Субтропический климатический режим является «межовым» для царств, с более частым преобладанием в «высокоширотных» царствах. Анализ флористических областей и родового эндемизма показал, что для рода наиболее распространенной является специализация в одном географическом поясе, но имеются и рода обитающие в двух климатических режимах: либо в субтропическом и умеренном, либо в субтропическом и тропическом.

И флористические царства (как прошлого, так и настоящего), и флористические области имеют безусловную географо-климатическую определенность. А потому эти хорионы могут и должны использоваться для понимания климатической специализации семейств и родов, на уровне эндемизма систематических групп.

Хорион, атрибутикой которого является видовой эндемизм, – флористические провинции. По аналогии с флористическими царствами и областями можно было бы предположить, что географический и климатический анализ провинций дает возможность очертить широту климатической специализации видов. Однако на уровне провинций такой анализ оказывается низкоэффективным. Причины тому и в разнохарактерности выделения провинций различными авторами, и в заданной неопределенности границ хорионов.

«В природе флористические отношения чрезвычайно сложны и границы между территориями, занятыми флорами разного типа, часто недостаточно выражены. Во

многих случаях хорiony переходят один в другой столь постепенно, что между ними лежит более или менее широкая, иногда очень широкая промежуточная территория. Поэтому всякое флористическое деление в значительной степени условно и связано с определенной степенью упрощения реальных флористических отношений. Основываясь на этом, некоторые авторы отказываются от вычеркивания флористических карт, другие же выделяют области взаимного проникновения разных флор штрихами или другими значками» [Тахтаджян, 1978, стр. 22].

Из физики известен «принцип неопределенности», согласно которому чем точнее мы задаем значение одной характеристики элементарной частицы (например, ее скорость), тем неопределенней будет ее другая характеристика (положение в пространстве). Принцип неопределенности присущ различным уровням организации материи, в том числе и флористическим подразделениям. При флористическом районировании однозначность географического пространства исключает однозначность его флористического содержания. Чем пространственно «мельче» хорion, тем существенней для него будут следствия принципа неопределенности. Если для флористических царств и областей компромисс между географической и флористической определенностями оказывается вполне приемлемым, то уже на уровне флористических провинций неопределенность превышает эвразичность.

Чтобы подтвердить выше сказанные утверждения, приведем описание А. А. Тахтаджяном Атлантическо-Европейской провинции Циркумбореальной области. «Простирается от северо-западных и северных частей Пиренейского полуострова... до юго-западного и западного побережья Норвегии... и включает большую часть Франции (Армориканский массив, Аквитанский и Парижский бассейны, центральный массив), низовья Рейна, большую часть Северо-Германской низменности, Ютландию и всю Великобританию и Ирландию с прилегающими островами. Ее восточная граница приблизительно соответствует восточной границе *Plex aquifolium* в Западной Европе. В Северо-Восточной Европе ряд атлантических видов достигает Польши... и даже Финского залива...» [Тахтаджян, 1978, стр. 31].

Согласитесь, по приведенному описанию восточная граница Атлантическо-Европейской провинции как минимум неоднозначна. Проходит ли она в границах Польши или уходит на восток до Финского залива Балтийского моря А. А. Тахтаджян оставляет на усмотрение читателя своей книги. Точнее сказать территории от Польши до Финского залива – зона географической неопределенности флористически однозначной провинции.

Неоднозначность флористических провинций содержит в своей основе не только принцип неопределенности, но и неоднозначность методических подходов к районированию. Яркий пример тому Арктическая провинция Циркумбореальной области.

А. А. Тахтаджян принимает эту провинцию как охватывающую Гренландию, Исландию, северные безлесные районы Норвегии, Финляндию, европейскую часть бывшего СССР и Сибири, безлесные районы Северной Америки, а так же северные острова. Вместе с тем, он пишет: «Как указывает В. Н. Васильев..., «В настоящее время можно считать точно установленным, что растительность любого меридианального отрезка тундровой зоны представляет собой в основном обедненный дериват соответствующего меридианального отрезка лесной зоны»... Это несомненно интересная идея Васильева заслуживает внимания, и не исключено, что в будущем

придется отказаться от самостоятельной циркумполярной арктической провинции» [Тахтаджян, 1978, стр. 30].

Вполне очевидно, что принимая арктическую провинцию, А. Л. Тахтаджян сильно сомневается в ее объективности.

О проблемах с провинциями А. Л. Тахтаджян пишет и во «Введении» к книге «Флористические области Земли». «При флористическом районировании мы обычно интуитивно следуем правилу, чтобы флористические различия между хорионами (например, провинциями) были обратно пропорциональны их размерам. Другими словами, чем меньше территория устанавливаемой нами провинции (или хориона любой другой категории), тем сильнее должно быть выражено его флористическое своеобразие, и наоборот. Так, например, такие провинции, как Восточноевропейская, Североамериканская и Западносибирская, не отличаются сколько-нибудь значимым флористическим своеобразием и эндемизм в этих провинциях слабо выражен (особенно в двух последних); но так как эти провинции занимают обширные территории, то их выделение представляется целесообразным. Вместе с тем нельзя признать правильным выделение на Кавказе 19 провинций..., как это сделал много лет назад Н. И. Кузнецов... В последствии А. А. Гроссгейм и Д. И. Сосновский... разделили Кавказский перешеек на 10 провинций и, таким образом, почти вдвое сократили число провинций, установленных Кузнецовым. Позднее Гроссгейм... довел число этих провинций до 9, а автор этой книги... - до 7.

К сожалению, во многих узкорегionalных хориономических работах, в которых флористическое районирование проводится в отрыве от районирования флористической области в целом, наблюдается тенденция к преувеличению ранга внутрипровинциальных различий и к возведению подпровинций и даже округов в самостоятельные провинции» [Тахтаджян, 1978, стр. 21-22].

Оставим флористам разборки со спецификацией ботанических провинций, уяснив для себя, что пока флористические провинции не являются однозначным и объективным инструментом исследований и флорогенеза, и эндемизма видов, и закономерностей их расселения.

Для изучения расселения видов растений необходимы географические определенности, которые бы вместе с тем согласовывались с хориономической объективностью флористических царств и областей.

Глава 3. Расселение растений: ареалогические районы

Расселение растений обусловлено их адаптивными способностями, которые формируются в ходе эволюционного процесса. «В процессе эволюции вырабатывается такая стратегия генов и стратегия фенотипов, которая на данном уровне эволюционного развития дает максимальное значение функции пользы для вида» [Тахтаджян, 1966, стр. 14].

Выделяют несколько адаптивных стратегий. Дж. Грайм [Grime, 1978] выделяет три основные адаптивные стратегии высших растений: конкурентную, толерантную к стрессу и рудеральную. Конкурентная стратегия обеспечивает устойчивость видов в устойчивых фитоценозах с высокой степенью конкуренции между растительными компонентами. Толерантная к стрессу стратегия оказывается эффективной в условиях абиотической неблагоприятности внешней среды, когда межвидовая конкуренция слаба. Рудеральная стратегия – стратегия заселения ранее не занятых растительностью мест. По классификации Дж. Грайма конкурентная стратегия свойственна многолетним травам, кустарникам и деревьям, толерантная – лишайникам, многолетним травам, кустарникам и деревьям, рудеральная – однолетним травам. О. В. Смирнова [1980] характеризует выше описанные стратегии как конкурентную, толерантную и реактивную.

Три описанные выше стратегии являются весьма широкими обобщениями. Особенно толерантности к стрессам. Различные абиотические стрессы требуют различных механизмов защиты [Альтергот, 1981; Генкель, 1982; Туманов, 1979; Строганов, 1973; Механизмы..., 1976; Холодостойкость растений, 1983]. Различные конструкции – жизненные формы растений – обладают различными способностями для реализации механизмов защиты от стрессов. Травы могут «убегать» от стрессовых воздействий, жертвуя на период их наличия всеми надземными органами. Древесные растения, надземные органы которых, как правило, сохраняются в течение всей жизни организма, вынуждены всякие раз противостоять возникающему абиотическому стрессу. Очевидно, что стратегии устойчивости к абиотическим стрессам (холод, жара) будут у трав и деревьев различными.

Б. Н. Головкин [1988], изучавший адаптацию растений в условиях Субарктики, показывает различные адаптивные стратегии в этих условиях травянистых и древесных растений. Для травянистых растений при дефиците тепла и избыточности холода адаптивными являются либо растянутость, либо наоборот резкая ускоренность темпов индивидуального развития. У древесных растений адаптивная стратегия прежде всего связана с особенностями формирования годичного прироста побегов. Оптимальным в этих условиях является раннее интенсивное их отрастание с незначительным приростом.

Различие адаптационных стратегий древесных и травянистых растений предполагает различия расселения древесных и травянистых форм. Поэтому, выбрав объектом исследований древесные растения евроазиатской части Голарктического царства мы должны разобраться с закономерностями расселения здесь древесных форм. Сводки «Ареалы деревьев и кустарников СССР», опубликованные С. Я. Соколовым с коллегами [1977, 1980, 1986], являются необходимыми и достаточными источниками информации для такого анализа.

В обсуждаемом трехтомнике анализируются расселение видов древесных растений, природные ареалы которых обязательно охватывали территории бывшего СССР. Для

этих территорий приводятся картографические материалы по каждому виду. Вместе с тем в текстовой части приводятся описания природных ареалов видов и за пределами бывшего СССР. Такие текстовые описания распространяются и на территории бывшего СССР. В текстовых описаниях выражены как минимум два уровня географического обобщения – локальный и региональный. Для узко расселенных видов локальное описание может характеризовать единичные места обитания со ссылками на близлежащие населенные пункты. Понятно, что локальные описания крайне различны для различных видов и опускаются авторами сводки для видов с широкими ареалами. Для описания ареалов широко расселенных видов и географической привязки локальных описаний использованы региональные описания. Такие описания характеризуют регионы произрастания растений. К ним в работе С. Я. Соколова с коллегами [1977, 1980, 1986] относятся:

- | | |
|---------------------|--------------------------------------|
| - Северная Америка; | - Средняя Азия; |
| - Дальний Восток; | - Европейская часть
бывшего СССР; |
| - Восточная Сибирь; | - Скандинавия; |
| - Монголия; | - Западная Европа; |
| - Западный Китай; | - Малая Азия; |
| - Западная Сибирь; | - Северная Африка. |
| - Казахстан; | |

Такие обобщающие характеристики расположения ареалов древесных растений не случайны, хотя по площадям занимаемых территорий весьма различны. Прежде всего они характеризуются географической конкретикой, однозначностью границ принимаемых территориальных единиц. Вместе с тем они учитывают опыт обобщения данных по более тысячи видов древесных растений (деревьев, кустарников, кустарничков, полукустарников), осуществленного авторами «Ареалов деревьев и кустарников СССР». Именно такой опыт позволил им объединить в обобщении «Восточная Сибирь» территории и Восточной и Средней Сибири, сделать другие, на первый взгляд, возможно, неожиданные обобщения. Региональные характеристики С. Я. Соколова и его коллег можно рассматривать как прообразы ареалогических районов.

Под ареалогическим районом мы предлагаем понимать однозначно определяемую в географических границах территорию суши с однозначной или заданно разнохарактерной спецификой флорогенеза и выраженной специфичностью процессов расселения растений. Под специфичностью процессов расселения подразумевается увеличенное или, наоборот, редуцированное представительство в ареалогическом районе древесных растений той или иной систематической группы или нескольких таких групп. Под однозначностью флорогенеза мы понимаем принадлежность территорий ареалогического района одной флористической области. Под заданно разнохарактерной специфичностью флорогенеза мы предлагаем понимать микширование на ограниченной территории двух и более флорогенетических процессов, узкую сопряженность двух и более флористических областей. В предыдущей главе мы обсуждали принцип неопределенности во флористическом районировании. Там, где относительная узость географического пространства на стыке флористических областей предполагает исторические переплетения нескольких флористических процессов, целесообразнее на уровне ареалогического района объединять территории нескольких флористических областей, а не порождать множество «микрорайонов» с

весьма неоднозначными географическими границами. Понятия «специфичности расселения» растений и «заданной разнохарактерности» флорогенетических процессов будут дополнительно пояснены на примерах конкретных ареалогических районов.

Из предложенных С. Я. Соколовым с коллегами региональных ареалогических обобщений не все удовлетворяют требованиям, предлагаемыми нами для ареалогических районов. «Дальний Восток», «Казахстан», «Европейская часть СССР», которую в рамках современной геополитической системы правильнее определить как «Восточная Европа», «Западная Европа», «Малая Азия» объединяют территории нескольких флористических областей.

По Дальнему Востоку проходит граница раздела Циркумбореальной и Восточноазиатской областей Бореального подцарства. Мы предлагаем рассматривать Восточноазиатскую флористическую область как самостоятельный ареалогический район, который согласно представлениям, изложенным в предыдущей главе, был исходным «пунктом» расселения цветковых растений в Голарктическом царстве. Северную часть Дальнего Востока приходящуюся на территории Циркумбореальной флористической области мы объединяем с Восточной Сибирью в ареалогический район «Северо-Восточная Азия».

Территории Казахстана относятся к Циркумбореальной области Бореального подцарства и к Ирано-Туранской флористической области Древнесредиземноморского подцарства. В соответствии с этим будет правильно подразделить территории Казахстана на «Бореальный Казахстан» (территории Циркумбореальной флористической области) и «Туранский Казахстан». «Туранский Казахстан», как и объединенная категория С. Я. Соколова и его коллег [1977, 1980, 1986] «Казахстан» не включает Сырдарьинского Каратау и Западно-Тянь-Шанских территорий Казахстана. Эти территории отнесены С. Я. Соколовым и его коллегами к «Средней Азии». Мы считаем необходимым переименовать «Среднюю Азию» в «Центральную Азию», включив в этот ареалогический район не только территории отнесенные С. Я. Соколовым с коллегами к Средней Азии, но и Ирано-Туранские территории Ирана, Пакистана, Афганистана, Гималаев, Тибетского нагорья и Кунь-Луня. При такой трактовке ареалогического района «Центральная Азия» к ареалогическому району «Западный Китай» относятся Ирано-Туранские территории этой страны без выше указанных горных систем.

«Европейская часть СССР», или как мы уточнили «Восточная Европа», содержит в себе территории Крыма и Кавказа, флорогенез которых крайне разнообразен. А. Л. Тахтаджян [1978] выделяет Крымско-Новороссийскую провинцию Средиземноморской флористической области, в которую входят Южный Крым и Западное Закавказье. Эта провинция имеет относительно области в целом «островной» характер, не имеет с другими территориями Средиземноморской области ни сухопутной, ни даже прямой морской сопряженности. По Кавказскому перешейку между Черным и Каспийским морями проходит граница раздела Циркумбореальной и Ирано-Туранской флористических областей, Древнесредиземноморского и Бореального флористических подцарств. Как мы уже отмечали, в ледниковые эпохи последних 500 тыс. лет Крым и Кавказ характеризовались периодически возникавшей сухопутной общностью территорий. Наличие на таком относительно узком географическом пространстве как Крым и Кавказский перешеек трех флористических областей (или, если посчитать спорным принадлежность Крымско-Новороссийской провинции Средиземноморской

области, двух флористических областей) при очевидной геоисторической и флорогенетической общности этих территорий делает предпочтительным формирование здесь одного ареалогического района с заданно разнохарактерной спецификой флорогенеза. Мы определяем этот ареалогический район как «Крымско-Кавказский», относя к нему полуостров Крым, побережье Азовского моря, Предкавказье и Закавказье, Большой и Малый Кавказ на территориях Украины, России, Грузии, Армении и Азербайджана. Остальные территории «Европейской части СССР» мы объединяем в ареалогический район «Восточная Европа».

Территории Западной Европы принадлежат двум флористическим областям (Циркумбореальной и Средиземноморской) и двум флористическим подцарствам (Бореальному и Древенесредиземноморскому). Это является обоснованным поводом для выделения на территориях Западной Европы двух ареалогических районов. Но такое подразделение оказывается нецелесообразным из-за двух проблем. Во-первых, это неоднозначность у различных авторов европейских границ Средиземноморской области. Речь прежде всего идет о западных и восточных границах, а также об отдельных территориях на Пиренейском и Балканском полуостровах [Тахтаджян, 1978]. Отсутствие однозначности географических границ областей определяет невозможность дифференциации ареалогических районов. Во-вторых, данные об ареалах видов Западной Европы С. Я. Соколовым с коллегами зачастую не подразделяются на Средиземноморскую и Бореальную принадлежность территорий. В силу двух обсужденных выше обстоятельств мы сочли возможным и необходимым рассматривать Западную Европу как один ареалогический район с заданно разнохарактерной спецификой флорогенеза.

Примерно такая же ситуация как с Западной Европой складывается и с Малой Азией, только здесь происходит взаимодействие трех флористических областей: Циркумбореальной, Средиземноморской и Ирано-Туранской. Взаимодействие трех областей еще более усиливает географический эффект флористического принципа неопределенности. Поэтому мы рассматриваем Малую Азию как один ареалогический район «Западная Азия», прибавляя к нему все азиатские средиземноморские побережья до Суэцкого канала.

В след за С. Я. Соколовым с коллегами мы рассматриваем Северную Америку и Северную Африку как отдельные ареалогические районы для евроазиатских растений. Формально Северо-Американский район соответствует Циркумбореальной флористической области, а Северо-Африканский – Средиземноморской флористической области. Однако следует отметить, что в Северо-Африканском районе не исключены территориальные элементы Сахаро-Аравийской области, а в Северо-Американском ареалогическом районе – географическое присутствие флористической области Скалистых гор. В этом контексте эти два ареалогических района могут рассматриваться как районы с потенциальной разнокачественностью флорогенетических процессов.

С учетом выше изложенного мы предлагаем на евроазиатских территориях Голарктического флористического царства 13 ареалогических районов, дополняемых одним Северо-Американским и одним Северо-Африканским региональными районами (таблица 3.1).

Таблица 3.1. Географические уточнения территорий ареалогических районов и их принадлежность флористическим областям

Ареалогические районы		Географические уточнения территорий ареалогических районов	Принадлежность ареалогических районов флористическим областям	
Индексы	Названия			
1 2	Северная Америка Северо-восточная Азия	Северные Курильские острова, Камчатка, Чукотка, побережье Охотского моря севернее острова Сахалин, Восточная и Центральная Сибирь (до р. Енисей)	Циркумбореальная	
3 4 5	Западная Сибирь Монголия Бореальный Казахстан	С запада по главному водоразделу Урала Территории Казахстана, расположенные севернее границы ландшафтных зон «степи»-«пустыни», Казахстанский Алтай		
6	Восточная Европа	Европейская часть России, Финляндия, Латвия, Эстония, Литва, Белоруссия, Молдова, Украина		
7	Скандинавия	Скандинавский полуостров без выше указанных территорий		
8	Западная Европа	Европейские территории кроме вышеуказанных и Крыма, Предкавказья и Кавказа		Циркумбореальная и Средиземноморская
9	Восточная Азия	Приамурье, Приморский край, остров Сахалин и южные Курильские острова, Северо-восточный Китай, Корейский полуостров, острова Японии		Восточноазиатская
10 11	Западный Китай Туранский Казахстан	Включая весь Тибет Территории Казахстана, расположенные южнее границы ландшафтных зон «степи»-«пустыни» кроме Западно-тянь-шаньских территорий и Сырдарьинского Каратау		Ирано-Туранская
12	Центральная Азия	Горные системы Центрального и Западного Тянь-Шаня, Памиро-Алай, Гиндукуш, Гималаи, Иранское нагорье, равнинные территории Узбекистана и Туркменистана		
13	Крым, Кавказ	Включая Предкавказье и Закавказье	Ирано-Туранская и Циркумбореальная	
14	Западная Азия	Полуостров Малая Азия, север Аравийского полуострова, Синайский полуостров	Ирано-Туранская, Циркумбореальная и Средиземноморская	
15	Северная Африка		Средиземноморская	

По данным С. Я. Соколова с коллегами [Сколов и др., 1977, 1980, 1986] и выше обсужденной номенклатуре ареалогических районов даны описания природных ареалов видов древесных растений 6 систематических групп: Coniferophyta, Gnetophyta, Ranunculidae, Hamamelididae, Caryophyllidae и Rosidae (Приложение А). На основании этих данных проведен анализ представительности в ареалогических районах 571 вида древесных растений (таблица 3.2). Из него следует, что исследуемые виды различных систематических групп растений в различной степени представлены в обсуждаемых ареалогических районах. Со статистической значимостью представленность исследуемых видов систематической группы различна в исследуемом спектре ареалогических

районов (Приложение В). Такие же различия выявляются между представительностью различных систематических групп в одном ареалогическом районе (Приложение С). Данные таблицы 3.2 и Приложений В и С обобщены в таблице 3.3, в которой осуществлено ранжирование с учетом результатов статистического анализа видовой представительности систематических групп растений в ареалогических районах и классификация ареалогических районов по заселенности видами исследуемых систематических групп. При ранжировании по каждой изучаемой систематической группе по всем анализируемым ареалогическим районам определялись ранги долевого участия видов от числа исследуемых. Рангу «1» соответствовала минимальная представительность видов данной систематической группы в ареалогическом районе, рангу «15» - максимальная. Если долевого участия видов данной систематической группы не характеризовались статистически значимыми отличиями в нескольких ареалогических районах, то для каждого из таких районов устанавливали единый ранг, равный среднему по этим районам.

Таблица 3.2. Число (числитель) и долевое участие (% , знаменатель) исследованных видов от общего числа в систематической группе по ареалогическим районам

индексы ареалог. районов	Систематические группы растений						
	Conifero phyta	Gneto phyta	Ranun culidae	Hamame lididae	Caryoph yllidae	Rosidae	Все иссле- дуемые
1	1/1,9	0/0,0	0/0,0	3/6,0	0/0,0	4/1,0	8/1,4
2	14/26,4	0/0,0	6/21,4	18/36,0	2/5,4	58/14,9	98/17,2
3	10/18,9	2/14,3	3/10,7	9/18,0	2/5,4	34/8,7	60/10,5
4	11/20,8	4/28,6	6/21,4	10/20,0	4/10,8	40/10,3	75/13,1
5	6/11,3	1/7,1	5/17,9	6/12,0	7/18,9	28/7,2	53/9,3
6	13/24,5	1/7,1	5/17,9	14/28,0	2/5,4	72/18,5	107/18,7
7	2/3,8	0/0,0	0/0,0	0/0,0	0/0,0	4/1,0	6/1,1
8	13/24,5	2/14,3	4/14,3	13/26,0	0/0,0	61/15,7	93/16,3
9	20/37,7	0/0,0	7/25,0	22/44,0	0/0,0	61/15,7	110/19,3
10	7/13,2	6/42,9	7/25,0	2/4,0	12/32,4	29/7,5	63/11,0
11	8/15,1	7/50,0	7/25,0	4/8,0	23/62,2	54/13,9	103/18,0
12	13/24,5	12/85,7	18/64,3	10/20,0	24/64,9	146/37,5	227/39,8
13	10/18,9	4/28,6	7/25,0	21/42,0	6/16,2	176/45,2	224/39,2
14	10/18,9	1/7,1	6/21,4	8/16,0	3/8,1	70/18,0	98/17,2
15	0/0,0	0/0,0	1/3,6	2/4,0	1 /2,7	9/2,3	13/2,3
Всего	53/100,0	14/100,0	28/100,0	50/100,0	37/100,0	389/100,0	571/100,0

Данные таблицы 3.3 раскрывают специфичность процессов расселения растений в обсуждаемых ареалогических районах. Три ареалогических района – Северная Америка, Скандинавия и Северная Африка – характеризуются минимальной представительностью исследуемых видов всех анализируемых систематических групп растений без существенности различий между такими группами. В отношении Северной Америки и Северной Африки такие минимальные показатели характеризуют не разнообразие дендрофлоры ареалогических районов, а ограниченности видовой общности древесных растений между Евразией и Северной Америкой, Северной Африкой. Напомним, что во взятой нами за основу сводке описаний природных ареалов растений [Соколов и др., 1977, 1980, 1986], даны характеристики только тех видов, при-

родный ареал которых охватывает территории бывшего СССР. Виды, произрастающие только в Северной Америке, или только в Северной Африке в этом источнике не указываются. Низкие характеристики представительности евроазиатских растений в этих ареалогических районах позволяют делать вывод об ограниченности видовой общности дендрофлоры Евразии и Северной Америки, Северной Африки.

Таблица 3.3. Ранжирование с учетом результатов статистического анализа видовой представительности изучаемых систематических групп растений в ареалогических районах и обобщающая классификация ареалогических районов по заселенности видами исследуемых систематических групп.

Знаком + отмечены статистически значимые максимумы в ареалогическом районе между систематическими группами. Индексы классификации представительности видов: L – низкая; LM – ниже среднего; IM – выше средней; H – высокая.

индексы ареало- гических районов	Систематические группы растений						Средние ранги – числитель и классификация – знаменатель
	Conifero phyta	Gneto phyta	Ranun culidae	Hamame lididae	Caryoph yllidae	Rosidae	
1	2,5	6,5	2,5	4,5	5,0	2,0	3,83/L
2	9,5	6,5	9,5	+11,0	5,0	10,5	8,67/ИМ
3	+9,5	6,5	2,5	4,5	5,0	5,5	5,58/LM
4	+9,5	+6,5	+9,5	+11,0	10,0	5,5	8,67/ИМ
5	2,5	6,5	+9,5	4,5	+11,5	5,5	6,67/LM
6	+9,5	6,5	+9,5	+11,0	5,0	+10,5	8,67/ИМ
7	2,5	6,5	2,5	4,5	5,0	2,0	3,83/L
8	+9,5	6,5	9,5	+11,0	5,0	10,5	8,67/ИМ
9	+15,0	6,5	9,5	+14,5	5,0	10,5	10,17/H
10	9,5	+13,5	9,5	4,5	+13,0	5,5	9,25/H
11	9,5	+13,5	9,5	4,5	+14,5	10,5	10,83/H
12	9,5	+15,0	+15,0	+11,0	+14,5	+14,0	13,17/H
13	9,5	6,5	9,5	+14,5	11,5	+15,0	11,08/H
14	9,5	6,5	9,5	4,5	5,0	10,5	7,58/ИМ
15	2,5	6,5	9,5	4,5	5,0	2,0	3,83/L

Формально, следуя тому, что территории Скандинавии не относятся к территориям бывшего СССР, аналогичный вывод можно было бы сделать и по этому ареалогическому району. Однако, так как существенный эндемизм растений не характерен для Скандинавии [Тахтаджян, 1978], в отношении этого ареалогического района более правомерен вывод об ограниченности разнообразия дендрофлоры.

Два ареалогических района – Западная Сибирь и Бореальный Казахстан – характеризуются уровнем представительности древесных ниже среднего на анализируемых территориях Евразии. При анализе 15 ареалогических районов и при индивидуальности представительности растений в каждом из них средний ранг такой представительности составил бы 7,5. Для Западной Сибири средний ранг представительности всех изучаемых систематических групп составляет 5,58, а для Бореального Казахстана – 6,67. При сходности обобщающих характеристик видového разнообразия древесных растений эти ареалогические районы характеризуются специфичностью преобладания систематиче-

ских групп. В Западной Сибири наиболее широко представлены виды *Coniferophyta* и *Hamamelididae*, а в Бореальном Казахстане – *Ranunculidae* и *Caryophyllidae*. И по Западной Сибири, и по Бореальному Казахстану в соответствии с постановкой исследований анализировались данные о всех исследуемых видах, произрастающих на этих территориях. Поэтому обсуждаемые данные свидетельствуют о реальной ограниченности разнообразия дендрофлоры в сопоставлении с Евразией в целом.

В пяти ареалогических районах обобщенная видовая представительность изучаемых систематических групп выше среднего уровня без реализации максимумов видовой представительности отдельных систематических групп. При этом каждый из таких ареалогических районов имеет выраженную специфичность процессов расселения растений. В ареалогическом районе Северо-Восточная Азия преобладают *Hamamelididae*, в ареалогическом районе Западная Европа – *Hamamelididae* и *Coniferophyta*. *Hamamelididae* и *Coniferophyta* характеризуются наиболее широкой видовой представительностью и в ареалогических районах Монголия и Восточная Европа. Но и у этих районов выражена специфичность. На территориях Монголии преобладающими также являются *Gnetophyta* и *Ranunculidae*, в то время как на территориях Восточной Европы – *Ranunculidae* и *Rosidae*. В ареалогическом районе Западная Азия статистически значимые отличия между представительностью исследуемых систематических групп растений отсутствуют.

Остальные пять ареалогических районов мы определяем, как районы с высоким видовым разнообразием. Общими характеристиками таких ареалогических районов являются средние ранги представительности систематических групп выше среднего уровня в Евразии и наличие в ареалогическом районе статистически достоверного максимума или субмаксимума (достоверное отличие как от ареалогического района с максимальной видовой распространенностью, так и от ареалогических районов с более низкой видовой распространенностью) видовой представительностью систематической группы растений или нескольких таких групп. К выявляемым таким образом очагам видового разнообразия относятся ареалогические районы Восточная Азия, Западный Китай, Туранский Казахстан, Центральная Азия и Крым - Кавказ. В Восточной Азии реализованы абсолютные максимумы видовой представительности *Hamamelididae* и *Coniferophyta*, на территориях Крыма и Кавказа - *Hamamelididae* и *Rosidae*. Ареалогический район Центральная Азия характеризуется абсолютными максимумами видовой представительности *Gnetophyta*, *Ranunculidae*, *Caryophyllidae* и субмаксимум *Rosidae*. На ареалогический район Туранский Казахстан приходится абсолютный максимум видовой представительности *Caryophyllidae* и субмаксимум *Gnetophyta*. Ареалогический район Западный Китай характеризуется субмаксимумами видовой представительности *Gnetophyta* и *Caryophyllidae*.

Как показала классификация ареалогических районов по заселенности видами исследуемых систематических групп, 12 из предложенных нами ареалогических районов характеризуются абсолютной, статистически значимой специфичностью. Три ареалогических района – Северная Америка, Северная Африка и Скандинавия – характеризующиеся минимальной представительностью древесных евроазиатских растений, характеризуются также различной спецификой заселения евроазиатскими растениями. В Северной Америке и Северной Африке растения с евроазиатским ареалом малочисленны. Скандинавия же является территорией с весьма обедненной представительностью видовой дендрофлоры.

Проведенный анализ расселения исследованных видов растений показал, что различные систематические группы растений характеризуются различными закономерностями расселения видов по анализируемой совокупности ареалогических районов. Каждой из систематических групп растений присущи очаг или очаги видового разнообразия и территории, на которых представительность видового разнообразия снижается до минимальной или даже до нулевой. Одни и те же ареалогические районы могут иметь различное значение в расселении древесных растений различных систематических групп.

Систематическая специфичность расселения организмов хорошо известна из опыта флористического и зоологического районирования территорий.

«У некоторых биогеографов (преимущественно зоографов) нет... уверенности в том, что... универсальная хориономическая система вообще возможна. Так как высшие таксоны органического мира имеют неодинаковый геологический возраст, имели разные центры географической радиации, и, следовательно мигрировали в разных направлениях, то возникает сомнение в том, что палеогеографические изменения суши могли отразиться одинаковым образом на их современном распространении. Действительно, современное распространение рептилий и папоротников, например, во многом отличается от распространения значительно более молодых млекопитающих и цветковых растений. Из фактов такого рода делается вывод, что для каждой крупной систематической группы нужно устанавливать свою особую систему хорионов» [Тахтаджян, 1978, стр. 25].

Сам А. Л. Тахтаджян [1978] в след за П. Дж. Даллингтоном, считал, что возможна единая система хорионов как «среднее» для всех основных групп того или иного царства организмов. При этом «осредненная» система хорионов предлагается в качестве эталона для оценки уклонений эволюционных процессов и расселения систематических групп данного царства. Более того, А. Л. Тахтаджян предполагает унифицирование в единую систему хорионов для различных царств организмов: «В идеале такая система должна быть основана на синтезе данных о распространении всех ныне живущих организмов, за исключением видов с космополитным ареалом. Но в настоящее время это не осуществимо уже по той простой причине, что как систематика, так и географическое распространение многих организмов, например многих беспозвоночных, грибов и даже ряда групп высших растений (в том числе цветковых), изучены еще совершенно недостаточно» [Тахтаджян, 1978, стр. 26].

Не станем обсуждать преимущества и недостатки единой системы хорионов, но отметим, что предлагаемая нами система ареалогических районов евроазиатских древесных растений выявляет особенности расселения различных систематических групп растений. Особый интерес представляют ареалогические районы – очаги видового разнообразия данной систематической группы растений. Н. И. Вавилов [1987] сформулировал представление о центрах видового разнообразия растений как о центрах происхождения культурных пород и сортов. Но важнее даже не это, а то, что центры видового разнообразия были приравнены к географическим обособленным очагам филогенетических процессов. В этом контексте ареалогические районы – центры видового разнообразия определенных систематических групп растений могут рассматриваться как центры филогенетических процессов данных систематических групп.

Глава 4. Расселение растений: комплексы ареалогических районов и их группы.

Установив ареалогические районы евроазиатских древесных растений и их специфичность перейдем к следующему вопросу. Он может быть сформулирован следующим образом: занимают ли природные ареалы видов древесных растений более одного ареалогического района и, если такое происходит, то каковы закономерности распространенности природных ареалов, охватывающих различное число ареалогических районов?

Для ответа на этот вопрос по материалам приложения А нами проанализировано число ареалогических районов, включаемых в природные ареалы исследованных видов. Результаты такого анализа с обобщением по родам сведены в таблице 4.1. В ней анализируются данные по 571 виду 27 родов. Установлено, что природный ареал может охватывать от 1 до 12 ареалогических районов. Обобщение данных по всем исследуемым видам приводит к математической модели вида

$$Q_i = 50 / X_i - 4,6,$$

где X_i – число ареалогических районов охваченных природным ареалом видов, Q_i - доля видов, природные ареалы которые охватывают i ареалогических районов от общего числа исследуемых видов, %.

Из приведенной математической модели следует, что доля видов тем больше, чем меньше число ареалогических районов охватывается их природными ареалами. Полученное уравнение – уравнение обратной зависимости между числом ареалогических районов, в которых расселены виды, и долей таких видов. Однако, как следует из материалов таблицы 4.1, далеко не все исследованные рода подчиняются этой зависимости. Из 27 исследованных родов однозначная обратная зависимость, предполагаемая уравнением, реализована только у трех родов (*Corylus*, *Berberis*, *Calligonum*). У остальных исследованных родов имеет место комбинирование нескольких типов зависимости между числом ареалогических районов, охваченных природными ареалами видов, и долевым участием таких видов.

У 11 исследованных родов (*Abies*, *Atraphaxis*, *Spiraea*, *Rubus*, *Rosa*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Pyrus*, *Cerasus*, *Amygdalus*) описанная выше зависимость реализуется при охвате природными ареалами видов малого (2-5) числа ареалогических районов, а затем следует противоречащее зависимости увеличение долевого участия видов с охватом природным ареалом большого числа ареалогических районов.

У двух родов (*Caragana*, *Ulmus*) имеет место увеличение долевого участия видов с увеличением охвата их ареалами числа ареалогических районов от 1 до 3, а при большем числе ареалогических районов доленое участие видов снижается. Такая зависимость, комбинируемая при охвате ареалом вида большого числа ареалогических районов с дополнительным пиком (пиками) долевого участия видов реализована у 10 родов (*Juniperus*, *Larix*, *Pinus*, *Picea*, *Alnus*, *Betula*, *Clematis*, *Ribes*, *Quercus*, *Cornus*).

Таблица 4.1. Число видов, природный ареал которых охватывает различное число ареалогических районов, у исследованных родов с выявленным числом видов более 5

Систематическая группа	Рода	Число ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида												Всего видов
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Coniferales	Abies	6	2				1							9
	Larix	3	4	1			1							9
	Piceae	2	4	1			1							8
	Pinus	2	2	3		1	1							9
	Juniperus	5		6	3	2	2							18
	Ephedra	3	3	3	3	2								14
Hamamelidaceae	Ulmus	1		2	2	1	1							7
	Quercus	2	4	1	2									9
	Corylus	2	2	1	1									6
	Alnus	2	6	1	1	1		1						12
	Betula	6	4	1		2	2					1		16
Ranunculaceae	Berberis	5	5	2	1	1								14
	Clematis	5	1	3	2	1			2					14
Polegonaceae	Calligonum	6	8	4										18
	Atraphaxis	8	3	2	1	3	1	1						19
Rosidae	Ribes	10	6	12	2	2	1		1					34
	Spiraea	7	6	5	2	2	1	1		1				25
	Rubus	26	10		3		1	1	1					42
	Rosa	45	12	7	11	1	4	1		1				82
	Cotoneaster	18	8	4		1	1	1					1	34
	Crataegus	32	12	10	2			1						57
	Sorbus	11	4	7	1	2	2							27
	Pyrus	28	2	3	1		1							35
	Cerasus	9	1	2	1		1							14
	Amygdalus	9	1	2	1	1								14
	Cornus	2	4			3								9
	Caragana	2	2	7	2	2	1							16
Число видов		257	116	90	42	28	23	7	4	2		1	1	571
Доля видов, %		44,9	20,3	15,8	7,4	4,9	4,0	1,2	0,7	0,4		0,2	0,2	100,0
Модель % $U = 50/x - 4,6$		45,4	20,4	12,1	7,9	5,4	3,7	2,5	1,6	1,0	0,4	0,0		

У одного рода (*Ephedra*) зависимость между долевым участием видов и числом охваченных их природными ареалами ареалогических районов не выражена.

Из приведенных обсуждений следует, что только половина (51,9 %) родов полностью или частично следуют уравнению $y = 50 / x - 4,6$. У другой половины исследованных родов такая зависимость не выражена. У таких родов большей распространенностью, чем виды с природным ареалом, локализованным в одном ареалогическом районе, характеризуются виды, чей природный ареал охватывает несколько ареало-

гических районов. Другой важный вывод, следующий из проведенных исследований, это то, что у 77,8 % исследованных родов имеет место комбинирование нескольких типов зависимостей долевого участия видов от числа ареалогических районов. У различных родов растений зависимости между распространенностью видов и широтой их природного ареала различны. Специфика таких зависимостей не является заданностью систематической группы, к которой относится род.

Вместе с тем имеются и систематически определяемые особенности природного ареала вида. Для их выявления мы обобщили данные таблицы 4.1 на уровне семейств в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Число (числитель) и доля (% , знаменатель) исследованных видов с природным ареалом, охватывающим различное число ареалогических районов, по семействам

Семейства	Число ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида												Всего исследовано видов
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ephedraceae	$\frac{3}{21,4}$	$\frac{3}{21,4}$	$\frac{3}{21,4}$	$\frac{3}{21,4}$	$\frac{2}{14,4}$								$\frac{14}{100,0}$
Berberidaceae	$\frac{5}{35,7}$	$\frac{5}{35,7}$	$\frac{2}{14,4}$	$\frac{1}{7,1}$	$\frac{1}{7,1}$								$\frac{14}{100,0}$
Pinaceae	$\frac{13}{37,1}$	$\frac{12}{34,3}$	$\frac{5}{14,3}$		$\frac{1}{2,9}$	$\frac{4}{11,4}$							$\frac{35}{100,0}$
Cupressaceae	$\frac{5}{27,8}$		$\frac{6}{33,3}$	$\frac{3}{16,7}$	$\frac{2}{11,1}$	$\frac{2}{11,1}$							$\frac{18}{100,0}$
Fabaceae	$\frac{2}{12,5}$	$\frac{2}{12,5}$	$\frac{7}{43,8}$	$\frac{2}{12,5}$	$\frac{2}{12,5}$	$\frac{1}{6,2}$							$\frac{16}{100,0}$
Polygonaceae	$\frac{14}{37,9}$	$\frac{11}{29,7}$	$\frac{6}{16,2}$	$\frac{1}{2,7}$	$\frac{3}{8,1}$	$\frac{1}{2,7}$	$\frac{1}{2,7}$						$\frac{37}{100,0}$
Ranunculaceae	$\frac{5}{35,8}$	$\frac{1}{7,1}$	$\frac{3}{21,4}$	$\frac{2}{14,3}$	$\frac{1}{7,1}$			$\frac{2}{14,3}$					$\frac{14}{100,0}$
Grossulariaceae	$\frac{10}{29,5}$	$\frac{6}{17,6}$	$\frac{12}{35,3}$	$\frac{2}{5,9}$	$\frac{2}{5,9}$	$\frac{1}{2,9}$		$\frac{1}{2,9}$					$\frac{34}{100,0}$
Betulaceae	$\frac{10}{29,4}$	$\frac{12}{35,4}$	$\frac{3}{8,8}$	$\frac{2}{5,9}$	$\frac{3}{8,8}$	$\frac{2}{5,9}$	$\frac{1}{2,9}$				$\frac{1}{2,9}$		$\frac{34}{100,0}$
Rosaceae	$\frac{185}{56,1}$	$\frac{56}{17,0}$	$\frac{40}{12,1}$	$\frac{22}{6,7}$	$\frac{7}{2,1}$	$\frac{11}{3,3}$	$\frac{5}{1,5}$	$\frac{1}{0,3}$	$\frac{2}{0,6}$			$\frac{1}{0,3}$	$\frac{330}{100,0}$

Из материалов таблицы 4.2 следует, что для различных семейств растений свойственно различное максимальное число ареалогических районов, включаемых в природные ареалы видов. Для Ephedraceae и Berberidaceae такое максимальное число ареалогических районов составляет 5, для Pinaceae, Cupressaceae и Fabaceae – 6, для Polygonaceae – 7, для Ranunculaceae и Grossulariaceae – 8, для Betulaceae – 11, для Rosaceae – 12. Максимальное число ареалогических районов в природном ареале видов семейства не коррелирует с положением семейств в филогенетической системе [Mauseth, 2003]. Можно было бы предположить, что у эволюционно более продвинутых семейств природные ареалы видов могут быть шире, чем у более древних систематических групп. К такому предположению может привести максимальное

число ареалогических районов в природных ареалах Betulaceae и Rosaceae. Однако по систематическому положению Pinaceae и Cupressaceae безусловно «более ранние», чем Ephedraceae и тем более чем Berberidaceae, а максимальное число ареалогических районов, охватываемых природным ареалами видов Pinaceae и Cupressaceae больше, чем Ephedraceae и Berberidaceae.

Из таблиц 4.1. и 4.2 следует, что только у 45 % исследованных нами видов растений природный ареал ограничивается одним ареалогическим районом. У 55 % исследованных видов природные ареалы распространяются на территории двух и более ареалогических районов. Для такого вида природный ареал характеризуется комплексом ареалогических районов в которых произрастает вид.

Мы рассматриваем 15 ареалогических районов. В соответствии с комбинаторикой из них возможны 2082 комплекса, включающих 2-9, 11 и 12 районов (напомним, что ареалогические комплексы из 10 ареалогических районов нами не выявлены). Фактически нами установлено 82 таких ареалогических комплекса (таблица 4.3). Общее число реализованных ареалогических комплексов составляет 3,9 % от общего числа возможных согласно комбинаторике. Очевидно, что реальные ареалогические комплексы формируются не случайным путем, а на определенной отбирающей основе, сокращающей число комбинаций в 25 раз.

Таблица 4.3. Анализ соотношения возможных и реализованных комплексов ареалогических районов

Число ареалогических районов в комплексе (Nr)	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	Всего
Потенциально возможное число комплексов из 15 ареалогических районов	105	455	364	289	234	189	153	125	89	79	2082
Фактическое число реализованных комплексов ареалогических районов	11	16	14	17	13	6	2	1	1	1	82
Доля фактически реализованных комплексов от числа возможных, Qf, %	10,5	3,5	3,8	5,9	5,6	3,2	1,3	0,8	1,1	1,3	3,9
Расчетная доля (Qc, %) реализованных комплексов от числа возможных по уравнению $Qc=8,6-0,7 Nr$	7,2	6,5	5,8	5,1	4,4	3,7	3,0	2,3	0,9	0,2	
Qf – Qc, %	+3,3	-3,0	-2,0	+0,8	+1,2	-0,5	-1,7	-1,5	+0,2	+1,1	

Доля фактически реализованных комплексов ареалогических районов (Qf, %) от числа возможных согласно комбинаторике зависима от числа ареалогических районов, входящих в состав комплекса (Nr). Коэффициент корреляции равен – 0,779, достоверность корреляции 99 %. Взаимосвязь описывается уравнением

$$Qc = 8,6 - 0,7 Nr,$$

где Q_c – расчетная доля реализованных комплексов ареалогических районов (%), состоящих из N_r ареалогических районов. Согласно этому уравнению, увеличение состава ареалогического комплекса на один район приводит к снижению доли реализованных комплексов от числа потенциально возможных на 0,7 %. При высокой степени статистической объективности обсуждаемой зависимости Q_f и Q_c ни при одном из вариантов состава ареалогических комплексов не равны друг другу (таблица 4.3). Доля реализованных ареалогических комплексов из двух ареалогических районов выше расчетной почти в 2 раза, а вот доля реализованных ареалогических комплексов из 3 ареалогических районов почти в 2 раза ниже расчетной. Соотношение фактической и расчетной долей реализованных комплексов волнообразно зависимо от числа ареалогических районов, составляющих ареалогический комплекс. Исходное превышение Q_f над Q_c ($N_r = 2$) сменяется снижением ($N_r = 3; 4$). Затем снова следует превышение ($N_r = 5; 6$), сменяемое снижением ($N_r = 7; 8; 9$). А затем снова превышение ($N_r = 11; 12$). Выше мы отмечали, что различным семействам свойственно различное максимальное число ареалогических районов в ареалогическом комплексе, характеризующем природный ареал вида. Возможно волнообразный характер соотношения Q_f и Q_c отражает комбинаторику зависимостей, свойственных различным семействам, а еще точнее родам.

В природных ареалах видов древесных растений реализуется лишь 1/25 из сочетаний ареалогических комплексов, возможных согласно комбинаторике, предполагающей случайности таких сочетаний. Очевидно, что при «конструировании» реальных ареалогических комплексов действует определенные «правила отбора», которые необходимо установить.

Первым является правило сопряженности географических границ ареалогических районов, составляющих комплекс, которое может быть сформулировано следующим образом: Все ареалогические районы, составляющие комплексный природный ареал вида, характеризуются территориальной непрерывностью и сопряженностью географических границ. Этому правилу подчинены природные ареалы 87,6 % исследованных нами видов растений (приложение А). Для наглядности географической сопряженности ареалогических районов нами разработана схема их территориальной сопряженности (Рис. 1). Согласно этой схеме ареалогические районы являются территориально сопряженными если располагаются сопредельно в строках или столбцах данной схемы. Такая сопредельность соответствует географической сопредельности границ ареалогических районов. В предложенной схеме разрывы между районами в строках и столбцах соответствуют современной морской изоляции. Так как в эпохи оледенений, как показано в предыдущей главе, такая изоляция нарушалась, эта изоляция должна рассматриваться как замещающаяся в определенные моменты геисторического времени пространственной хотя бы частичной сопряженностью.

О такой «частичной» пространственной сопряженности правомерно говорить относительно ареалогических районов «Северная Америка» и «Северо-Восточная Азия», «Западная Европа» и «Западная Азия», «Северная Африка». Частичная пространственная сопряженность принималась нами во внимание при анализе ареалогических комплексов, включающих Северную Америку. О комплексах ареалогических районов, включающих Западную Европу и Западную Азию, Северную Африку без «дополнительных перемычек» речь пойдет ниже.

Завершая обсуждение схемы территориальной сопряженности ареалогических районов, необходимо отметить, что ареалогические районы «Восточная Азия» и «Центральная Азия» имеют географическую сопряженность. Граница между ними проходит по водоразделу Гималаев. Однако высокогорный характер сопряженности территорий позволяет рассматривать эти два ареалогические районы как изолированные друг от друга. При высотах местности 4000 м и более «перескакивание» древесных растений через хребты практически невозможно.

Как показал анализ природных ареалов 314 исследуемых видов с «комплексными» ареалами (приложение А), только у 12,4 % таких видов ареалы имеют разрывы сопряженности территорий. Наиболее распространенный из них (6,4 %) – произрастание вида и в Западной Азии, и в Западной Европе без выраженных территориальных переходов между этими ареалогическими районами. Очевидно, что такое «взаимодействие» ареалогических районов обусловлено их «частичной» сопряженностью, реализовавшейся в эпохи оледенений. Такой же «частичной» сопряженностью объясняется и произрастание видов как в Северной Африке, так и в Западной Европе без «сухопутных» мостиков в природных ареалах (0,6 %). Общая доля видов с полной (современной) и частичной (геоисторической) сопряженностью в природном ареале ареалогических районов составляет 94,6 %. Это позволяет утверждать, что сопряженность ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида является общим правилом со значимостью 95 %.

Что представляет собой исключение из этого правила? Главным образом это «пробель» одного ареалогического района в цепочке ареалогических районов, составляющих природный ареал вида. К «пробелам» такого рода относятся: «перескакивание» ареала из Монголии в Туранский Казахстан или Центральную Азию, минуя Западный Китай (2,2 %); расселение вида в Крымско-Кавказском ареалогическом районе и в Западной Европе, без его наличия в Восточной Европе или в Западной Азии (2,0 %); охват природным ареалом вида Северной Америки и Западной Сибири без наличия вида в Северо-Восточной Азии (0,3 %); произрастание видов в Западной Сибири и в Западной Европе при его отсутствии в Восточной Европе (0,3 %); наличие вида в Монголии и в Туранском Казахстане при его отсутствии и в Бореальном Казахстане, и в Западном Китае (0,3 %). Природные ареалы с однорайонными пробелами свойственны 5,1 % исследованных видов растений с комплексными природными ареалами. Такой разрыв сопряженности территорий природного ареала можно объяснить тем, что ареалогический район, ставший ныне «пробелом» был изначально заселен видом, но затем в силу действия тех или иных факторов вид «ушел» из этого ареалогического района.

Природный ареал только одного из исследованных нами видов (*Juglans regia* L.) характеризуется «разрывами» более чем в один ареалогический район. Согласно С. Я. Соколову с коллегами [1977] орех грецкий произрастает в Юго-Восточном Китае, в Центральной и Западной Азии, на Балканском полуострове («Западная Европа») и на Кавказе. Имеет место произрастание в Восточной и Центральной Азии без распространенности в Монголии и Западном Китае. Согласно предложенной нами схеме ареалогических районов, «пробел» охватывает два ареалогических района. Нельзя исключить, что эти «пробель» были ранее заселены видом, но можно и предположить, что орех грецкий пришел в Центральную Азию южным «Тетисным» путем,

минуя Западный Китай. Как бы то ни было, но «двухрайонные» пробелы в природном ареале явления крайне редкие.

Традиционно принято различать сплошные и прерывистые (дизюктивные) природные ареалы видов. Сплошным признается такой ареал, на территории которого вид встречается во всех подходящих для него местах обитания [БЭС, 1986]. Очевидно, что представление о сплошном или прерывистом характере природного ареала вида зависит от протяженности «разрывов» между местообитанием вида, от пространственного масштаба такого анализа. На уровне масштаба ареалогических районов прерывистость природных ареалов растений «исчезает». Каждый из ареалогических районов представляет собой широкую совокупность экологически различных мест обитания. Однохарактерные места обитания могут быть значительно территориально разобщены в пределах ареалогического района. Однако если в двух сопряженных ареалогических районах имеются экологические ниши, пригодные для вида, ареал этого вида становится сплошным. Расселение растений крупномасштабный процесс как в плане времени, так и в плане расстояний. Локальные прерывистости сейминутной картины этого процесса, являются только одним кадром геохронологической ленты. Изменчивость экологических условий в глобальном ходе времени на одной и той же территории суши является заданностью (см. Главу 2). Поэтому если бы удалось посмотреть не один кадр, а весь «фильм» геохронологии расселения вида, каждый ареалогический район предстал бы перед нами как мерцающий экран, заполненный возникающими и разрушающимися местами обитания.

Второе правило конструирования комплекса ареалогических районов, составляющее природный ареал вида – правило расселения видов из ареалогических районов-центров видового разнообразия. При анализе числа исследуемых видов по ареалогическим районам мы показали, что 5 ареалогических районов (Восточная Азия, Западный Китай, Туранский Казахстан, Центральная Азия и Крым – Кавказ) характеризуются как очаги высокого видового разнообразия исследуемых растений, где распространенность видов как отдельных систематических групп, так и совокупности исследуемых систематических групп статистически значимо выше, чем в других ареалогических районах. По данным приложения А проанализируем как расселены виды этих районов по другим ареалогическим районам.

В ареалогическом районе Восточная Азия произрастает 110 видов исследуемых нами растений. Доли от этого числа таких растений в других ареалогических районах показаны на рис. 2. В Центрально-Азиатском ареалогическом районе выявлено 227 видов растений, расселение которых по другим ареалогическим районам показано на рис.3. В Крымско-Кавказском ареалогическом районе произрастает 224 исследованных вида, распределенных по другим ареалогическим районам как показано на рис.4. 56 исследованных видов не охватывают своими природными ареалами ни одного из выявленных нами очагов видового разнообразия (рис. 5). По этим данным природные ареалы только 10 % исследованных видов не связаны с очагами видового разнообразия.

Из рис. 2-4 очевидно, что доля видов данного очага, центра видового разнообразия в том или ином ареалогическом районе тем меньше, чем более такой ареалогический район территориально разобщен с анализируемым центром видового разнообразия. Для анализа такого соотношения нами разработаны ранги разобщенности между центрами видового разнообразия и остальными ареалогическими районами. Для самого центра видового разнообразия устанавливается минимальный ранг равный нулю. Для

ареалогических районов непосредственно сопряженных с центром видového разнообразия ранг разобшенности составляет 1. Если ареалогический район располагается через один район от центра – ранг разобшенности равен 2, через два – 3, через три – 4, через четыре ареалогических района – 5. В соответствии с такими рангами разобшенности ареалогических районов нами обобщены данные по расселению растений из Восточной Азии, Центральной Азии и Крыма – Кавказа (таблица 4.4).

Из таблицы 4.4 следует, что чем больше территориально разобшены центр видového разнообразия и анализируемый ареалогический район, тем меньше в анализируемом районе видов, свойственных данному центру видového разнообразия. Имеет место количественная зависимость между долями видов данного центра видového разнообразия в ареалогических районах и рангами разобшенности таких районов от данного центра видového разнообразия (таблица 4.5). Эта зависимость со средней надежностью 0,7 % долевого участия видов описывается уравнениями

$$Q_i = 100 / 3^{R_i} \text{ и} \\ N_i = N_c / 3^{R_i},$$

где Q_i – доля видов, свойственных данному центру видového разнообразия в i -том ареалогическом районе; R_i – ранг разобшенности i -го ареалогического района от ареалогического района – центра видového разнообразия; N_c – число видов, свойственных данному центру видového разнообразия; N_i – число таких видов в i -том ареалогическом районе. Логика этих уравнений однозначна: с увеличением территориальной разобшенности между центром видového разнообразия и i -тым ареалогическим районом на один ранг, доля и число видов данного центра в i -том ареалогическом районе снижается в 3 раза. Установление такой зависимости позволяет дать первичное определение правилу расселения видов из ареалогических районов – центров видového разнообразия: 90 % видов древесных растений Евразии связанных в своих ареалах с ареалогическими районами – центрами видového разнообразия. Ареалогический район – центр видového разнообразия – территория с максимальным для данного процесса расселения числом видов с которой реализовано расселение растений по другим ареалогическим районам. С увеличением территориальной разобшенности между центром видového разнообразия и другими ареалогическими районами на один ранг, доля видов этого центра видového разнообразия снижается в ареалогических районах в три раза – чем дальше ареалогический район располагается от данного центра видového разнообразия, тем меньшим числом видов данного центра он заселен.

Как отмечалось выше, нами выделено пять ареалогических районов с высоким видовым разнообразием исследованных растений. Ареалогические районы Восточная Азия, Центральная Азия, Крым – Кавказ безусловно являются основными в исследуемом регионе центрами видového разнообразия. Что же касается ареалогических районов Западный Китай, Туранский Казахстан, которые также характеризуются повышенным видовым разнообразием исследуемых растений, то эти ареалогические районы следует отнести к единому центру разнообразия вместе Центральноазиатским районом, определив этот центр видového разнообразия как Среднеазиатский.

Основания для обобщения ареалогических районов Центральная Азия, Туранский Казахстан и Западный Китай в Среднеазиатский центр видového разнообразия древесных растений ниже следующие. Выше анализированные центры видového разнообразия специфичны по своему видовому составу. В Центральной Азии произрастает

Рисунок 1. Схема территориальной сопряженности ареалогических районов



Рисунок 2. Расселение исследованных видов растений Восточной Азии по ареалогическим районам (доли от общего числа исследованных видов, природные ареалы которых включают Восточную Азию, %)



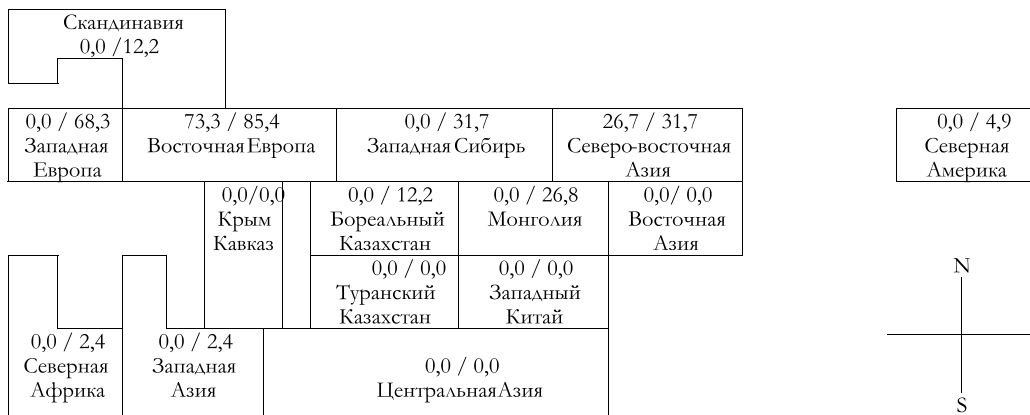
Рисунок 3. Расселение исследованных видов растений Центральной Азии по ареалогическим районам (доли от общего числа исследованных видов, природные ареалы которых включают Центральную Азию, %)



Рисунок 4. Расселение исследованных видов Крымско-Кавказских растений по ареалогическим районам (доли от общего числа исследованных видов, природные ареалы которых включают Крым - Кавказ, %)



Рисунок 5. Расселение исследованных видов бореальных растений по ареалогическим районам. Числитель – доля (%) от общего числа видов с природным ареалом, сосредоточенном в одном ареалогическом районе – знаменатель – доля (%) от общего числа видов с бореальным ареалогическим комплексом



только 3,6 % , а на Крыме – Кавказе - 1,8% восточноазиатских растений. В ареалогическом районе Крым-Кавказ произрастает 36,2 % видов Центральной Азии.

Таблица 4.4. Ранги пространственной разобшенности ареалогических районов и центров видового разнообразия, доли исследованных видов таких центров в ареалогических районах

Ранги разобшенности ареалогических районов	Восточноазиатский центр разнообразия видов			Центральноазиатский центр разнообразия видов			Крымско-Кавказский центр разнообразия видов		
	Индексы ареалогических районов	Доли видов от числа исследованных, %		Индексы ареалогических районов	Доли видов от числа исследованных, %		Индексы ареалогических районов	Доли видов от числа исследованных, %	
		Индивидуальная	Средняя		Индивидуальная	Средняя		Индивидуальная	Средняя
0	9	100,0	100,0	12	100,0	100,0	13	100,0	100,0
1	2	50,0	38,2	10	21,0	27,9	6	20,1	33,3
	4	26,4		13	28,4		12	35,7	
				13	35,4		14	44,2	
				14	26,4				
2	1	0,9	4,8	4	9,2	8,1	3	4,5	7,3
	3	10,9		5	8,7		5	4,9	
	10	2,7		6	10,5		7	0,0	
				15	3,9		8	29,5	
							10	2,7	
3	5	5,5	6,4	2	5,2	5,2	2	1,8	1,8
	6	7,3		3	6,1		4	1,8	
	11	9,1		7	0,0				
	12	3,6		8	13,5				
4	7	0,9	2,2	4	1	0,0	1	0,9	1,1
	8	4,5					9	1,3	
	13	1,8							
	14	1,8							
5	15	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-

В Центральной Азии такой показатель видов Крыма – Кавказа составляет 35,7 %. Можно сказать, что представительность видов одного центра видового разнообразия в другом таком центре не превышает трети разнообразия каждого из таких центров. Доля видов Центральной Азии в Туранском Казахстане составляет 63,1 %, в Западном Китае – 76,2 (таблица 4,6). Очевидно, что долевое участие в этих ареалогических районах видов Центральной Азии в два и более раза больше, чем в Восточной Азии, в ареалогическом районе Крым – Кавказ. Кроме того, число видов свойственных Западному Китаю, Туранскому Казахстану и не свойственных Центральной Азии составляет соответственно только 6,6 и 16,7 % от видового разнообразия Центральной Азии. Высокая доля Центральноазиатских видов в ареалогических районах Западный Китай и Туранский Казахстан, низкая индивидуальность их видового разнообразия позволяют рассматривать эти районы как один Средиземноморский центр видового разнообразия древесных растений, характеризующийся Центральноазиатским ядром и Западно Китайскими, Казахстанско-Туранскими «окраинами».

Таблица 4.5. Обобщения фактических данных по зависимости долей видов центров разнообразия в ареалогических районах от рангов разобщенности ареалогических районов с центрами видового разнообразия и математическое моделирование такой зависимости

Ранги разобщенности ареалогических районов и центров видового разнообразия, R	Средние фактические доли исследованных видов по центрам видового разнообразия			Средние фактические доли (Q,%) видов центра видового разнообразия в ареалогических районах данного R	Расчетные доли (Q,%) видов центра видового разнообразия по уравнению $Q=100/3^R$	Отличия расчетных и фактических значений Q, %
	Восточно-азиатский	Центральноазиатский	Крымско-Кавказский			
0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1	38,2	27,9	33,3	33,1	33,3	+0,2
2	4,8	8,1	7,3	6,7	11,1	+4,4
3	6,4	5,2	1,8	4,5	3,7	-0,8
4	2,2	0,0	1,1	1,1	1,2	+0,1
5	0,0	-	-	0,0	0,4	+0,4

Таблица 4.6. Сопоставление видового разнообразия исследуемых растений в ареалогических районах Западный Китай (10), Туранский Казахстан (11) и Центральная Азия (12)

Характеристики	Ареалогические районы (индексы)			
	10	11	12	10, 11, 12
Число исследованных видов				
В том числе:	63	103	227	268
Произрастающие в 12	48	65	227	227
Не произрастающие в 12	15	38	0	41
Доли видов, произрастающих в 12, %	76,2	63,1	100,0	84,7

Мы установили, что расселение видов растений по ареалогическим районам происходит из ареалогических районов – центров видového разнообразия, причем чем дальше располагается ареалогический район от такого центра, тем меньшим числом видов данного центра он заселен. Вместе с тем мы показали, что на субтропическо-умеренных территориях Евразии имеется три центра видového разнообразия – Восточноазиатский, Среднеазиатский и Крымско-Кавказский. Видовое разнообразие древесных растений Евразии формируется в результате расселения растений из этих трех центров видového разнообразия.

Если принять, что расселение видов из каждого центра видového разнообразия подчинено уравнению $N_i = N_c / 3 R_i$, то встает вопрос о соотношении приоритетности рассматриваемых центров расселения растений. От решения этого вопроса зависит величина N_c – число видов растений, которое следует рассматривать как свойственное данному центру видového разнообразия. Если центр видového разнообразия регионально первоприоритет, то все населяющие его виды характеризуют разнообразие этого центра. Если же центр характеризуется второй степенью приоритетности в регионе, то часть заселяющих его видов – продукт расселения из первичного центра. Такие виды должны быть, исключены из N_c вторичного центра разнообразия. Соответственно из N_c центра видového разнообразия третьей степени приоритетности должны быть исключены виды заселившие этот центр в результате расселения из первичного и вторичного центров.

При трех центрах видového разнообразия анализируемых территорий Евразии возможны 6 версий соотношения их степеней приоритетности (таблица 4.7). С учетом выше изложенных логических оснований и расчетов по уравнению $N_i = N_c / 3 R_i$ при различных версиях центры разнообразия характеризуются различными N_c (таблица 4.8). На основании уравнения $N_i = N_c / 3 R_i$ с учетом указанного варьирования по версиям значений N_c и того, что число видов в каждом ареалогическом районе, кроме первоприоритетного центра видového разнообразия и второго по степени приоритетности ареалогического района – центра видového разнообразия, складывается в результате расселения из трех центров произведены «версионные» расчеты числа видов по ареалогическим районам (таблица 4.9). Из данных таких расчетов исключены ареалогические районы – центры видového разнообразия, (индексы 9, 12, 13), так как согласно предложенной нами методике общее число в них видов по всем версиям будет равно фактическому.

Таблица 4.7. Возможные версии осуществления расчетов заселенности видами древесных растений ареалогических районов Евразии по степеням приоритетности различных центров видového разнообразия в процессе расселения растений

Индексы версий степени приоритетности центров в процессе расселения	Степени приоритетности центров видového разнообразия в процессе расселения растений		
	а - первая	б - вторая	с - третья
T	Восточноазиатский	Центральноазиатский	Крымско-Кавказский
U	Восточноазиатский	Крымско-Кавказский	Центральноазиатский
V	Центральноазиатский	Восточноазиатский	Крымско-Кавказский
W	Центральноазиатский	Крымско-Кавказский	Восточноазиатский
X	Крымско-Кавказский	Центральноазиатский	Восточноазиатский
Y	Крымско-Кавказский	Восточноазиатский	Центральноазиатский

Таблица 4.8. Число исследованных видов характеризующее видовое разнообразие центров согласно различным версиям степени приоритетности центров видового разнообразия в процессе расселения растений

Индексы версий степени приоритетности центров в процессе расселения	Центры видового разнообразия		
	Восточно-азиатский	Центрально-азиатский	Крымско-Кавказский
T	110	223	149
U	110	223	149
V	102	227	147
W	100	227	148
X	109	152	224
Y	107	148	224

Таблица 4.9. Фактическое и расчетное по различным версиям видовое разнообразие исследуемых видов растений по ареалогическим районам. Числитель – число видов, знаменатель – доля от общего числа видов, природный ареал которых включает ареалогические районы – центры разнообразия, %

Индексы ареалогических районов	Фактические данные	Версии расчетов					
		T	U	V	W	X	Y
1	8 / 1,6	17/3,3	17/3,3	16/3,1	16/3,1	16/3,1	17/3,3
2	98 /19,0	51/9,9	51/9,9	47/9,1	46/8,9	25/4,9	49/9,5
3	60 /11,7	37/7,2	43/8,3	35/6,8	35/6,8	42/8,2	42/8,2
4	75 /14,6	68/13,2	62/12,0	64/12,4	63/12,2	59/11,4	60/11,7
5	53 /10,3	46 / 8,9	46 / 8,9	45 / 8,7	45 / 8,7	53/10,3	45 / 8,7
6	107/20,8	79 /15,3	95/18,4	78/15,1	78/15,1	96/18,6	95/18,4
7	6 / 1,2	26 / 5,0	32 / 6,2	25 / 4,9	25 / 4,9	32 / 6,2	31 / 6,0
8	93 / 18,1	26 / 5,0	32 / 6,2	25 / 4,9	25 / 4,9	32 / 6,2	31 / 6,0
10	63 / 12,2	103/20,0	87/16,9	103/20,0	103/20,0	87/16,9	86/16,7
11	103/20,0	95 / 18,4	79/15,3	96 / 18,6	96 / 18,6	80/15,5	78/15,1
14	93 / 19,0	125/24,3	125/24,3	126/24,5	126/24,5	127 /24,7	125 /24,3
15	13 / 2,5	42 / 8,2	42 / 8,2	41 / 8,0	41 / 8,0	42 / 8,2	41 / 8,0

Согласно предложенной методике

$$N_{iv} = N_{ia} + N_{ib} + N_{ic},$$

где N_{iv} – общее число видов в ареалогическом районе i согласно версии расчетов v ; N_{ia} – число видов в ареалогическом районе i за счет расселения видов из первоприоритетного согласно версии v центра видового разнообразия: $N_{ia} = N_{ca} / 3R_i$; N_{ib} – число видов в ареалогическом районе i за счет расселения видов из центра видового разнообразия второй степени приоритетности: $N_{ib} = N_{cb} / 3R_i$; N_{ic} – число видов в ареалогическом районе i за счет их расселения из центра видового разнообразия третьей степени приоритетности: $N_{ic} = N_{cc} / 3R_i$. Ранги разобщенности ареалогических районов и центров видового разнообразия (R_i) указаны в таблице 4.4. Для ареалогического района – центра видового разнообразия первой приоритетности согласно

версии v число видов принимается равным всему выявленному в нем фактическому разнообразию. В ареалогическом районе второй степени приоритетности видového разнообразия $N_{iv} = N_{ia} + N_{cb}$, где N_{ia} – число видов заселенных из первоприоритетного согласно версии v центра видového разнообразия. $N_{cb} = N_f - N_{ia}$, где N_f – фактическое число видов выявленное в ареалогическом районе. В ареалогическом районе третьей степени приоритетности видového разнообразия согласно версии v . $N_{iv} = N_{ia} + N_{ib} + N_{cc}$, где N_{ib} – число видов заселенной из центра видového разнообразия второй степени приоритетности. $N_{cc} = N_f - N_{ia} - N_{ib}$.

Для оценки соотношения объективности возможных версий степеней приоритетности центров видového разнообразия осуществлено ранжирование фактической и расчетной численности видов в ареалогических районах (таблица 4.10) и через коэффициент корреляции рангов [Лакин, 1980] установлено соответствие фактического и расчетного числа видов. Оказалось, что все шесть версий степеней приоритетности центров видového разнообразия на статистическом уровне с высокой точностью (99,0 %) дают расчетные характеристики числа видов, сходные с фактическими в ареалогических районах. Однако при этом значении коэффициента корреляции рангов по различным версиям расчетов не одинаковы. Эти значения изменяются в пределах 0,806-0,894. Максимальным значением коэффициента корреляции рангов с фактическими данными характеризуются расчеты по версии, согласно которой первоприоритетным является Крымско- Кавказский центр видového разнообразия, второй степенью приоритетности характеризуется Восточноазиатский центр видového разнообразия и третьей степенью приоритетности Среднеазиатский центр видového разнообразия. Нами осуществлены расчеты линейной корреляции этой версии и фактических данных по заселению ареалогических районов видами. Коэффициент корреляции составил 0,966 с достоверностью корреляции 99,0 %. Между фактическим числом видов в ареалогическом районе N_f и расчетным по этой версии (N_v) имеет место зависимость вида

$$N_v = 0.9 N_f + 10.$$

Согласно этому уравнению $N_v = N_f$ при числе видов в ареалогическом районе равном 100. При меньшем числе видов расчеты завьшают фактическое число видов (при $N_f = 1$, $N_v = 11$). При превышающей 100 видов фактической численности в ареалогическом районе расчеты занижают фактические показатели (при $N_f = 200$, $N_v = 190$, $N_f = N_v = 10$). В целом же расчеты по обсуждаемой версии с точностью до 10 видов соответствуют фактической заполненности ареалогических районов видами.

В предыдущих главах в качестве исходной версии расселение цветковых растений в Евразии принимался предложенный флористами Древенсредиземноморский, «Тетисный» путь, при котором первоприоритетным центром видového разнообразия должен быть ареалогический район «Восточная Азия». Второй степенью приоритетности видového разнообразия должен характеризоваться Среднеазиатский центр, третьей – Крымско- Кавказский. По результатам анализа с помощью коэффициента корреляции рангов эта версия характеризуется достоверным, но минимальным (коэффициент корреляции рангов = 0,806) согласованием с фактической ситуацией расселения растений. Нами проведены линейный корреляционный и регрессионный анализ соответствия расчетов по этой версии (Γ) и фактических данных. Коэффициент корреляции оказался равен 0,605 с достоверностью 95 %. Взаимосвязь описывается уравнением линейной регрессии

Таблица 4.10. Ранжирование численности видов в ареалогических районах по различным версиям расчетов и оценка с помощью коэффициента корреляции рангов сходности таких распределений видов с фактическим. Обозначение характеристик: R - ранги числа видов, d - отлчия между рангами фактического и модельного распределений.

Версии		Фактические данные		T		U		V		W		X		Y	
Характеристики		R	R	d	R	d	R	d	R	d	R	d	R	d	
Ареалогические работы	1	9	10	-1	10	-1	10	-1	10	-1	10	-1	10	-1	
	3	6	8	+2	8	+2	8	+2	8	+2	7,5	-1,5	7	-1	
	4	4	5	-1	5	-1	5	-1	5	-1	5	-1	5	-1	
	5	7	6	+1	6	+1	6	+1	6	+1	6	+1	6	+1	
	6	1	4	-3	4	-3	4	-3	4	-3	2	-1	2	-1	
	7	10	9	+1	9	+1	9	+1	9	+1	9	+1	9	+1	
	10	5	2	+3	2	+3	2	+3	2	+3	3	+2	3	+2	
	11	2	3	-1	3	-1	3	-1	3	-1	4	-2	4	-2	
	14	3	1	+2	1	+2	1	+2	1	+2	1	+2	1	+2	
	15	8	7	+1	7	+1	7	+1	7	+1	7,5	+0,5	8	0	
Сумма квадратов d			32,0		32,0		32,0		32,0		23,5		18,0		
Коэффициенты корреляции			0,806		0,806		0,806		0,806		0,858		0,891		
Достоверность корреляции, %			99,0		99,0		99,0		99,0		99,0		99,0		

$$N_v = 0.55 N_f + 23,$$

где N_v – число видов в ареалогическом районе согласно расчетам по данной версии, N_f – фактическое число видов в ареалогическом районе. $N_v = N_f$ при $N_f = 51$. При N_f менее 51 расчетная численность видов в ареалогическом районе больше фактической. Так, при $N_f = 10$ $N_v = 18$. Наоборот, при N_f более 51 расчетная численность видов в ареалогическом районе меньше фактической: $N_f = 200$; $N_v = 133$; $N_f - N_v = 67$. Очевидно, что «Тетисная» версия современного расселения растений Евразии является допустимым, но не самым объективным приближением к описанию фактической ситуации. Согласно современному расселению видов древесных растений первоприоритетным в регионе является Крымско – Кавказский центр видового разнообразия, а не Восточноазиатский. Последний как центр видового разнообразия характеризуется второстепенной приоритетностью. Среднеазиатский центр видового разнообразия характеризуется третьестепенной приоритетностью в регионе.

В двух ареалогических районах (2 – Северо-Восточная Азия и 8 – Западная Европа) расчетные характеристики видового разнообразия по обеим анализированным версиям значительно ниже фактических данных. По Восточной Азии такие занижения составляют 47-49 видов, по Западной Европе – 62-67 видов. Эти отклонения определяются расселением видов, природный ареал который не связан с центрами видового разнообразия, или бореальными видами. Можно было бы предположить, что

расселение таких видов связано с бореальными «подцентрами» видового разнообразия – Северо-Восточноазиатским и Западно Европейским. Но эта гипотеза не подтверждается фактическими данными. На Западную Европу приходится 67,3 % бореальных видов с комплексными ареалами, на Северо-Восточную Азию – 28,0 %, а на Восточную Европу – 88,3 %. Очевидно, что центр расселения бореальных видов не приходится ни на Западную Европу, ни на Северо-Восточную Азию. «Потенциальный центр» бореального расселения – Восточная Европа – описывается расчетами по предложенной нами модели расселения с точностью до 12 видов. Поэтому можно сделать заключение не о дополнительных центрах видового разнообразия, а о специфичности расселения бореальных видов, определяющей большую фактическую численность видов в Западной Европе и в Северо-Восточной Азии. Также очевидно, что процесс бореального расселения видов должен рассматриваться как самостоятельный процесс разграниченный с расселением растений из центров видового разнообразия.

Можно заключить, что по предложенной нами методике, зная численность видов в ареалогических районах – центрах видового разнообразия исследуемого региона, степени приоритетности этих центров в регионе и ранги разобщенности ареалогических районов региона и центров видового разнообразия, удастся моделировать численность древесных растений почти во всех ареалогических районах региона. Точность такого моделирования составляет 10 видов для краевых (минимальной и максимальной) ситуаций, а при средних показателях процесса расселения видов соответствие расчетов фактическому процессу выше. Можно утверждать, что удалось раскрыть как логику широко регионального процесса расселения древесных растений, так и его количественные зависимости.

Это позволяет дать окончательную формулировку правила расселения видов из ареалогических районов – центров видового разнообразия. Расселение подавляющего большинства видов древесных растений (90 %) по евроазиатским территориям связано с ареалогическими районами-центрами видового разнообразия. Таких центров три – Крымско-Кавказский, Восточноазиатский и Среднеазиатский. Приоритетность этих центров в процессах расселения растений соответствует указанной последовательности центров. Видовое разнообразие первоприоритетного центра (Крымско-Кавказского) является полностью автономным, присущим только этому ареалогическому району. Видовое разнообразие второго по степени приоритетности центра видового разнообразия (Восточноазиатского) складывается из его «собственного» разнообразия и видов, поселившихся в этом ареалогическом районе из первичного центра видового разнообразия. Соответственно видовое разнообразие третьего по степени приоритетности центра видового разнообразия (Среднеазиатского) включает как «собственное» видовое разнообразие, так и разнообразие видов, расселившихся из первичного и вторичного центров видового разнообразия. Процессы расселения видов по ареалогическим районам региона из каждого из центров видового разнообразия могут рассматриваться как автономные. Если в самом центре видового разнообразия численность «собственных» видов равна N_c , то во всех остальных ареалогических районах региона число видов, расселившихся из этого центра равняется

$$N_i = N_c / 3^{R_i},$$

где N_i – число видов, заселивших ареалогический район i из центра видового разнообразия C , R_i – ранг пространственной разобщенности ареалогического района i и

центра видového разнообразия C . В процессе расселения видов из центра разнообразия с переходом к каждой новой категории сопредельности территорий число видов, реализовавших этот процесс, снижается в 3 раза. При наличии в регионе трех центров видového разнообразия число видов в каждом из ареалогических районов региона, кроме центров видového разнообразия, определяется суммацией результатов процессов расселения из каждого из центров видového разнообразия

$$N_a = N_{c1} + N_{c2} + N_{c3},$$

где N_a – число видов древесных растений в ареалогическом районе a , N_{c1} , N_{c2} и N_{c3} – число видов, заселявшихся в ареалогический район a из каждого из центров видového разнообразия региона. Как уже отмечалось, все видовое разнообразие ареалогического района – первостепенного для региона центра видového разнообразия является его собственным. Видовое разнообразие ареалогического района – второстепенного центра видového разнообразия складывается из собственного и определенного расселением видов из первостепенного центра видového разнообразия. В ареалогическом районе – центре видového разнообразия третьей степени приоритетности кроме «собственного» видového разнообразия присутствуют виды, заселившиеся из центров видového разнообразия первой и второй степени приоритетности. Расселение видов из ареалогического района – центра видového разнообразия – процесс, которому подчинены только «собственные» виды такого центра.

Правило расселения видов из ареалогических районов – центров видového разнообразия через ранжирование разобщенности ареалогических районов региона и центров видového разнообразия содержит в себе правило сопряженности географических границ ареалогических районов, составляющих комплекс, характеризующий природный ареал вида. Эти два правила являются основными и достаточными как для понимания процессов расселения растений, так и для понимания процессов формирования ареалогических комплексов районов, характеризующий природный ареал вида. Говоря об этих основополагающих правилах расселения видов древесных растений в макрорегионе необходимо напомнить об исключениях из них. Мы показали, что природный ареал 10 % исследованных видов древесных растений не связан ни с одним из центров видového разнообразия. Такие виды имеют главным образом бореальные, «северные» относительно исследуемого региона в целом природные ареалы (рис. 5). Можно предположить, что в своем историческом прошлом современно бореальные виды имели природные ареалы, связанные с одним или несколькими центрами видového разнообразия. Однако в современных условиях такая связь утрачена. Образно можно сказать, что бореальные виды в современных климатических условиях «убежали» из центров видového разнообразия. В этом их принципиальная специфичность.

Сформировав представления о расселении древесных растений в Евразии (правило расселения видов из ареалогических районов – центров видového разнообразия и специфичность расселения бореальных видов) можно приступить к объективной классификации комплексов ареалогических районов, составляющих природный ареал вида. Все комплексные природные ареалы должны быть подразделены на 4 группы. Три из них определяются связанностью природного ареала с одним из региональных центров видového разнообразия. Четвертая – с бореальным (вне центровым) расселением растений. В пределах каждой из таких групп ареалогических комплексов

состоят несколько комплексов ареалогических районов, различающихся по количественному и, соответственно, качественному составу.

Для всех групп не бореальных ареалогических комплексов обязательным является наличие в комплексе природного ареала ареалогического района или группы ареалогических районов-центров видового разнообразия, производной от которого является данная группа ареалогических комплексов. Крымско-Кавказский и Восточноазиатский ареалогические районы мы рассматриваем как самостоятельные центры видового разнообразия. Среднеазиатский центр видового разнообразия мы рассматриваем как ареалогический субкомплекс, включающий ареалогические районы Центральная Азия, Западный Китай и Туранский Казахстан. Такой подход обсужден нами выше и основания для него содержатся в таблице 4.6. Рассматривая Среднеазиатский центр видового разнообразия как ареалогический субкомплекс, мы принимаем в качестве обязательного и достаточного для отнесения природного ареала вида к Среднеазиатскому центру охват природным ареалом вида хотя бы одного из ареалогических районов, составляющих этот субкомплекс при распространении природного ареала этого вида и на другие ареалогические районы. Виды растений природные ареалы которых охватывают 3 или 2 ареалогических района, входящих в состав анализируемого субкомплекса, мы характеризуем как относящиеся к одному комплексу ареалогических районов.

Отнесение ареала вида к Бореальной группе ареалогических комплексов однозначно определяется отсутствием в его природном ареале ареалогических районов, рассматриваемых как центры видового разнообразия, их составляющих.

Завершая обсуждение классификации групп ареалогических районов необходимо еще раз подчеркнуть, что центры видового разнообразия характеризуются различными степенями региональной приоритетности. Если природный ареал вида включает ареалогические районы Крым – Кавказ, Восточную Азию и субкомплекс районов Средней Азии, то такой природный ареал должен быть отнесен к Крымско-Кавказской группе природных комплексов, так как Крымско-Кавказский центр является регионально первоприоритетным. Если природный ареал вида охватывает ареалогические районы Восточная Азия и субкомплекс ареалогических районов Средней Азии, то такой ареал будет отнесен к Восточноазиатской группе ареалогических комплексов, Восточная Азия характеризуется второй, а Средняя Азия – третьей степенью приоритетности как центры видового разнообразия.

Выделение комплексов ареалогических районов в пределах той или иной группы предполагается на основе состава «дополнительных» к обязательным групповым ареалогическим районам. При этом предлагается объединить некоторые ареалогические районы в субкомплексы, как это показано для Среднеазиатского центра видового разнообразия. В качестве ареалогического субкомплекса предлагается рассматривать Восточную Европу, Скандинавию и Западную Европу. Необходимость и правомерность такого субкомплексирования следует из анализа расселения видов растений, природный ареал которых охватывает европейские территории. Нами исследовано 122 вида, природные ареалы которых охватывают в той или иной степени эти территории. 61,5 % исследованных видов произрастают как в Восточной, так и в Западной Европе. 20,5 % исследованных видов произрастают только в Западной Европе, 18,0 % только в Восточной Европе. Виды, произрастающие только в Скандинавии отсутствуют. Скандинавский ареал имеют виды с Восточноевропейским ареалом (4,1 %) и с Восточно-

Западноевропейским ареалом (0,8 %), что позволяет говорить о скандинавской составляющей природного ареала как «дополнительной» к Восточно-Западноевропейскому. Более 60 % исследованных видов произрастают и в Восточной, и в Западной Европе. Таких видов в 3 раза больше, чем тех, чей природный ареал охватывает только Западную Европу. Восточно-Западноевропейских видов в 3,4 раза больше, чем произрастающих только в Восточной Европе. Такие соотношения позволяют рассматривать ареалогические районы Восточная Европа, Скандинавия и Западная Европа как единый ареалогический субкомплекс с индексами входящих в него ареалогических районов (6, 7, 8). Индексы взяты в круглые скобки как символика того, что если хотя бы один из ареалогических районов реализован в комплексном природном ареале вида, то для природного ареала этого вида принимается реализованность всего европейского ареалогического субкомплекса.

Мы предлагаем рассматривать в качестве единого ареалогического субкомплекса ареалогические районы Западная Сибирь и Бореальный Казахстан. Как показано в предыдущей главе, эти районы статистически не различаются по представительности исследованных видов растений. Из 76 исследованных видов, природные ареалы которых включают эти ареалогические районы 50 % расселены и в Западной Сибири, и в Бореальном Казахстане. Специфичные для Западной Сибири виды составляют 33,3 %, специфичные для Бореального Казахстана – 19,7 %. Сходство видового разнообразия обсуждаемых ареалогических районов позволяет рассматривать их как Западно-Сибирский ареалогический субкомплекс с индексами составляющих его ареалогических районов (3,5).

Не обсужденные выше ареалогические районы рассматриваются как индивидуальные компоненты ареалогических комплексов. Наличие или отсутствие такого района в ареалогическом комплексе определяют специфичность его состава за одним принципиальным исключением. Предлагается, что кроме обязательных ареалогических районов и их субкомплексов для групп ареалогических комплексов и для индивидуальных ареалогических комплексов выделять ареалогические районы, дополнительные для данного ареалогического комплекса. Такие дополнительные ареалогические районы предлагаются для характеристики структуры ареалогических комплексов, процессы расселения в которых однозначно определяются обязательными составляющими их ареалогическими районами. Дополнительный ареалогический район может быть, а может и не быть в составе природного ареала вида, не изменяя принципиальных представлений о его расселении. К дополнительным районам мы относим Монголию, а в единичных случаях – Северо-Восточную Азию. Дополнительный характер Монголии как ареалогического района связан с тем, что расселение из Восточной Азии в Северо-Восточную Азию может происходить минуя Монголию. В случаях крайне широких природных ареалов вида (от Крыма-Кавказа до Восточной Азии) как дополнительный ареалогический район может рассматриваться и Северо-Восточная Азия. В данном случае предполагается возможность «выпадения» этого района из ареалов видов. Логику таких «выпадов» мы обсуждали в связи с сопряженностью ареалогических районов, составляющих комплекс ареалогических районов.

На основании выше изложенных принципов осуществлена классификация комплексов ареалогических районов и их групп (таблица 4.11). В Крымско-Кавказской группе выделено 22 ареалогических комплексов, в Восточно-Азиатской группе – 10,

в Среднеазиатской группе – 12, в Бореальной группе – 9 комплексов ареалогических районов. Первоприоритетный в исследуемом регионе Крымско-Кавказский центр видового разнообразия характеризуется максимальным разнообразием процессов расселения растения. Бореальное расселение видов и расселение видов из других центров видового разнообразия региона характеризуется примерно равным и в два раза менее разнообразным расселением. Об этом можно судить по числу ареалогических комплексов, характеризующих такие процессы расселения видов. Классификация природных ареалов видов по комплексам ареалогических районов и их группам указана в Приложении А для каждого исследованного нами вида.

Оценено доленое участие в исследованных родах видов, природные ареалы которых относятся к различным группам ареалогических комплексов (таблица 4.12). При такой оценке учитывались не только виды с комплексными природными ареалами, но и виды с монорайонным природным ареалом. Так Крымско-Кавказские виды учитывались как эндемы ареалогического района Крым-Кавказ, так и как все виды с комплексными ареалами, включающие ареалогический район Крым-Кавказ. Как виды Восточноазиатской группы комплексов природных ареалов учитывались эндемы Восточной Азии и виды с комплексным ареалом, включающим этот ареалогический район, но не включающим ареалогический район Крым-Кавказ. Видами с природными ареалами Среднеазиатской группы принимались эндемы ареалогических районов Центральная Азия, Западный Китай и Туранский Казахстан, а также виды с комплексными природными ареалами, включающие хотя бы один такой элемент Среднеазиатского субкомплекса (Центральная Азия, Туранский Казахстан, Западный Китай), но не включающие ареалогические районы Крым-Кавказ и Восточная Азия. Как виды с природными ареалами Бореальной группы учитывались растения с комплексным природным ареалом не связанным ни с одним из Евразийских центров видового разнообразия, а также эндемы ареалогических районов Северо-Восточная Азия, Бореальный Казахстан, Восточная Европа (эндемы Западной Сибири среди исследованных нами видов отсутствовали). Долевая оценка представительности в той или иной группе ареалогических комплексов оценивалась как доля его исследованных видов, природные ареалы которых относятся к данной группе комплексов ареалогических районов.

Первым принципиально важным результатом таких исследований стало выявление того, что виды одного рода связаны в своих ареалах не с одним, а с несколькими центрами видового разнообразия региона (таблица 4.13). У 93,8 % исследованных родов природные ареалы видов относятся более чем к одной группе ареалогических районов, при чем почти у половины исследованных родов (43,8 %) имеются виды с природными ареалами, относящимися ко всем четырем группам ареалогических комплексов. Имеет место однозначная зависимость, согласно которой чем больше доля родов, тем больше групп ареалогических комплексов к которым относятся природные ареалы видов таких родов. Из этого следует, что центр видового разнообразия не является центром филогенетических процессов того или иного рода. Род в своем филогенезе связан с несколькими региональными центрами видового разнообразия. Можно предположить, как это происходит. В эпохи оледенения виды одного рода «отстают» от похолодания в различных направлениях, сохраняясь в различных центрах видового разнообразия, которые вместе с тем являются и центрами сохранения видового разнообразия в эпохи оледенений.

Таблица 4.11. Классификация комплексов ареалогических районов и их групп. В круглые скобки взяты индексы ареалогических районов, участие хотя бы одного из которых необходимо и достаточно для отнесения комплекса к данной классификационной единице

Группы ареалогических комплексов		Индексы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов		
Индексы	Название		Обязательных для группы	Обязательных для комплекса	Дополнительных
1	2	3	4	5	6
С	Крымско-Кавказская	21	13	(3,5),(6,7,8),9,(10,11,12)	2, 4
		22	13	8,9,(10,11,12),14	-
		23	13	(3,5),(6,7,8),9,(10,11,12)14	2, 4
		24	13	(10,11,12)	-
		25	13	4,(10,11,12)	-
		26	13	(6,7,8),(10,11,12)	-
		26а	13	2,(3,5),(6,7,8)(10,11,12)	-
		27	13	(10,11,12),14	-
		28	13	(6,7,8),(10,11,12),14	-
		29	13	(3,5),(10,11,12),14	-
		30	13	(3,5),(6,7,8),(10,11,12)14	-
		31	13	2,(3,5),(6,7,8),(10,11,12)14	4
		32	13	(10,11,12),14,15	-
		33	13	(6,7,8),(10,11,12),14,15	-
		34	13	(6,7,8)	-
		35	13	(3,5),(6,7,8)	-
		36	13	1,(3,5),(6,7,8)	-
		37	13	14	-
		38	13	(6,7,8),14	-
39	13	14,15	-		
40	13	(6,7,8),14,15	-		
41	13	1,(3,5),(6,7,8),14,15	-		
Е	Восточно-азнатская	42	9	(2,4)	-
		43	9	1, 2	4
		44	9	2, (3,5), 4	-
		45	9	2, (3, 5)	-
		46	9	2, (3,5), (6,7,8)	4
		47	9	(10,11,12)	-
		48	9	2, (10,11,12)	4
		49	9	2, (3,5),(10,11,12)	4
		50	9	2,(3,5),(6,7,8),(10,11,12)	4
		51	9	1,2,(3,5),(6,7,8)(10,11,12)	4

Группы ареалогических комплексов		Индексы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов		
Индексы	Название		Обязательных для группы	Обязательных для комплекса	Дополнительных
1	2	3	4	5	6
М	Средне-азиатская	52	(10,11,12)	-	-
		53	(10,11,12)	4	-
		54	(10,11,12)	(3,5)	-
		55	(10,11,12)	(3,5),(6,7,8)	-
		56	(10,11,12)	(3,5),4	-
		57	(10,11,12)	2,(3,5),4	-
		58	(10,11,12)	2, 4	-
		59	(10,11,12)	2, (3,5),(6,7,8)	4
		60	(10,11,12)	(3,5),4,(6,7,8)	-
		61	(10,11,12)	14	-
62	(10,11,12)	(10,11,12)	2,(3,5),(6,7,8),14	4	
63	(10,11,12)	(10,11,12)	(3,5),(6,7,8),14,15	-	
В	Бореальная	64	-	(6,7,8),15	-
		65	-	(6,7,8)	-
		66	-	(3,5),(6,7,8)	-
		67	-	2,(3,5),(6,7,8)	-
		68	-	2,(3,5),4,(6,7,8)	-
		69	-	(3,5),(6,7,8),14	-
		70	-	1,2,(3,5),(6,7,8)	4
		71	-	2,(3,5)	4
		72	-	2, 4	-

Таблица 4.12. Оценка долевого участия в родах исследованных видов, принадлежащих различным группам комплексов природных ареалов. Числитель – число видов; знаменатель – доля (%) от числа исследованных по родам.

Систематические группы	Рода	Группы комплексов ареалогических районов				Всего исследовано видов
		Крымско-Кавказская	Восточно-азиатская	Средне-азиатская	Бореальная	
1	2	3	4	5	6	7
Coniferophyta	Microbiota	-/0,0	1/100,0	-/0,0	-/0,0	1/100,0
	Larix	-/0,0	5/55,6	1/11,1	3/33,3	9/100,0
	Pinus	2/22,2	5/55,6	-/0,0	2/22,2	9/100,0
	Taxus	1/50,0	1/50,0	-/0,0	-/0,0	2/100,0
	Abies	1/11,1	4/44,5	2/22,2	2/22,2	9/100,0
	Piceae	1/12,5	3/37,5	1/12,5	3/37,5	8/100,0
	Juniperus	6/33,3	4/22,2	7/38,9	1/5,6	18/100,0

1	2	3	4	5	6	7
Gnetophyta	Ephedra	4/28,6	-/0,0	10/71,4	-/0,0	14/100,0
Ranunculidae	Berberis Clematis (+Atragene)	3/20,0 3/20,0	1/6,7 6/40,0	10/66,6 5/33,3	1/6,7 1/6,7	15/100,0 15/100,0
Caryophyllidae	Atraphaxis Calligonum	4/21,1 2/11,1	-/0,0 -/0,0	15/78,9 16/88,9	-/0,0 -/0,0	19/100,0 18/100,0
Rosidae	Spiraea Ribes Cotoneaster Amygdalus Cerasus Caragana Crataegus Rosa Cornus Sorbus Pyrus Rubus	1 /4,0 5/14,7 11/32,4 5/35,7 4/28,6 1/6,2 21/36,8 42/51,3 5/55,6 16/59,3 29/82,8 36/85,7	15/60,0 17/50,0 -/0,0 -/0,0 2/14,3 3/18,7 5/8,8 7/8,5 2/22,2 4/14,8 1,29 3/7,1	7/28,0 9/26,5 18/52,9 8/57,2 8/57,1 11/68,9 20/35,1 22/26,8 1/11,1 3/11,1 5/14,3 1 /2,4	2/8,0 3/8,8 5/14,7 1/7,1 -/0,0 1/6,2 11/19,3 11/13,4 1/11,1 4/14,8 -/0,0 2/ 4,8	25/100,0 34/100,0 34/100,0 14/100,0 14/100,0 16/100,0 57/100,0 82/100,0 9/100,0 27/100,0 35/100,0 42/100,0
Hamamelididae	Morus Juglans Ulmus Alnus Betula Quercus Corylus	-/0,0 1/33,3 2/28,6 4/33,3 4/25,0 7/55,6 4/66,7	1/100,0 2/66,7 4/57,1 6/50,0 7/43,8 2/22,2 2/33,3	-/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 1/6,2 -/0,0 -/0,0	-/0,0 -/0,0 1/14,3 2/16,7 4/25,0 -/0,0 -/0,0	1/100,0 3/100,0 7/100,0 12/100,0 16/100,0 9/100,0 6/100,0
Hamamelididae	Carpinus Parrotia Platanus Ficus Zelkova Celtis Pterocarya Castanea Fagus ostrya	3/75,0 1/100,0 1/100,0 1/100,0 1/100,0 4/100,0 1/100,0 1/100,0 2/100,0 1/100,0	1/25,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0	-/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0	-/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0 -/0,0	4/100,0 1/100,0 1/100,0 1/100,0 1/100,0 4/100,0 1/100,0 1/100,0 2/100,0 1/100,0

Что касается систематических групп растений, то их взаимоотношения с региональными центрами видового разнообразия неоднозначные (таблица 4.14). С одной стороны, как и виды одного рода, виды одной систематической группы могут быть связаны в своих природных ареалах со всеми четырьмя региональными группами ареалогических комплексов. С другой стороны, виды данной систематической группы

могут полностью отсутствовать в составе определенных групп ареалогических комплексов. Так Gnetophyta и древесные Caryophyllidaceae не имеют видов с природными ареалами, относящимися к Восточноазиатской и Бореальной группам комплексов природных ареалов.

Проведена оценка статистической значимости отличий представительности видов исследованных систематических групп в группах ареалогических комплексов (Приложение Д). Статистически значимыми отличиями характеризуются как представительность систематической группы в различных группах ареалогических комплексов, так и различных систематических групп в одной группе ареалогических комплексов.

Хвойные растения характеризуются максимальной видовой представительностью в Восточноазиатской группе ареалогических комплексов и минимальной в трех остальных группах ареалогических комплексов. Различия статистически достоверны (Таблица Д-1).

Таблица 4.13. Установление числа (числитель) и доли (% , знаменатель) родов, исследованные виды которых охватывают природными ареалами различное число групп комплексов природных ареалов. Анализируются только те рода, у которых исследовано 2 и более видов

Систематические группы	Число групп ареалогических комплексов, которым соответствуют природные ареалы видов рода				Всего исследовано родов
	1	2	3	4	
Coniferophyta	-/0,0	1/16,7	2/33,3	3/50,0	6/100,0
Gnetophyta	-/0,0	-/0,0	1/100,0	-/0,0	1/100,0
Ranunculidae	-/0,0	-/0,0	-/0,0	2/100,0	2/100,0
Caryophyllidae	-/0,0	2/100,0	-/0,0	-/0,0	2/100,0
Rosidae	-/0,0	-/0,0	4/33,3	8/66,7	2/100,0
Hamamelididae	2/22,2	4/44,5	2/22,2	1/11,1	9/100,0
Все исследованные группы	2/6,2	7/21,9	9/28,1	14/43,8	32/100,0

Эфедра, как единственный в исследуемом регионе представитель Gnetophyta максимально представлен видами с природными ареалами, относящимися к Среднеазиатской группе. Отличия от всех остальных групп ареалогических комплексов статистически достоверны. Также статистически достоверна более высокая представительность видов эфедры в Крымско-Кавказской группе ареалогических комплексов в сравнении с Восточноазиатской и Бореальными группами (таблица Д-2).

Древесные представители лютиковых максимально представлены видами с природными ареалами Среднеазиатской группы ареалогических комплексов и минимально- с природными ареалами Крымско-Кавказской и Бореальной групп (различия статистически достоверны) (Таблица Д-3).

Древесные виды гвоздичных главным образом имеют природные ареалы Среднеазиатской группы, а природные ареалы Восточных и Бореальных групп отсутствуют.

Представительность видов в Среднеазиатской группе статистически отличается от всех остальных групп. Представительность видов в Крымско-Кавказской группе статистически значимо больше, чем в Восточноазиатской и Бореальной группах (Таблица Д-4).

Виды Rosidae характеризуются максимальной представительностью в Среднеазиатской группе ареалогических комплексов и минимальной в Бореальной. Различия между этими характеристиками статистически достоверны (Таблица Д-5).

Природные ареалы Гаммелиевых главным образом принадлежат Крымско-Кавказской группе ареалогических комплексов. Минимальная их представительность в Среднеазиатской группе ареалогических комплексов.

Таблица 4.14. Число (числитель) и доли (% , знаменатель) исследованных видов систематических групп по группам комплексов ареалогических районов

Систематические группы	Группы комплексов ареалогических районов				Всего исследовано видов
	Крымско-Кавказская	Восточноазиатская	Средне азиатская	Бореаль ная	
Coniferophyta	11/19,6	23/41,2	11/19,6	11/19,6	56/100,0
Gnetophyta	4/28,6	-/0,0	10/71,4	-/0,0	14/100,0
Ranunculidae	6/20,0	7/23,3	15/50,0	2/6,7	30/100,0
Caryophyllidae	6/16,2	-/0,0	31/83,3	-/0,0	37/100,0
Rosidae	176/45,3	59/15,2	113/29,0	41/10,5	389/100,0
Hamamelididae	38/53,5	25/35,2	1/1,4	7/9,9	71/100,0

Различия между этими крайними характеристиками статистически достоверны (Таблица Д-6).

Такое распределение видов исследованных систематических групп по группам ареалогических комплексов приводит к существенным различиям представительности систематических групп в группах ареалогических комплексов. В Крымско-Кавказской группе ареалогических комплексов преобладают Hamamelididae и Rosidae (Таблица Д-7), в Восточноазиатской - Coniferophyta и Hamamelididae (Таблица Д-8), в Среднеазиатской - Gnetophyta, Ranunculidae, Caryophyllidae (Таблица Д-9), в Бореальной – Coniferophyta (Таблица Д-10). Отмеченные максимумы видовой представительности статистически достоверны.

Описанные выше данные выявляют ситуацию, при которой филогенез родов не имеет однозначной связи с тем или иным центром видового разнообразия региона, а систематические группы более высокого уровня в различной степени «ассоциированы» с различными группами ареалогических комплексов. В отношении родов мы высказали предположение, что в эпохи оледенений виды одного рода отступали с севера в различные температурные экологические «убежища», которые стали центрами видового разнообразия. Поэтому видовое разнообразие видов ассоциировано с различными центрами видового разнообразия. Что касается видового разнообразия более широких систематических групп, то и к ним применимо выше высказанное предположение. Однако здесь приходится делать дополнительное допущение о том, что либо систематические группы в разной степени использовали центры видового разнообразия как температурные убежища, либо, и что более вероятно, различные центры видового разнообразия в различной степени обеспечивали сохранение и последующее филогенетическое развитие различных систематических групп. В

последнем случае мы приходим к признанию роли экологической специфичности как центров видového разнообразия, так и различных систематических групп растений как существенного фактора расселения видов древесных растений в Евразии.

Подводя итоги результатов обсуждения естественного расселения древесных растений по субтропическо-субполярным территориям Евразии следует подчеркнуть следующее:

1) Субтропическо-субполярные территории Евразии подразделяются на 13 ареалогических районов по особенностям расселения древесных растений. К таким особенностям относятся общее видовое разнообразие, специфичность видového разнообразия различных систематических групп, особенности филогенетических процессов (в частности эндемизма растений) на территориях различных ареалогических районов. Ареалогический район может представлять собой либо территории с однозначностью, одинаковостью филогенетических процессов, либо территории с заданной разнохарактерностью филогенетических процессов, которые отражают узкую сопряженность нескольких флористических областей с разнокачественными филогенетическими процессами. Для понимания процессов расселения евроазиатских древесных растений необходимо рассматривать не только Евроазиатские ареалогические районы, но и Северную Америку и Северную Африку как самостоятельные ареалогические районы.

2) Особое место среди ареалогических районов Евразии занимают те из них, которые характеризуются наиболее высоким видовым разнообразием как всех исследованных систематических групп растений, так и отдельных таких групп. Это ареалогические районы Крым-Кавказ, Восточная Азия и Центральная Азия. Ареалогические районы Крым-Кавказ и Восточная Азия являются обособленными региональными центрами видového разнообразия. Центральная Азия вместе с ареалогическими районами Западный Китай и Туранский Казахстан составляют Среднеазиатский центр видového разнообразия.

3) Показано, что видовое разнообразие ареалогических районов, не являющихся центрами видového разнообразия, определяется расселением видов из ареалогических районов- центров видového разнообразия. Этот процесс описывается уравнением

$$N_i = N_c / 3^{R_i}$$

где N_i – число видов, заселивших ареалогический район i из центра видového разнообразия c ; N_c – число видов, свойственных центру видového разнообразия c ; R_i – ранг разобщенности ареалогического района i от центра видového разнообразия c . Чем больше территориально разобщены ареалогический район i и центр видového разнообразия c , тем меньше число видов из центра c заселяет ареалогический район i . При наличии в субтропическо-субполярной Евразии трех центров видového разнообразия древесных растений заселение видами прочих ареалогических районов осуществляется из всех этих центров. Центры видového разнообразия характеризуются различными степенями приоритетности относительно процессов расселения растений. Первоприоритетным является Крымско-Кавказский центр видového разнообразия. Все виды заселяющие территории этого центра признаются его «собственными», расселение видов этого центра видového разнообразия распространяется на все ареалогические районы Евразии, а также на ареалогические районы Северная Америка и Северная Африка. Вторым по приоритетности является Восточноазиатский центр видového разнообразия. Виды, заселяющие территории этого центра подразделяются на «собственные» и расселенные из Крымско-Кавказского центра (имеют ареалогический район Крым-Кавказ в своем природном ареале). Третьим по приоритетности

в Евразии является Среднеазиатский центр видового разнообразия. Его видовой состав складывается из видов расселившихся из Крымско-Кавказского и Восточно-азиатского центров видового разнообразия и собственных видов Среднеазиатского центра. Зная число видов в ареалогических районах-центрах видового разнообразия, соотношение степеней приоритетности этих центров, ранги разобщенности прочих ареалогических районов с центрами видового разнообразия на основании выше приведенного уравнения можно эффективно моделировать численность видов древесных растений почти во всех ареалогических районах Евразии. Это является доказательством объективности логического и математического подходов, использованных при обобщении исследований по расселению растений.

4) 10 % исследуемых видов древесных растений не связаны в своих природных ареалах с центрами видового разнообразия Евразии. Их природные ареалы имеют главным образом бореальный, северный характер. Такие виды предлагается рассматривать как исходно связанные с тем или иным центром видового разнообразия, но в процессе современного расселения утратившими связь с таким центром. Кроме двух ареалогических районов (Северо-Восточная Азия и Западная Европа) общая видовая численность растений, включающая бореальные, эффективно учитывается предложенной моделью расселения из центров видового разнообразия. В двух специально отмеченных ареалогических районах фактическая численность видов существенно больше моделируемой. Это связывается со спецификой расселения «бореальных видов», утративших взаимосвязь своих природных ареалов с центрами видового разнообразия.

5) Расселяясь из центра видового разнообразия, виды охватывают все новые и новые территории, новые и новые ареалогические районы. Тем самым природный ареал вида приобретает комплексный характер – включает несколько ареалогических районов. Все виды расселившиеся из одного центра видового разнообразия, их природные ареалы составляют группу комплексов ареалогических районов. Кроме трех групп ареалогических комплексов, соответствующих трем региональным центрам видового разнообразия, предложена четвертая такая группа – Бореальная – в которую включены виды, природные ареалы которых утратили взаимосвязь с центрами видового разнообразия.

6) С позиций проведенных исследований центры видового разнообразия древесных растений представляются «экологическими убежищами» растений в эпохи оледенения. С наступлением ледников и холода виды вынуждены уходить на юг в более благоприятные температурные условия. С отступлением оледенения происходит обратное движение видов и их производных. Повышенное видовое разнообразие центров – продукт и скопление видов в «экологическом убежище», и филогенетического развертывания видового разнообразия с ослаблением холодного стресса. Показано, что виды одного и того же рода оказываются связанными в своих природных ареалах с различными центрами видового разнообразия. Это служит основанием суждения о том, что «убегая от холода», виды одного рода прячутся в различных «экологических убежищах». Вместе с тем показано, что более крупные чем род систематические группы растений, являясь связанными природными ареалами своих видов с несколькими центрами видового разнообразия, выявляют первоприоритетные для них группы ареалогических комплексов, и, соответственно, центры видового разнообразия. Такая приоритетность может быть объяснена тем, что различные центры видового разнообразия обеспечивали различную сохранность и последующее филогенетическое развитие видов различных систематических групп растений.

Глава 5. Центры видового разнообразия и флористические области

Обобщая результаты предыдущей главы, мы пришли к заключению, что центры видового разнообразия древесных растений являются «экологическими убежищами» растений в эпохи оледенения. Высокое видовое разнообразие таких центров является следствием скопления видов в эпохи оледенения, и филогенетических, эволюционных процессов, разворачивающихся с наступлением потеплений.

К представлениям о взаимосвязанности процессов расселения и филогенеза растений с эпохами оледенений пришел еще Ч. Дарвин: «Идентичность многих растений и животных, обитающих на горных вершинах, которые отделены друг от друга сотнями миль низменностей... представляет собой один из наиболее поразительных известных нам случаев, когда один и тот же вид встречается в обособленных пунктах, при кажущейся невозможности его миграции из одного пункта в другой... Ледниковый период... дает простое объяснение таким фактам... По мере того, как холод надвигается и лежащие одна за другой все более южные зоны становятся пригодными для обитателей севера, последние занимают места прежних обитателей умеренных областей... В то же время эти формы отступают все далее и далее к югу... Горы покрываются снегом и льдом, и их прежние альпийские обитатели должны спуститься в долины. Когда снова начнется потепление, арктические формы должны будут отступить к северу... по пятам преследуемые во время своего отступления организмами более умеренных стран. Так как снег тает, начиная с подножия гор, то арктические формы должны удерживаться на обнажающихся местах, постепенно поднимаясь все выше и выше, по мере того, как становится теплее и снег тает все больше, в то время как их собратья подвигаются к своему северному местопребыванию. Поэтому, когда станет совсем тепло, вид, населявший перед тем низменности Европы и Северной Америки, снова окажется в арктических областях старого и нового света и на многих изолированных, далеко отстоящих друг от друга горных вершинах» [Дарвин, 1991].

Ч. Дарвин [1939] также считал, что широко расселенные виды могут быть основателями крупных таксонов, например родов.

Обобщая изложенные представления Ч. Дарвина, можно сформулировать гипотезу «Дарвиновского пути расселения и формирования видового разнообразия родов». Наиболее холодоустойчивые виды растений, отступившие в эпоху оледенения с субполярных на субтропические позиции, с последующим потеплением возвращаются на субполярные территории, оставаясь вместе с тем на высокогорьях субтропических и умеренных территорий. Тем самым они приобретают регионально широкие ареалы. Начиная с субтропического размещения и продвигаясь к субполярью такие виды дифференцируются на формы, которые обретают статус вида. Таким образом, наиболее холодоустойчивый вид рода с широким природным ареалом можно рассматривать как прародителя видового разнообразия рода на территориях бывших под воздействием глобальных оледенений. Вместе с тем такой вид может рассматриваться как «расселяющий род» по этим территориям.

То, что именно наиболее холодоустойчивые виды рода являются главными героями описываемых событий подтверждается тем, что в эпохи оледенений происходит резкое сокращение разнообразия наземных организмов не только на уровне видов и родов, но и семейств [Ушаков, Ясманов, 1984]. Многие виды и таксоны более высокого

уровня оказываются недостаточно устойчивыми, чтобы выжить в эпоху оледенения, а потому вымирают. На эпохи оледенения приходится и минимумы интенсивности филогенетических процессов, сменяемые в процессе потепления резким увеличением образования новых таксонов [Ушаков, Ясманов, 1984].

Ледниковые эпохи приходили на Землю неоднократно. Они отмечены в ордовике, в карбоне, в неогене [Ушаков, Ясманов, 1984], в перми, триасе, эоцене и миоцене [Имбри, Имбри, 1988]. Это обобщенные датировки минимизации температуры воздуха на Земле. Как уже отмечалось в главе 1, изменения климата носят циклический и полигармонический характер. Длительность таких циклов составляет 100, 40, 24, 19, 12, 7 тысяч лет и др. Комбинируясь друг с другом, циклические процессы формируют сложную кривую изменений климата Земли, на которой похолодания сменяются потеплениями. За последние 450 тысяч лет на Земле отмечались 5 «ледниковых эпох» и 5 периодов потепления [Имбри, Имбри, 1988]. Соответственно за это время пять раз происходил цикл перераселения растений, включающий отступления в «экологические убежища» в период оледенения и заселения высокоширотных территорий в период потепления. Такая множественность во времени циклов перераселения, предполагает возможность разновариантности путей отступления вида не только в период одной ледниковой эпохи, но и в различные ледниковые эпохи. Это служит дополнительным логическим обоснованием ассоциированности различных видов одного рода с несколькими центрами видового разнообразия – «экологическими убежищами» эпох оледенения.

Гипотеза «Дарвиновского пути расселения и формирования видового разнообразия рода» предполагает не только связанные с изменениями климата перераселения растений, но и дифференцирование в периоды потепления новых видов, «тепловые всплески» филогенетических процессов. Такие «тепловые всплески» филогенеза должны в первую очередь проявляться в центрах видового разнообразия – местах переживания растениями холодových стрессов. Как только уровень стрессового холодого воздействия снижается, возникает и возможность, и необходимость появления новых видов, более соответствующих изменившимся экологическим условиям. Холодоустойчивость, являющаяся в эпоху оледенения первейшим приоритетом выживания растений, становится лишь одним из основных средств жизнеобеспечения видов. Столь же важными становятся и засухоустойчивость, и жаростойкость. Формирование таких «вторичных в эпоху оледенения» механизмов жизнеобеспечения должен обеспечивать «тепловой всплеск» филогенеза. Его местом действия в первую очередь должны быть территории центров видового разнообразия, произрастая на которых уцелевшие в эпоху оледенения растения сталкиваются с экологическими изменениями, вызванными потеплением. Это один, но не единственный, аргумент в пользу того, что центры видового разнообразия являются не только результатом скопления видов в «экологическом убежище», но и интенсивного видообразования на этих территориях в период потепления.

Другим аргументом повышенной интенсивности видоразнообразия в его центрах является максимальная напряженность не холодových стрессов на этих территориях в эпохи потепления. В эпоху оледенения центры видового разнообразия являются «крайне северной» позицией, на которой возможна жизнедеятельность растений. С потеплением границы возможной жизнедеятельности растений в Евразийском регионе смещается на север, а центры видового разнообразия становятся «крайне южными»

территориями, заселенными видовым разнообразием субтропическо-субполярных широт. Крайне южная позиция центров видового разнообразия в период потепления обуславливает максимальное поступление солнечной радиации и, соответственно, максимальные температуры воздуха. Чтобы справиться с ними нужны специальные механизмы теплоустойчивости, которые были вовсе не нужны холодоустойчивым видам, прятавшимся в «экологическом убежище». Одним из путей формирования таких механизмов является видообразование с отбором на теплоустойчивость.

Если центры видового разнообразия являются и центрами видовой эволюции, то на их территориях можно ожидать наличие значительного числа видов, локализованных только здесь – эндемиков центров видового разнообразия. Так ли это на самом деле, позволяют судить данные таблицы 5.1. В ней приведены результаты анализа 581 вида 29 родов, отобранных по условию наличия в роде не менее 4 исследуемых видов. Эта выборка сделана из материалов приложения А. По этим же материалам определены и эндемики центров видового разнообразия. Для Крымско-Кавказского центра видового разнообразия эндемичными являются виды, природный ареал которых сосредоточен в одном ареалогическом районе – «Крым-Кавказ». Эндемики Восточноазиатского центра видового разнообразия – виды произрастающие только в ареалогическом районе «Восточная Азия». В соответствии с основаниями изложенными в главе 4, эндемиками Среднеазиатского центра видового разнообразия принимались виды, природные ареалы которых ограничены ареалогическими районами «Западный Китай», «Туранский Казахстан» и «Центральная Азия». В этом случае природный ареал эндемичного вида мог быть ограничен расположением либо только в одном ареалогическом районе («Туранский Казахстан», или «Западный Китай» или «Центральная Азия»), либо охватывать все три ареалогических района, отнесенных к центру, либо включать два ареалогических района («Западный Китай» - «Центральная Азия»; «Западный Китай» - «Туранский Казахстан»; «Туранский Казахстан» - «Центральная Азия»).

Таблица 5.1. Оценка эндемизма исследованных видов древесных растений в центрах видового разнообразия Евразии

Характеристики	Центры видового разнообразия			Всего
	Крымско-Кавказский	Восточно-азиатский	Средне-азиатский	
Исследовано видов	229	109	182	581
Доли от общего числа исследованных видов (%)	39,4	18,8	31,3	89,5
Число эндемичных видов	95	51	130	-
Доли (%) эндемичных видов от числа исследованных по центрам видового разнообразия	41,9	46,8	71,4	-
Доли эндемиков центров видового разнообразия от общего числа исследованных видов, %	16,5	18,8	22,4	57,7

Из данных таблицы 5.1 следует, что центры видового разнообразия Евразии характеризуются высоким видовым эндемизмом. Вместе с тем его показатели не одинаковы в различных центрах. Если в Крымско-Кавказском центре доля эндемичных видов от общего числа составляет 41,9 %, то в Среднеазиатском центре – 71,4 %. Насколько высоки эти показатели позволяет судить сравнение с ареалогическим районом «Восточная Европа» который характеризуется максимальным для исследуемых ареалогических районов, не включенных в состав центров видового разнообразия, эндемизмом. В ареалогическом районе «Восточная Европа» нашими исследованиями было выявлено 117 видов древесных растений (правило формирования выборки описаны выше), из которых 11 видов являются эндемичными для этого района. Доля эндемичных видов «Восточной Европы» составляет 9,4 %, что в 4-8 раз меньше, чем в центрах видового разнообразия.

Максимальным эндемизмом характеризуется Среднеазиатский центр видового разнообразия. Мы включили в состав этого центра три ареалогических района: «Центральная Азия», «Туранский Казахстан» и «Западный Китай». Первый из них является основным, знаний о его видовом разнообразии достаточно, чтобы моделировать расселение видов в другие ареалогические районы. Два последних – дополнительные, видовое разнообразие которых неразрывно связано с расселением видов из Центральной Азии. Можно высказать предположение о том, что максимальный эндемизм видов Среднеазиатского центра видового разнообразия определяется включением в него субкомплекса сопряженных родственных ареалогических районов.

Чтобы проверить это предположение, которое может быть переформулировано как «субкомплекс сопряженных родственных в процессе расселения ареалогических районов характеризуются более высоким эндемизмом, чем любой из ареалогических районов этого комплекса, взятый сам по себе», снова обратимся к ареалогическому району «Восточная Европа». Этот ареалогический район включен нами в Европейский субкомплекс, к которому также относятся ареалогические районы «Скандинавия» и «Западная Европа». Напомним, что по характеру исходных материалов наших исследований [Соколов и др., 1977, 1980, 1986] виды –эндемы Скандинавии и Западной Европы нами не рассматриваются. Однако число эндемичных видов этого субкомплекса, обязательно включающих в свой природный ареал Восточную Европу, значительно выше (37 видов), чем локальных эндемиков Восточной Азии. Субкомплексный эндемизм видов Восточной Азии составляет 31,2 %. Напомним, что такая специфичность видового разнообразия ареалогического субкомплекса связана с бореальной группой ареалогических комплексов, с расселением видов, оторвавшихся в настоящее время от центров видового разнообразия. Эндемизм субкомплекса европейских ареалогических районов примерно в 3 раза больше, чем ареалогического района «Восточная Европа». Это позволяет утверждать, что положение о большем эндемизме видов в субкомплексе сопредельных родственных районов, чем в каждом из них взятом самом по себе, справедливо.

Вместе с тем уровень видового эндемизма в Европейском субкомплексе ареалогических районов, связанных бореальным расселением видов, более чем в два раза ниже, чем в Среднеазиатском центре видового разнообразия и ниже чем в монорайонных центрах видового разнообразия. Центры видового разнообразия отличаются не только более высокой концентрацией видов, чем в других ареалогических районах региона, но и более высоким эндемизмом видов растений. Это

является прямым доказательством того, что центры видового разнообразия являются и центрами видообразования.

Из данных таблицы 5.1 следует очень интересное соотношение: чем выше степень приоритетности центра видового разнообразия в процессах расселения видов в регионе, тем более низких уровнем видового эндемизма характеризуется этот центр. В первоприоритетном для процесса расселения видов Крымско-Кавказском центре уровень видового эндемизма составляет 41,9 %. В Восточноазиатском центре, характеризующимся второй степенью приоритетности – 46,8 %, в третьестепенном Среднеазиатском центре – 71,4 %. Следует особо подчеркнуть, что специфика формирования исследуемой выборки видов, не учитывающая эндемизм растений вне территорий бывшего СССР, обуславливает сглаживание, снижение контрастности обсуждаемого соотношения. Из всех центров биологического разнообразия эндемизм в полной мере учитывается только для Крымско-Кавказского центра, все территории которого входили в состав СССР. Значительная часть эндемиков Восточной Азии и Центральной Азии не может быть учтена нами, так как значительные территории этих ареалогических районов находятся за пределами бывшего СССР.

Обратная пропорциональность между степенью приоритетности центра видового разнообразия для процессов видового расселения и уровнем видового эндемизма в этом центре может быть интерпретирована следующим образом: чем большей приоритетностью для процессов расселения видов характеризуется центр, тем большей миграционной мобильностью характеризуются свойственные ему виды; в силу такой миграционной мобильности больше число видов расселяется за пределы центра видового разнообразия, обуславливая тем самым снижение уровня видового эндемизма на территориях центра. Тем самым устанавливается взаимосвязь между процессами расселения и миграционной мобильностью видов, определяющей приоритетности центров видового разнообразия в расселении растений.

Миграционная мобильность вида определяется его экологической пластичностью, способностью осуществлять жизнедеятельность в достаточно широком спектре экологических условий. Кроме того миграционная мобильность предполагает высокий уровень фитоценотической устойчивости вида, его конкурентоспособность с другими растениями – чтобы заселить новые экосистемы вид должен «вписаться» в имеющиеся в них фитоценозы или изменить их таким образом, чтобы обеспечить в них свое существование. Оба эти аспекта миграционной мобильности вида имеют первоосновой экологическую подоплеку, экологическую специфичность.

Как мы обсуждали в 1 главе, экологические, в частности климатические характеристики территории заданно изменчивы во времени. Современное расселение растений определяется современной экологической ситуацией. Именно этой экологической ситуации соответствуют и современные степени приоритетности центров видового разнообразия в процессах расселения древесных растений. Если глобальная экологическая ситуация изменится, то можно ожидать и изменение степеней приоритетности центров видового разнообразия в расселении растений по Евразии. Современная ситуация соответствует «умеренному экологическому режиму». Если произойдет существенное потепление, то весьма вероятно первоприоритетным для расселения растений станет Среднеазиатский центр видообразования, охватывающий наиболее южные территории исследуемого региона, а потому имеющий виды с наиболее высокой жаро- и засухоустойчивостью. В случае глобального похолодания первоприори-

тетность скорее всего перейдет к Восточноазиатскому центру видового разнообразия, так как его северные границы самые высокоширотные из всех центров видообразования Евразии.

Возвращаясь к характеристикам видового эндемизма центров видового разнообразия субтропическо-субполярной Евразии, необходимо отметить, что в исследуемой выборке родов и видов суммарная доля эндемичных видов центров приближается к 60 % (таблица 5.2) от общего исследуемого видового разнообразия. Такой уровень видового эндемизма выше свойственного флористическим областям. Так в Средиземноморской флористической области видовой эндемизм составляет 50 %, в Мадреанской – 40 %, в Ирано-Туранской – 25 %, Сахаро-Аравийской – 20 % [Тахтаджян, 1978]. С позиций видового эндемизма региональные центры видового разнообразия являются весьма значимыми для филогенетических процессов. Их значимость не менее филогенетической специфичности флористических областей.

Такой уровень филогенетической значимости Восточноазиатской и Среднеазиатского центров видового разнообразия закономерен. За Восточноазиатский центр видового разнообразия нами приняты территории Восточноазиатской флористической области Бореального подцарства. Территории Среднеазиатского центра видового разнообразия составляют территории Ирано-Туранской флористической области за вычетом территорий Монголии, Западной Азии и Кавказа. Можно сказать, что в Среднеазиатский центр видового разнообразия входит более двух третей территорий Ирано-Туранской флористической области.

Совсем иное соотношение между флористическими областями и Крымско-Кавказским центром видового разнообразия, который является в настоящее время перво-приоритетным для расселения древесных растений в Евразии. Во-первых, площадь территории этого центра не составляет и одной десятой от площади каждой из выделяемых в регионе флористических областей. Во-вторых, территории Крымско-Кавказского центра видового разнообразия включают пространства двух, а по А. Л. Тахтаджиану [1978] – трех флористических областей – Ирано-Туранской и Циркумбореальной (+ Средиземноморская). Если Восточноазиатский и Среднеазиатский центры видового разнообразия практически соответствуют индивидуальным флористическим областям, то Крымско-Кавказский центр, представляющий в сравнении с другими центрами остров Мадагаскар при Африканском континенте, является местом сопряжения как минимум двух флористических областей. Если Восточноазиатский и Среднеазиатский центры видового разнообразия можно рассматривать как уточнение и дополнение традиционных флористических представлений, то Крымско-Кавказский центр – весьма существенное противоречие таким представлениям. Оказывается, что эпицентром широкорегионального расселения растений могут быть как флористические области, так и локальные центры видового разнообразия, филогенетические процессы в которых разнохарактерны по флористическим оценкам. Также эпицентрами видового эндемизма растений могут быть как флористические области, так и локальные территориальные сопредельности различных флорогенетических процессов. Такая разнокачественность эпицентров процессов развития эндемизма и расселения растений может быть преодолена.

Путь к тому – признание территорий ареалогического района Крым-Кавказ самостоятельной флористической областью. При таком подходе станет возможным утверждение о том, что флористические области могут быть и центрами видового

разнообразия, и центрами видового эндемизма – показателя локальной интенсивности филогенетических процессов, и центрами расселения растений по территориям региона. Пространственная локальность Крымско-Кавказских территорий в сравнении с другими флористическими областями не может служить препятствием для признания этой флористической области. Имеется пример признания флористами Капского царства, площадь которого соизмерима с площадью Крымско-Кавказского ареалогического района. Что же касается специфичности филогенетических процессов, то для Крымско-Кавказской флористической области она может заключаться в миксировании филогенетических процессов, происходящих в сопредельных флористических областях.

Что касается территориальных различий Ирано-Туранской флористической области и Среднеазиатского центра видового разнообразия, то можно предположить, что флористическая область – центр видового разнообразия включает как собственно центр видового разнообразия, так и «буферные территории», в которых происходит нивелирование уровня видового разнообразия с сопредельными флористическими областями. К таким буферным территориям Ирано-Туранской флористической области относятся Монголия и Западная Азия. Высока вероятность того, что детальные исследования Восточноазиатской флористической области выявят и на ее территориях подобные буферные зоны.

Выделение в пределах флористической области собственно центра видового разнообразия и буферных территорий не исчерпывает дифференциацию ее территорий. На примере Ирано-Туранской области очевидна еще одна градация уровня видового разнообразия – эпицентр видового разнообразия. В Ирано-Туранской флористической области таким эпицентром видового разнообразия является ареалогический район «Центральная Азия». По данным таблицы 4.1 (предыдущая глава) в эпицентре видового разнообразия сосредоточено 85 % видового разнообразия центра. На остальные территории центра приходится лишь 15 % видового разнообразия причем видовой состав на этих территориях включает 65-75 % видов эпицентра. Эти территории можно определить как «окраины центра видового разнообразия».

Согласно выше изложенному, территории флористической области – центра видового разнообразия дифференцируются на эпицентр видового разнообразия, окраины центра видового разнообразия и буферные территории. Такие градации качества территорий определяются закономерностью расселения видов из эпицентра видового разнообразия. Концентрация видов в эпицентре видового разнообразия определяет заселяемость видами и окраин центра видового образования, и буферных зон, и расселение видов данной флористической области по территориям других флористических областей.

Флористическая область может быть центром видового разнообразия древесных растений, но не всякая флористическая область является таким центром. Ярким примером тому – Циркумбореальная флористическая область. Заселение видами ее территорий определяется главным образом расселением видов из Восточноазиатской, Ирано-Туранской и предлагаемой нами Крымско-Кавказской флористической областей.

Характер постановки наших исследований не позволяет нам делать однозначных заключений о характере заселения растениями Средиземноморской флористической области. Однако высокий видовой эндемизм в этой области – 50 % [Гахтаджян, 1978] показывает выраженную автономность ее филогенетических процессов. Вместе с тем

проведенные нами исследования показывают, что расселение растений из Средиземноморской флористической области не имеет для субтропическо- субполярных территорий Евразии столь существенного значения, как их расселение из установленных центров видového разнообразия. Высокий видовой эндемизм с одной стороны, и несущественность влияния Средиземноморской флористической области на современное расселение древесных растений в Евразии, с другой, преводят к предположению о том, что эти территории в настоящее время представляют собой латентный «спящий» центр видového разнообразия. Иными словами по характеру и эндемизму видového разнообразия Средиземноморская флористическая область является центром видového разнообразия, но в настоящее время, в современной глобальной экологической ситуации этот центр видového разнообразия не оказывает существенного влияния на расселение древесных растений в Евразии. Такая латентность в геисторическом аспекте временная. В периоды значительного потепления весьма вероятно, что Средиземноморский центр видového разнообразия уже играл и еще будет играть существенную роль в процессах расселения растений.

Проведенные обсуждения формируют общую картину соотношения центров видového разнообразия и флористических областей Евразии. На субтропическо-субполярных территориях располагаются флористические области принципиально различные по своему характеру: центры видového разнообразия и акцепторы видového разнообразия (Циркумбореальная область). Центры видového разнообразия связаны в своем расположении с современными субтропическими территориями, акцепторы – с субполярными. Центры видového разнообразия являются «экологическими убежищами» для растений в эпохи оледенений. Из акцепторной области в периоды оледенения древесные растения вынуждены «уходить», спасаясь от холодových стрессов. Множественность центров видového разнообразия – флористических областей, являющихся «экологическими убежищами» эпох оледенения определяет вариантность путей отступления видов с акцепторных территорий. В каждый геисторический момент флористические области – центры видového разнообразия характеризуются различной степенью приоритетности для процессов расселения растений в регионе. Такая разноприоритетность обусловлена экологической специфичностью как центров видového разнообразия, так и текущего момента геисторического времени. Если данный центр видového разнообразия наиболее экологически соответствует наличествующей глобальной экологической ситуации, то такой центр становится приоритетным для процессов расселения растений. Чем экологические условия центров больше уклоняются от преобладающих в данный момент в регионе, тем меньше степень приоритетности такого центра в «сегодняшних» процессах расселения растений. Крайний вариант «экологического несоответствия» центра видového разнообразия условиям современности – переход центра в латентное состояние, временное исключение его из воздействия на расселение растений в регионе. Необходимо подчеркнуть, что динамичность степени приоритетности центров для процессов расселения растений, обусловленная динамичностью экологических ситуаций – закон расселения растений, действие которого обеспечивает надежность сохранения растительности региона в непрерывных изменениях экологических условий.

Динамичность степени приоритетности флористической области – центра видového разнообразия определяет заданную неоднозначность, изменчивость во времени видového разнообразия, ассоциируемого с данным центром видového разнообразия.

Когда центр видového разнообразия характеризуется первой степенью приоритетности для процессов расселения видов, с ним ассоциируются все виды, природный ареал которых включает территории данного центра. Когда этот центр изменяет степень приоритетности с первой на вторую, виды, природный ареал которых включает «новый» первоприоритетный центр, перестают быть ассоциируемыми, быть «собственными» утратившего «первостепенность» центра. Таковы формальные правила, объективность которых показана нами в предыдущей главе. В соответствии с этими правилами, центр видového разнообразия, с которым ассоциирован вид в настоящее время, и центр видového образования, где предполагается генезис данного вида, могут быть различны. Со сменой степени приоритетности центров видového разнообразия ассоциированность видов с комплексными ареалами передается как эстафетная палочка тому из центров, чья степень приоритетности становится более высокой.

Чтобы проанализировать области-центры видového разнообразия, в которых осуществлялся филогенез родов, соотношение между современной «ассоциированностью» и генезисом видového разнообразия по материалам приложения А нами обобщены данные о числе видов исследуемых родов, с охватом природными ареалами различного числа флористических областей. Такие данные обобщены по группам ареалогических комплексов, соответствующих центрам видového разнообразия (таблицы 5.2; 5.3 и 5.4). Для Крымско-Кавказского центра данные приведены по двум вариантам обобщений: 1) согласно флористическим областям А. А. Тахтаджяна [1978]; 2) с признанием ареалогического района Крым-Кавказ самостоятельной флористической областью.

Исследуемые рода *Conyferophyta*, *Gnetophyta*, *Ranunculidae* связаны с Крымско-Кавказским центром только ассоциативно. Их реальный филогенез происходил в Восточноазиатском и Среднеазиатском центрах видového разнообразия. Об этом свидетельствует отсутствие эндемиков в Крымско-Кавказском ареалогическом районе и их наличие в Восточноазиатском ареалогическом районе и комплексе ареалогических районов Среднеазиатского центра. Только последний является Евроазиатским центром видообразования эфедры, виды которой в Восточной Азии отсутствуют.

Очень интересная ситуация прослеживается с исследуемыми родами *Hamamelidae*. В данном случае мы имеем принципиально различные данные в зависимости от признания или непризнания Крымско-Кавказского ареалогического района самостоятельной флористической областью. При традиционном подходе к составу флористических областей мы приходим к выводу, что генезис всех исследуемых родов Гаммелиевых, кроме каркаса, связан с Восточноазиатской флористической областью. Согласно этой версии, уже сформировав широкие природные ареалы, виды этой систематической группы стали ассоциированы с Крымско-Кавказским центром. При признании самостоятельности Крымско-Кавказской области ситуация представляется несколько по иному. Наиболее древние представители *Hamamelidae* имеют Восточноазиатское происхождение, а завершение их филогенеза (*Betula*, *Corylus*) происходило и в Восточной Азии и на Крыме-Кавказе. На основании таких данных можно предполагать, что переход первоприоритетности от Восточноазиатского к Крымско-Кавказскому центру видového разнообразия происходил в период еще активного видообразования *Corylus* и *Betula*. Современная роль Среднеазиатского центра видообразования для *Hamamelididae* крайне незначительна. Этот регион охватывается природными ареалами лишь нескольких видов с широкими комплексными ареалами.

Таблица 5.2. Число видов Крымско-Кавказской группы ареалогических комплексов, природные ареалы которых охватывают различные числа флористических областей по родам и систематическим группам. Без скобок показаны числа видов по номенклатуре флористических областей А. Л. Тахтаджяна [1978], в круглых скобках – число видов с учетом выделения Крымско-Кавказского ареалогического района в самостоятельную флористическую область

Систематические группы растений	Рода	Число видов с охватом природными ареалами указанного числа флористических областей					Всего исследовано видов
		1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8
Conyferophyta	Larix	-	-	-	-	-	-
	Abies	-	-	1 (1)	-	-	1
	Piceae	-	-	1 (1)	-	-	1
	Pinus	-	-	2 (-)	- (2)	-	2
	Juniperus	-	-	1 (2)	5 (4)	-	6
Gnetophyta	Ephedra	-	2 (2)	1 (1)	1 (1)	-	4
Ranunculidae	Clematis	-	1 (-)	2 (-)	- (3)	-	3
	Berberis	-	-	3 (2)	- (1)	-	3
Hamamelididae	Celtis	-	1 (1)	3 (2)	- (1)	-	4
	Quercus	-	2 (2)	5 (4)	- (1)	-	7
	Carpinus	-	1 (1)	2 (-)	- (2)	-	3
	Ulmus	-	1 (1)	1 (-)	- (1)	-	2
	Alnus	-	3 (2)	1 (-)	- (1)	-	4
	Corylus	- (1)	1 (0)	3 (2)	- (1)	-	4
	Betula	- (2)	2 (0)	2 (1)	- (1)	-	4
Caryophyllidae	Calligonum	- (1)	1 (0)	1 (1)	-	-	2
	Atraphaxis	- (1)	2 (0)	2 (3)	-	-	4
Rosidae	Pyrus	-(22)	23 (1)	6 (4)	-(2)	-	29
	Rubus	-(25)	30(5)	6 (5)	-(1)	-	36
	Rosa	-(24)	24 (0)	15(8)	-(7)	-	39
	Cotoneaster	-(5)	6(1)	4(3)	1(1)	-(-)	11
	Crataegus	-(9)	10(1)	11(7)	-(4)	-	21
	Cornus	-(1)	2(1)	3(1)	-(2)	-	5
	Sorbus	-(4)	5(1)	11(7)	-(4)	-	16
	Amygdalus	-(2)	2(-)	3(3)	-	-	5
	Ribes	-(1)	1(-)	4(3)	-(1)	-	5
	Caragana	-	1(1)	-	-	-	1
	Cerasus	-	-	4(3)	-(1)	-	4
	Spiraea	-	-	1(-)	-(1)	-	1

Это весьма поучительно, потому что по палеонтологическим данным [Шилин, 1986], на территориях Туранского Казахстана такие рода Hamamelididae как Platanus, Ficus, Celtis, Ulmus, Juglans, Quercus были достаточно широко распространены к завершению мелового периода. Сопоставление палеонтологических и современных данных

Таблица 5.3. Число видов Восточноазиатской группы ареалогических комплексов, природные ареалы которых охватывает различное число флористических областей по родам и систематическим группам растений

Систематические группы растений	Рода	Число видов с охватом природными ареалами указанного числа флористических областей				Всего исследовано видов
		1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7
Conyferophyta	Larix	3	2	1	-	6
	Pinus	2	-	1	-	3
	Juniperus	3	-	1	-	4
	Piceae	2	1	-	-	3
	Abies	4	-	-	-	4
Gnetophyta	Ephedra	-	-	-	-	-
Ranunculidae	Clematis	3	1	2		6
	Berberis	1				1
Hamamelididae	Betula	4	2	2	-	8
	Ulmus	1	-	3	-	4
	Alnus	2	4	-	-	6
	Corylus	1	1	-	-	2
	Quercus	2	-	-	-	2
	Carpinus	1	-	-	-	-
	Celtis	-	-	-	-	-
Caryophyllidae	Atraphaxis	-	-	-	-	-
	Calligonum	-	-	-	-	-
Rosidae	Cotoneaster	-	-	-	-	-
	Sorbus	4	-	-	-	4
	Cerasus	2	-	-	-	2
	Pyrus	1	-	-	-	1
	Ribes	6	5	6	-	17
	Spiraea	3	5	7	-	15
	Rubus	1	1	1	-	3
	Rosa	3	3	1	-	7
	Crataegus	2	2	1	-	5
	Caragana	2	-	1	-	3
	Cornus	-	1	1	-	2
	Amygdalus	-	-	1	-	1

приводит к заключению, что процессы расселения растений, имевшие место 50 млн. лет тому назад практически не связаны с современными. Временной масштаб актуальных для современности процессов расселения растений составляет не миллионы, а сотни тысяч лет. Кроме того из такого сопоставления данных также очевидно, что современное расселение растений не позволяет делать правдоподобных заключений о геохронологической истории генезиса родов и систематических групп растений.

Таблица 5.4. Число видов Среднеазиатской группы ареалогических комплексов, природные ареалы которых охватывают различное число флористических областей по родам и систематическим группам растений

Систематические группы растений	Рода	Число видов с охватом природными ареалами указанного числа флористических областей				Всего исследовано видов
		1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7
Conyferophyta	Pinus	-	-	-	-	-
	Larix	-	1	-	-	1
	Piceae	1	-	-	-	1
	Abies	1	1	-	-	2
	Juniperus	4	3	-	-	7
Gnetophyta	Ephedra	9	1	-	-	10
Ranunculidae	Clematis	4	1	-	-	5
	Berberis	7	2	-	-	9
Hamamelididae	Celtis	-	-	-	-	-
	Quercus	-	-	-	-	-
	Alnus	-	-	-	-	-
	Carpinus	-	-	-	-	-
	Corylus	-	-	-	-	-
	Ulmus	-	-	1	-	1
	Betula	-	1	-	-	1
Caryophyllidae	Atraphaxis	8	7	-	-	15
	Calligonum	16	-	-	-	16
Rosidae	Cornus	1	-	-	-	1
	Cerasus	8	-	-	-	8
	Pyrus	5	-	-	-	5
	Ribes	4	5	-	-	9
	Caragana	5	6	-	-	11
	Rosa	18	5	-	-	23
	Cotoneaster	16	2	-	-	18
	Crataegus	18	2	-	-	20
	Sorbus	2	1	-	-	3
	Amygdalus	7	1	-	-	8
	Spiraea	4	2	1	-	7
	Rubus	-	-	1	-	1

Представления о расселении исследованных родов Caryophyllidae и Rosidae, также как и Hamamelididae различны в зависимости от того, учитывается или не учитывается автономия Крымско-Кавказской флористической области. Если следовать традиционным представлениям, видообразование Atraphaxis и Calligonum происходило только в Центральной Азии. С признанием Крымско-Кавказской флористической

области выясняется, что значительно в меньшей степени, чем в Среднеазиатском центре, видообразование этих родов происходило и в Крымско-Кавказском центре.

Что касается Rosidae, то традиционное представление о флористических областях формально исключают видообразование родов этой систематической группы в Крымско-Кавказском центре видового разнообразия. С признанием этого ареалогического района флористической областью оказывается, что именно в Крымско-Кавказском центре осуществлялось наиболее широкое видообразование родов *Pyrus*, *Rosa*, *Rubus*, *Sorbus* и *Amygdalus*. Процессы видообразования груши, розы, миндаля также были значительны в Среднеазиатском центре видового разнообразия и минимальны в Восточноазиатском центре видового разнообразия. Напротив виды *Rubus* в своем видообразовании связаны кроме Крымско-Кавказского только с Восточноазиатским центром видового разнообразия. Видообразование рябины было одинаковым в Крымско-Кавказском и Восточноазиатском центрах видового разнообразия и значительно менее значимым в Среднеазиатском центре. Еще один род, для которого отмечается максимальное видообразование в Крымско-Кавказском центре видового образования – кизильник. Видообразование этого рода в меньшей степени связано со Среднеазиатским центром видового образования и не выражено в Восточноазиатском центре. Род *Cornus*, также как и род *Cotoneaster* связан своим видообразованием с Крымско-Кавказским и Среднеазиатским центрами видового разнообразия.

Видообразование боярышника и смородины связано с Крымско-Кавказским центром, но наиболее интенсивно происходило в Среднеазиатском центре, с аналогичным (смородина) и менее интенсивным (боярышник) процессам в Восточноазиатском центре.

Три исследованных рода Rosidae (*Spiraea*, *Cerasus*, *Caragana*) в процессах видообразования не связаны с Крымско-Кавказским центром видового разнообразия. Максимальное число эндемичных видов вишни и караганы отмечается в Среднеазиатском центре видового разнообразия, ограниченное в Восточноазиатском. Видообразование таволги в равной степени связано и со Среднеазиатским, и с Восточноазиатским центрами видового разнообразия.

Приведенное описание процессов видообразования основываются на простом логическом подходе: там, где происходило видообразование рода, должны присутствовать его виды – эндемы; там, где виды – эндемы рода отсутствуют процессы видообразования рода маловероятны. Речь идет не о генезисе рода вообще, а о тех его характеристиках, которые отражены в современном расселении растений. Как мы выяснили на примере расселения *Hamamelididae* в Среднеазиатском центре видового разнообразия, современное расселение древесных растений отражает события в масштабе сотен тысяч, но не миллионов лет.

Общепризнанными являются понятия «неоэндемизм» и «палеоэндемизм». В качестве неоэндемиков можно рассматривать эндемичные виды центра видового разнообразия, характеризующиеся в данный момент геоисторического времени первой степенью приоритетности для процессов расселения растений. Возможно, к этой категории эндемизма следует относить эндемы не только такого центра. Об этом речь пойдет ниже. Что же касается палеоэндемиков, то они имеют содержание исторических реликтов, диковинок, а потому не являются атрибутами современных процессов расселения растений.

Нами проанализировано число видов исследованных древесных растений, ассоциированных с различными центрами видового разнообразия, природные ареалы которых охватывают различное число флористических областей (таблица 5.5). Такой анализ Крымско-Кавказского центра видового разнообразия проведен с двух позиций: традиционной номенклатуры флористических областей [Тахтаджян, 1978] и с позиций признания Крымско-Кавказского ареалогического района самостоятельной флористической областью. Более логичными представляются результаты, полученные по второй версии. Обсуждая соотношение: чем выше степень приоритетности центра видового разнообразия, тем ниже в нем уровень видового эндемизма, мы пришли к заключению, что чем выше степень приоритетности центра видового разнообразия для современного расселения растений, тем выше миграционная мобильность видов этого центра. Это полностью подтверждается данными таблицы 5.5, из которых следует, что только виды Крымско-Кавказского центра своим природным ареалом могут охватывать 4-5 флористических областей. Виды ассоциированные с другими центрами видового разнообразия ограничиваются в широте своих ареалов тремя флористическими областями. Первоприоритетный центр видового разнообразия отличается также и тем, что доля ассоциированных с ним видов, природный ареал которых охватывает две флористические области, меньше, чем доля таких видов, природный ареал которых охватывает три флористические области. Для видов, ассоциированных с другими центрами видового разнообразия такие характеристики либо равны, либо число видов с более широкими ареалами меньше чем с более узкими. Причина большей широты ареалов видов, ассоциированных с первоприоритетным для процесса расселения растений центром видового разнообразия не только в высокой миграционной мобильности видов, их соответствии современной региональной экологической ситуации. Как уже отмечалось, к новому первоприоритетному центру как эстафетная палочка от предшествующего первоприоритетного центра «передаются» широко расселенные виды, расселение которых происходило еще до того, как был установлен новый приоритет между центрами в процессах расселения видов.

Таблица 5.5. Число (числитель) и доля от числа исследованных видов из данных центров видового разнообразия Евразии (% , знаменатель) видов древесных растений, природный ареал которых охватывает различное число флористических областей

Центры видового разнообразия	Число и доля видов с охватом природным ареалом указанного числа флористических областей					Исследовано видов
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
Крымско-Кавказский, флористические области по А. Л. Тахтаджяну	0/0,0	121/52,9	101/44,1	7/3,0	0/0,0	229/100,0
Крымско-Кавказский, признание Крымско-Кавказской области	98/42,8	21/9,2	66/28,8	43/18,8	1/0,4	229/100,0

Центры видового разнообразия	Число и доля видов с охватом природным ареалом указанного числа флористических областей					Исследовано видов
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
Восточноазиатский	52/47,7	28/25,7	29/26,6	0/0,0	0/0,0	109/100,0
Среднеазиатский	138/75,9	41/22,5	3/1,6	0/0,0	0/0,0	188/100,0

Таблица 5.6. Доли видов, природные ареалы которых охватывают различное число флористических областей, по систематическим группа растений и центрам видового разнообразия, с которыми связаны природные ареалы видов

Центры видового разнообразия	Систематические группы растений	Охват природным ареалом вида указанного числа флористических областей				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Крымско-Кавказский, флористические области по А. Л. Тахтаджяну	Coniferophyta	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0
	Gnetophyta	0,0	50,0	25,0	25,0	0,0
	Ranunculidae	0,0	12,5	87,5	0,0	0,0
	Hamamelididae	0,0	39,3	60,7	0,0	0,0
	Caryophyllidae	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0
	Rosidae	0,0	60,1	39,3	0,6	0,0
Крымско-Кавказский, признание Крымско-Кавказской области	Coniferophyta	0,0	0,0	40,0	60,0	0,0
	Gnetophyta	0,0	50,0	25,0	25,0	0,0
	Ranunculidae	0,0	0,0	33,3	66,7	0,0
	Hamamelididae	10,7	25,0	35,7	28,1	0,0
	Caryophyllidae	33,8	0,0	66,7	0,0	0,0
	Rosidae	53,8	6,4	25,4	13,8	0,6
Восточноазиатский	Coniferophyta	70,0	70,0	15,0	0,0	0,0
	Gnetophyta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ranunculidae	57,1	57,1	28,6	0,0	0,0
	Hamamelididae	50,0	50,0	22,7	0,0	0,0
	Caryophyllidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Rosidae	41,7	41,7	30,0	0,0	0,0
Среднеазиатский	Coniferophyta	54,5	45,5	0,0	0,0	0,0
	Gnetophyta	90,0	10,0	0,0	0,0	0,0
	Ranunculidae	78,6	21,4	0,0	0,0	0,0
	Hamamelididae	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0
	Caryophyllidae	77,4	22,6	0,0	0,0	0,0
	Rosidae	77,1	21,1	1,8	0,0	0,0

Нами также проанализирован охват природными ареалами вида числа флористических областей в зависимости от систематической группы растений и ассоциированности видов с различными центрами видового разнообразия (таблица 5.6). И в этом случае проанализирована как версия традиционного подразделения флористических

областей, так и версия признания Крымско-Кавказского ареалогического района в качестве самостоятельной флористической области. И в этом случае последняя из этих версий более логична. При традиционной номенклатуре флористических областей оказывается практически невозможно определить филогенез каких филогенетических групп был наиболее связан с Крымско-Кавказским центром видового разнообразия. По второй версии ответ на этот вопрос очевиден и увязывается со степенью эволюционной продвинутости систематических групп. Более ранние в своем развитии систематические группы (*Coniferophyta*, *Gnetophyta*, *Ranunculidae*) связаны с Крымско-Кавказским центром только ассоциативно, но не процессами видообразования. Более эволюционно продвинутые систематические группы растений (*Hamamelididae*, *Caryophyllidae*, *Rosidae*) связаны с этим центром и ассоциировано, и филогенетически, процессами видообразования. Что особенно существенно, доли неозндемов в систематических группах тем выше, чем «моложе» систематическая группа.

Виды, ассоциированные с Восточноазиатским и Среднеазиатским центрами видового разнообразия не следует такой логике. В Восточной Азии максимальной долей эндемиков (70 %) представлены наиболее древние *Coniferophyta*, минимальной (исключая отсутствующие в регионе исследованные представители *Gnetophyta* и *Caryophyllidae*) долей эндемиков здесь представлены *Rosidae* – самые молодые из исследованных систематических групп (41,7 %). Ситуация с эндемизмом в Восточноазиатском центре видового разнообразия описывается следующим образом: чем филогенетически старше систематическая группа, тем большей долей эндемичных видов она характеризуется. Можно предположить, что для примитивных систематических групп Восточная Азия – главное экологическое убежище в эпоху похолоданий, что и ведет к высокому эндемизму таких систематических групп на этих территориях. Эндемизм «молодых» систематических групп (*Hamamelididae*, *Rosidae*) здесь значительно ниже. Эти группы укрылись от похолоданий в нескольких центрах видового разнообразия.

Что касается Среднеазиатского центра видового разнообразия, то в нем эндемизм как «старых» так и «молодых» систематических групп примерно одинаков (74,4 и 77,2 %) и весьма высок. С этим центром видового разнообразия ассоциированы виды, чей природный ареал, исключая *Hamamelididae* и *Rosidae*, ограничивается лишь двумя флористическими областями. Высокая степень эндемизма и современная узость природных ареалов заставляют задуматься о том, не находится ли этот центр видового разнообразия в готовности к броску на место первоприоритетного для расселения растений. Филогенетическая подготовка к этому уже осуществлена – произведено большое число новых видов, которые с наступлением экологического стимула готовы отправиться в путешествие по другим ареалогическим районам и флористическим областям. Таким экологическим стимулом может быть дальнейшее потепление климата. Если в будущем события будут разворачиваться по описанному сценарию, то древесные эндемы Среднеазиатского центра видового разнообразия – потенциальные неозндемы.

Заговорив о путешествиях видов в процессе их расселения нельзя не отметить главного «путешественника» - *Cotoneaster melanocarpus* Ledeb., который только один из всех исследованных видов охватывает своим природным ареалом все пять (включая Крымско-Кавказскую) субтропическо-субполярных флористических областей Евразии. Его произрастание отмечено во всех ареалогических районах суперконтинента кроме Скандинавии. Не торопится он перебираться ни в Северную Америку, ни в Северную Африку. Он евроазиатский космополит. Этот вид относится к самой моло-

дой из исследованных систематических групп растений (Rosidae) и ассоциирован с первоприоритетным в настоящее время для расселения растений Крымско-Кавказским центром видového разнообразия. Этот вид яркий пример реализованной, а возможно еще не полностью, выдающейся миграционной мобильности.

Завершая обсуждение соотношения центров видového разнообразия древесных растений Евразии и флористических областей мы приходим к следующему. На субтропическо-субполярных территориях Евразии располагаются флористические области, принципиально различающиеся по своему характеру: центры видového разнообразия (Восточноазиатская, Ирано-Туранская, Средиземноморская и предлагаемая нами Крымско-Кавказская) и акцепторы видového разнообразия (Циркумбореальная). Центры видového разнообразия связаны в своем современном расположении с субтропическими территориями, акцепторы – с субполярными.

Центры видového разнообразия являются «экологическими убежищами» для растений в эпохи оледенений. Из акцепторной области в периоды оледенений древесные растения вынуждены «уходить», спасаясь от холодových стрессов. В каждый геосторический момент времени флористические области – центры видového разнообразия характеризуются различной степенью приоритетности для процессов расселения растений в регионе. Это обусловлено экологической специфичностью как центров видového разнообразия, так и текущего момента геосторического времени. Если данный центр видového разнообразия наиболее экологически соответствует наличествующей глобальной экологической ситуации, то такой центр становится первоприоритетным для процессов расселения растений. Чем экологические условия центра больше уклоняются от преобладающих в данный момент в регионе, тем меньше степень приоритетности такого центра в «сегодняшних» процессах расселения растений. Крайний вариант «экологического несоответствия» центра видového разнообразия условием современности – переход центра в латентное состояние, временное исключение из воздействия на расселение растений в регионе. Динамичность степени приоритетности центров видového разнообразия для процессов расселения растений, обусловленная динамичностью экологических ситуаций – закон расселения растений, действие которого обеспечивает надежность сохранения растительности региона при непрерывных изменениях экологических условий.

Флористическая область – центр видového разнообразия – территориально дифференцируется на эпицентр видového разнообразия, где локализовано до 85 % собственных центру видов, на окраины центра, в которых произрастает 15 % специфичного видového разнообразия, совместно с 65-75 % видов эпицентра и буферные зоны – краевые участки флористической области, на которых происходит нивелирование видového разнообразия с сопредельными флористическими областями.

Вид может быть связанным с центром видového разнообразия ассоциативно и филогенетически. Ассоциативные, формальные взаимосвязи непостоянны и определяются динамичностью степени приоритетности центров в процессах расселения растений. Такая формальная связь определяется наличием территорий того или иного центра видového разнообразия в комплексном, состоящем из нескольких ареалогических районов, природном ареале вида. Если данный центр видového разнообразия, входящий в природный ареал вида, приобретает первую степень приоритетности в процессах расселения растений, данный вид становится для него «собственным». Если же обсуждаемый центр утрачивает первую степень приоритетности и ее приобретает

другой центр, также входящий в природный ареал вида, вид становится «собственностью» нового центра первой приоритетности. Аналогичные «смены собственности» происходят и у центров второй и третьей степеней приоритетности для процессов расселения растений. Из третьей степени значимости центр может перейти в латентное состояние. Тогда населяющие его виды, кроме эндемиков, станут «собственными» для других центров видового разнообразия. Филогенетическая связь видов и родов, к которым они относятся с центром видового образования обуславливается процессами видообразования, происходящими в этом центре. Там, где происходит видообразование рода, должны присутствовать его виды – эндеми. Там, где виды - эндеми рода отсутствуют, видообразование рода маловероятно. Речь идет не о генезисе рода вообще, а о тех его характеристиках, которые отражены в современных процессах расселения растений. Современное расселение древесных растений отражает события в масштабе сотен тысяч, но не миллионов лет.

Филогенетические связи между центрами видового разнообразия и систематическими группами растений неоднозначны. В Крымско-Кавказском центре видового разнообразия они тем более выражены, чем эволюционно моложе систематические группы растений. Таково соотношение в первоприоритетном в настоящее время центре для процессов расселения растений. В Восточноазиатском центре ситуация обратная – большей филогенетической связью с центром характеризуется более «старые», чем «молодые» систематические группы. Это соотношение отражает «ушедшую», былую первоприоритетность центра для процессов расселения. В Среднеазиатском центре видового разнообразия эндемизм эволюционно «старых» и «молодых» систематических групп примерно равен и весьма высок. В этом мы усматриваем «подготовку» к занятию этим центром первоприоритетного места в процессах расселения растений при дальнейшем развитии глобального потепления климата.

Глава 6. Природный и интродукционный ареалы растений

В предыдущих главах мы весьма основательно познакомились с процессами естественного расселения древесных растений в субтропическо-субэкваториальной Евразии. Однако не был обсужден один весьма принципиальный вопрос: Как они расселяются? Речь идет о механизмах расселения растений, включая древесные.

Деревьям свойственен неподвижный образ жизни. Врастая корнями в почву, они всю свою жизнь остается на одном и том же месте. Всякое пространственное перемещение, за крайне редкими исключениями, осуществляется не самим этим деревом, а его вегетативными или генеративными потомками. Пространственная масштабность основных форм вегетативного расселения (онокоренение ветвей, корневые отпрыски и т.д.) – метры. При реализации вегетативного расселения на преодоление расстояния в один километр требуются десятки поколений. Такими темпами от надвигающегося глобального экологического стресса не убежать. Поэтому основным путем расселения растений, включая деревья, является расселение семенами и плодами.

«Часто семена и плоды падают недалеко от материнского растения и здесь прорастают, давая начало новым растениям. Но чаще всего животные, ветер или вода уносят их на новые места, где они, если условия окажутся подходящими, могут прорасти. Так происходит расселение... Благодаря расселению происходит постепенное расширение площади, занимаемой данной популяцией или даже видом. Именно благодаря этому многие виды могли захватить те огромные площади, которые они занимают» [Тахтаджян, 1980, стр. 96].

«Для обозначения любых частей растения, служащих для расселения, существует очень удобный термин «диаспора» (от греч. *diáspeiro* – рассеиваю, распространяю)...

У относительно очень небольшого числа цветковых растений диаспоры распространяются без участия каких либо внешних агентов. Такие растения называются автохорами..., а само явление автохорией. Но у подавляющего большинства... растений диаспоры распространяются посредством животных, воды, ветра или наконец человека. Это аллохоры...

В зависимости от агента, участвующего в распространении семян и плодов, аллохория подразделяется на зоохорию (от греч. *zoon* – животное), антропохорию (от греч. *anthrops* – человек), анемохорию (от греч. *anemos* – ветер) и гидрохорию (от греч. *hydro* – вода)» [Тахтаджян, 1980, стр. 86].

Одним из эволюционно первичных механизмов расселения древесных растений является анемохория.

«Сильный ветер, особенно буря, могут способствовать распространению любых диаспор... Ветер может вырвать с корнем целое растение и перенести его на новое место.

У семян и плодов в начале не было специальных приспособлений, облегчающих распространение посредством ветра... Но ветер является универсальным и во многих отношениях очень удобным агентом переноса диаспор. Поэтому неудивительно, что уже у самых примитивных групп... растений вырабатываются специальные приспособления для анемохории...

...Следуя голландскому ботанику Л. Ван дер Пайлу... мы можем разделить диаспоры анемохоров на три группы: летающие (у метеоранемихоров), катящиеся (у

хамеоров) и метающие (у баллистических анемохоров). Имеются и другие классификации» [Тахтаджян, 1980, стр. 100].

Не менее древним механизмом расселения растений является и гидрохория.

«Вода является мощным агентом распространения семян и плодов. Морские течения, реки и ручьи, ливневые потоки играют очень большую роль в распространении диаспор. Совершенно естественно, что в качестве постоянно действующего агента переноса вода достаточно эффективна в отношении только тех диаспор, которые снабжены специальными гидрохорными приспособлениями... Основное гидрохорное приспособление – это надежная защита семян от смачивания. Другое, не менее универсальное гидрохорное приспособление – способность держаться на поверхности воды (плавучесть)» [Тахтаджян, 1980, стр. 101].

Расселение растений с помощью ног и крыльев обеспечивает зоохория.

«Распространение диаспор животными может осуществляться тремя различными способами. Вероятно, древнейшим из них была эндозоохория..., которая характеризуется тем, что семена или плоды целиком поедаются, а семена, их содержание или эндосперм с заключенными внутри семенами проходит через пищеварительный тракт и выбрасывается неповрежденным вместе с экскриментами. Но часто животные не поедают диаспоры сразу же, а утачивают их в гнезда или складывают где-либо в запас. При этом часть семян и плодов теряется в пути или остается почему либо неиспользованными. Такое растаскивание диаспор животными называется синзоохорией... Наконец, во многих случаях животные могут пассивно переносить семена и плоды, случайно прилипшие или прицепившиеся к поверхности их тела. Эту разновидность называют эпизоохорией...» [Тахтаджян, 1980, стр. 97].

Антропохория является эволюционно более поздним и содержательно неоднородным механизмом расселения растений.

«На протяжении большей части биологической истории зоологический вид человек разумный (*Homo sapiens*) был всего лишь одним из агентов зоохории. Но с началом развития цивилизации, с возникновением земледелия и скотоводства человек стал по существу новым агентом распространения диаспор, во многом сильно отличающимся от обыкновенных агентов зоохории в том числе и от остальных приматов. Великие переселения народов, войны, путешествия, торговые связи были мощным фактором в распространении не только семян и плодов, но и корневищ, клубней, луковиц и целых живых растений. Антропохории посвящено много работ, и она продолжает интенсивно изучаться. Воздействие человека на расселение растений продолжалось столь длительное время, что перед ботаниками очень часто встает вопрос, насколько естественно произрастание того или иного вида в данной стране» [Тахтаджян, 1980, стр. 103].

Антропохория должна быть подразделена на две принципиально различные составляющие: спонтанная антропохория и интродукция. Под спонтанной антропохорией мы понимаем случайное, не задуманное человеком распространение диаспор растений. Спонтанная антропохория по ее способам сходна с зоохорией, но может обеспечивать более масштабные и быстрые перемещения диаспор за счет использования человеком специальных транспортных средств. К таким средствам относятся и корабли, и поезда, и автомобили, и самолеты.

«Интродукция (от лат. *Introduction* – введение) – переселение отдельных видов и форм растений и животных в местности, где они раньше не жили. Под интродукцией растений следует понимать целенаправленную деятельность человека по введению в

культуру в данном естественноисторическом районе новых видов, форм, культиваров растений или перенос их из природы в культуру... Интродукция возникла стихийно на ранних этапах развития человеческого общества, почти одновременно с переходом человека к оседлому образу жизни и возделыванию пищевых и технических растений поблизости от своего жилья» [Лесная энциклопедия, 1985, стр. 382].

В самом деле, желание иметь поблизости от своего очага растения с вкусными плодами – вполне основательная целевая установка для того, чтобы человек посадил такое растение рядом со своим жильем. Это уже интродукция, но стихийная интродукция. Под «стихийностью» мы понимаем наличие желания выращивать растения без знаний о том, где и как их можно вырастить. Именно так, стихийно, осуществлялась человеком первичная интродукция растений, результаты которой были порой весьма успешны, но достигались по методу проб и ошибок. Стихийной была не только изначальная интродукция растений, но и ее тысячелетнее продолжение, основанное на принципе «авось, приживется». Такой интродукционный способ используется и сейчас причем не только садоводами любителями. И что самое интересное, старый «авось» иногда оказывается продуктивнее научных знаний, принося казалось бы невозможные практические удачи.

Вместе с тем люди давно стали понимать, что за ответом на вопрос «где, какое растение можно эффективно выращивать?» стоят объективные естественные закономерности. Так кроме стихийной интродукции стала развиваться научная интродукция растений. Интродукция стала не только целевой, но и научной деятельностью. Прогнозирование жизнеспособности растений в новых условиях произрастания является содержанием интродукции как самостоятельного научного направления [Байтулин и др., 1992].

Анемохория, гидрохория, зоохория спонтанная антропохория, как модификация зоохории, могут рассматриваться как естественные механизмы расселения растений. Представления об их естественности включает принципиально важное положение о том, что расселение диаспор вышеуказанными механизмами предполагает воздействие на переселенные растения всего комплекса абиотических и биотических факторов, свойственных новому месту произрастания. Далекое не последним среди лимитирующих приживаемость нового растения, нового вида в новом местообитании фактором является фитоценозическая конкуренция между растениями. Завоевание видом своей экологической ниши в сложившееся до него фитоценозе – задача не из простых.

Интродукция не является естественным механизмом расселения растений. Дело не только в том, что она осуществляется согласно целевым установкам человека, но и в том, что при интродукции растений человек осуществляет за ним агротехнический уход, который дает растению – переселенцу не только необходимые воду и питательные вещества, но и «снимает» конкурентные отношения с другими растениями. При интродукции экологическая ниша не завоевывается растением – переселенцем, а создается для него человеком.

Такие принципиальные отличия экологического содержания естественного расселения растений и их интродукции определяют заданную разнокачественность этих процессов. Растению гораздо легче «интродуцироваться», чем естественно расселиться в новом месте обитания.

Принципиальные различия между интродукцией и естественным расселением растений далеко не всегда учитываются при фитогеографических обобщениях расселения

видов. Е. В Вульфом [1933] обсуждается понятие «искусственный ареал» растений, под которым он понимает территории, где вид заселился в следствии преднамеренного или невольного заноса растений человеком, даже сопровождающееся его одичанием. При таком понимании теряется разделительная грань между естественным и интродукционным расселением. Б. А. Быков вносил еще более широкое содержание в понятие «искусственного ареала». Он определял его как ареал «ограниченный, расширенный или созданный человеком» [Быков, 1973, стр. 19]. В этом случае всякое воздействие человека на природный ареал вида, превращает такой ареал в искусственный, лишенный естественных закономерностей своего развития. Не всякое воздействие человека выводит природный ареал вида из сферы действия естественных законом формирования. Кроме того в определении Б. А. Быкова очевидно уже отмеченное выше снятие грани между естественными и интродукционными процессами расселения растений.

Кроме термина «искусственный ареал» для описания расселения растений с воздействием человеческой деятельности применяется термин «вторичный ареал». Под вторичным ареалом понимают измененный природный ареал, изменения в котором определяются изменениями условий, осуществленными человеком [Ильинский, 1945]. По своему содержанию «вторичный ареал» близок «искусственному» в понимании Б. А. Быкова [1973].

Б. Н. Головкин ввел понятие «культигенного ареала» растений. «Это ареал, возникший и сформировавшийся вне пределов современного естественного распространения таксона и непосредственно связанный с его культивированием» [Головкин, 1988, стр. 4]. «По своему содержанию... включает в себя по крайней мере две градации, названные нами культуригенным натурализованным и культуригенным интродукционным ареалами. В пределах первого, культура растений дает толчок к натурализации интродуцента, она является отправным пунктом последующего вхождения его в те или иные местные растительные группировки. В границах этого ареала дальнейшее существование вида на протяжении достаточно долгого времени возможно без вмешательства человека...»

Культуригенный интродукционный ареал представляет собой ареал выживания и сохранения таксона (вне естественного распространения), которое происходит лишь при непосредственном содействии человеком. Содействие это заключается прежде всего в соблюдении оптимальной агротехники и создании условий, соответствующих экологическому диапазону интродуцента и / или норме изменчивости последнего» [Головкин, 1988, стр. 5-6]. «Интродукционный культуригенный ареал оконтуривает все интродукционные пункты, где имеются в культуре образцы одного и того же таксона...» [Головкин, 1988, стр. 45].

Культуригенный интродукционный ареал в понимании Б. Н. Головкина [1988] – результат интродукционного расселения растений. Натурализованный культуригенный ареал – это не только результат интродукции, но и включения в действие естественных законов расселения растений. Предложенные Б. Н. Головкиным две градации культуригенного ареала сами по себе объективны. Их принципиальные отличия показаны самим автором. Мы согласны с представлениями Б. Н. Головкина о культуригенном интродукционном ареале. Однако считаем излишним называть его и «культуригенный», и «интродукционный». Одного определения «интродукционный» вполне достаточно. Из приведенного выше понятия «интродукция» следует, что оно однозначно нераз-

рывно связано с деятельностью человека. Поэтому при последующем изложении мы будем употреблять термин «интродукционный ареал».

Мы также согласны с представлениями Б. Н. Головкина о натурализованном культигенном ареале. Хотя и в этом случае одного определения «натурализованный» вполне достаточно. Натурализованный ареал – это особый случай взаимодействия естественных механизмов расселения растений и интродукции. При таком расселении вид «интродукционным путем» доставляется и закрепляется в новом месте обитания. Являясь хорошо адаптированным к этим условиям и, что особенно важно, фитоценологически агрессивным, вид внедряется в природные экосистемы, в которых подчиняется естественным закономерностям расселения. Такая агрессивность чужеродных видов вредоносна для естественных природных экосистем и требует регулирования человеком [Конвенция..., 1992].

Введение Б. П. Головкиным [1988] обобщающего определения для ареалов – «культигенный» – связано со стремлением объединить интродукционный ареал с естественным природным, найти в них общие закономерности. Об этом позволяет судить следующее заключение: «Изучение культигенных ареалов является составной частью общей хорелогии растений» [Головкин, 1988, стр. 10]. Такой поиск родства между естественным и искусственным расселением растений не случаен, а традиционен. Первый из постулатов, разработанный интродукцией, как научной дисциплиной, утверждал, что успех интродукции возможен только тогда, когда условия нового места обитания аналогичны таковым в природном ареале. Правомочность этого постулата в настоящее время оспаривается, но его суть подспудно управляет умами интродукторов.

Обсуждаемый постулат безусловно был принципиально важен, от части остается таким, но не абсолютен. Он был практическим первым «камнем» в фундаменте интродукции как науки. Как мы уже отмечали, с развитием практики интродукции растений стало очевидным, что ее успех определяется соответствием естественным закономерностям. Начался поиск таких закономерностей как основ интродукции. Попытки оценить возможные границы культивирования того или иного растения предпринимались с давних времен и неоднократно. Их содержанием был анализ отдельных климатических факторов как управляющих успехом интродукции и выявления границ успешного культивирования как изоплет определенной интенсивности таких факторов [Головкин, 1988]. Следующим шагом к пониманию интродукционного соответствия растений климатическим условиям новых мест обитания стали попытки оконтурить границы потенциального успеха интродукции по изоплетам не одного, а нескольких климатических показателей. Такая разработка была выполнена А. Декандалем [De Candalle, 1855] для ячменя, финиковой пальмы, вична и кукуруза. В качестве «управляющего» интродукцией климатического фактора он использовал предложенные А. Гумбольдтом суммы эффективных температур.

Подход, при котором интродукторы оперировали общей оценкой климата территории привел в дальнейшем к методу климатических аналогов [Головкин, 1988]. Разработка этого интродукционного метода связана с именами Г. Майера [Mayr, 1890; 1909], А. Павари [Pavari, 1916]. Суть этого метода заключается в том, что успех интродукции растения прогнозируется лишь в том случае, если климатические условия нового места произрастания аналогичны таким характеристикам в природном ареале вида.

Последующая практика интродукции показала и существование, и ограниченность климатических аналогий. Анализ результатов интродукции около 1000 видов

древесных растений в Сибири привел к заключению о том, что три четверти зимостойких видов характеризуются природными ареалами с такими же или более низкими минимумами температуры воздуха, как и пункты интродукции в Сибири [Встовская, 1983]. По этим данным метод климатических аналогов на $\frac{3}{4}$ верный, а на $\frac{1}{4}$ - нет. Его прогнозы не всегда подтверждаются практикой интродукции. Более того, имеются примеры успешной интродукции видов, которые согласно методу климатических аналогий никогда бы даже не пробовали выращивать, там где они успешно прижились. Речь идет о видах *Desmodium*, естественно произрастающих в тропических лесах Шри-Ланки, успешно интродуцированных в Ташкенте [Базилевская, 1964], о растениях опунции, интродуцированной и произрастающей более 50 лет в открытом грунте в Воронеже [Кирилчев, 1977]. Примерно столько же сохраняют жизнеспособность и растения опунции, высаженные энтузиастами, в пустыне вблизи города Алматы.

Понятно, что столь существенные отклонения результатов интродукции от прогнозов по методу климатических аналогов заставили усомниться в его правомерности. Н. И. Вавилов, сам предложивший «метод экологических аналогов», отмечал необходимость большой осторожности с аналогиями в интродукции, настаивал на большей значимости прямого опыта, чем таких теоретических прогнозов [Вавилов, 1935]. Так постепенно сложилось мнение о том, что метод климатических аналогов является средством предварительной ориентировки для оценки перспективности того или иного растения в том или ином регионе [Малеев, 1933; Вавилов, 1935; Аврорин, 1956; 1967; Базилевская, 1964].

При таком уже устоявшемся определенном скептицизме в отношении методов климатических аналогов, его идеология остается в умах интродукторов. Яркий пример тому предложенная Г. Н. Зайцевым [1983] концентрическая модель ареала вида. Согласно этой модели, ядром природного ареала является зона экологического оптимума. Ее сменяет зона адаптации, «внешняя» граница которой, по Г. Н. Зайцеву, соответствует границам природного ареала. Далее следует зона интродукции, которая граничит с зоной экологического дискомфорта, в которой жизнедеятельность вида проблематична. Отметим в этой схеме два момента: 1) взаимозависимость природного и интродукционного ареала вида; 2) признание экологических условий естественного ареала вида наиболее благоприятными для него. Второе заключение – «аналог» метода климатических аналогов. Первое – следствие подспудного ощущения зависимости интродукции от климатического режима природного ареала вида, привитого методом климатических аналогов. Сам автор концентрической модели ареала вида не скрывает близости ему идей Г. Майера [Maier, 1909] о климатических аналогиях, признавая их «наиболее результативными в практике интродукции» [Зайцев, 1983, стр. 84].

Б.Н.Головкин, который, как это было показано выше, также стоит на позициях неразрывности общности природного и интродукционного ареала вида, показывает, что предложенная Г. Н. Зайцевым [1983] модель ареала представляется лишь одним из трех возможных случаев соотношения природного ареала вида и его экологического оптимума [Головкин, 1988].

Ими являются [Головкин, 1988]:

- 1) «Экологический оптимум лежит в границах природного ареала вида и ему нет равнозначных аналогов вне этой территории – модель Г. Н. Зайцева.
- 2) Экологический оптимум лежит как в пределах естественного ареала, так и вне его. Это может быть вызвано не только сходством экологических условий различных

территорий, но и тем, что экологическая пластичность вида зачастую шире тех рамок, которые ему определили исследователи при анализе разнообразия экологических ниш, занятых таксоном в границах естественного ареала.

3) Экологический оптимум лежит вне естественного ареала. Интродуценты в этом случае проявляют свою агрессивность в большей степени, чем на родине, многие из них становятся злостными сорнякам.

Б. Н. Головкин уходит от обязательности экологической оптимальности условий природного ареала вида и от представлений о том, что территории за пределами природного ареала не могут быть экологически более благоприятными для вида, чем его природный ареал. Это крайне важно и позитивно. Достаточно вспомнить природный ареал (болота Северной Америки) и интродукционный современный ареал (от пустынь до лесов, от субтропиков до умеренных широт Евразии) *Acer negundo* L., чтобы согласиться с представлением Б. Н. Головкина.

Оперирование термином «экологический оптимум» в отношении вида красиво, но, к сожалению, либо умозрительно, либо носит формальный характер. При многофакторности экологических зависимостей растения от среды обитания и при взаимодействии друг с другом результатов этих зависимостей установление экологического оптимума – работа крайне неблагодарная. У одного и того же вида вероятно наличие не одного, а нескольких экологических оптимумов как различных вариантов сочетаний воздействия факторов среды.

Куда как более определенной и однозначной представляется устойчивость вида к воздействию того или иного лимитирующего фактора среды. Уровень такой устойчивости определяется предельной интенсивностью воздействия фактора, при которой вид сохраняет жизнеспособность. Размерностью устойчивости по данному лимитирующему фактору является размерность единиц измерения этого фактора.

С первых шагов интродукции растений как научной дисциплины стало очевидно, что важнейшим и не регулируемым человеком фактором при выращивании растений в открытом грунте является температура воздуха. Лимитирующей жизнедеятельность растений являются и крайне низкие, и крайне высокие температуры, и недостаток накопления «суммы температур» за сезон вегетации для прохождения растением сезонного цикла развития. Вспомним изложенную в предыдущей главе «гипотезу Дарвиновского пути расселения и формирования видового разнообразия рода», устанавливаемую ею связь между расселением и холодоустойчивостью растений. Вдохновившись последним, примем устойчивость растений к низким температурам за объект исследований при анализе соотношения видовой устойчивости к абиотическому фактору среды и ее реализованности в природном ареале вида. Именно таким образом трансформируется вопрос о наличии или отсутствии экологического оптимума в природном ареале вида с переходом на обсуждение устойчивости растений. Если природный ареал вида признается экологически оптимальным, то можно ожидать, что в нем реализованы все потенции устойчивости вида по данному фактору. Если же фактическая устойчивость вида существенно превышает уровни стрессов в природном ареале, то тогда можно предполагать, что природный ареал есть лишь частичная реализация потенций вида и ожидать его дополнительных экологических оптимумов за пределами природного ареала. Так можно интерпретировать положение Б. Н. Головкина [1988] о полноте или не полноте для вида реализованных в природном ареале экологических ниш.

С помощью исследований устойчивости растений также имеется возможность установить соответствие или несоответствие между климатическими аналогиями природного ареала и устойчивостью растений, перенесенных за его пределы. Если в интродукционном ареале устойчивость равна таковой вида в природном ареале – климатические аналогии работают. Если же устойчивость интродуцентов может быть больше, свойственной виду в природном ареале – аналогии с природным ареалом не абсолютны.

Самой общей формой оценки устойчивости древесных растений к пониженным температурам является оценка их зимостойкости. Более детально на методах оценки устойчивости, включая зимостойкость, мы остановимся в следующей главе. Сейчас же лишь отметим, что о зимостойкости древесных растений судят по наличию и степени зимних отмираний осевых надземных органов растений, давая бальные оценки таких повреждений. Системы бальных оценок различны у различных исследователей.

Г. Н. Зайцевым [1983] приводятся данные о зимостойкости 80 видов древесных растений в Санкт-Петербурге и характеристики средней географической широты природных ареалов этих видов. Зимостойкость растений приведена по шкале Э. Л. Волфа, в которой баллу 1 соответствует полная зимостойкость, а баллу 5 – полное зимнее отмирание растений. Санкт-Петербург располагается на 60-ом градусе северной широты. Анализируется зимостойкость древесных растений, средняя широтность природного ареала которых варьирует от 30 до 65 градусов северной широты. Соответствующим образом таблично переформатированные (таблица 6.1) эти данные позволяют судить и о степени надежности климатических аналогий, и о полноте реализации холодоустойчивости в природных ареалах видов.

Напомним, как это обсуждалось в 1-ой главе, что чем больше широтная характеристика местности, тем с более низкими зимними температурами приходится сталкиваться растениям. Широтная характеристика 30 градусов соответствует границе тропического и субтропического географических поясов. Такая же характеристика в 40 градусов соответствует границе разделения субтропического и умеренного географического поясов. Последний на меридиане Санкт-Петербурга уходит на север за полярный круг. Поэтому позицию Санкт-Петербурга как пункта интродукции можно охарактеризовать как средне умеренную. Из выше изложенного следует, что в материалах Г. Н. Зайцева [1983] анализируется зимостойкость древесных видов в средне умеренных условиях при варьировании их природного ареала от субтропического до умеренного.

Осредненные характеристики зимостойкости растений по пятиградусным полосам средней широты природных ареалов видов «льют воду на мельницу» климатических аналогий. Согласно этим данным если средняя широта ареала вида больше или на 5 градусов меньше широты расположения Санкт-Петербурга, то зимостойкость таких растений в этом пункте интродукции полная. Если же средняя широта природного ареала видов на 6-15 градусов меньше чем широта пункта интродукции, то зимостойкость снижается на один балл. При сокращении средней характеристики широты природного ареала видов на 16-25 градусов в сравнении с пунктом интродукции зимостойкость снижается еще на один балл. При снижении широты на 25-30 градусов снова теряется еще один балл зимостойкости – даже по осредненной оценке виды, произрастающие в тропическо-субтропических широтах в Санкт-Петербурге вымерзают.

Таблица 6.1. Бальная оценка зимостойкости в Санкт-Петербурге (60 градусов северной широты) древесных растений с различной средней широтной харак-

теристикой природного ареала(по Зайцеву, 1983) .Числитель – число видов, знаменатель – доли от общего числа в широтной группе, %

Средняя широта природного ареала, градусы северной широты	Баллы зимостойкости по Э. А. Вольфу					Всего видов по группам	Средний балл зимостойкости
	1	2	3	4	5		
61-65	1/100					1/100	1,0
56-60	2/100					2/100	1,0
51-55	3/60		2/40			5/100	1,8
46-50	7/58,3	2/16,7	2/16,7	1/8,3		12/100	1,8
41-45	3/11,1	9/33,3	9/33,3	5/18,6	1/3,7	27/100	2,7
36-40		5/27,8	6/33,3	3/16,7	4/22,2	18/100	3,3
30-35		1/6,7	4/26,7	3/20,0	7/46,6	15/100	4,0

Из приведенных описаний средних данных следует, что зимостойкость растений в средне-умеренных географических условиях зависима от средней широты природных ареалов этих видов, а значит и от температурного режима этих природных ареалов. Выявляются однозначные широтные градации позиций природных ареалов видов, определяющие градации зимостойкости растений в пункте интродукции. Полной зимостойкостью в пункте интродукции характеризуются только те виды, средняя широтная характеристика ареала которых не более чем на 5 градусов меньше таковой пункта интродукции. В этом триумф метода климатических аналогий.

Однако если перейти от анализа средних характеристик зимостойкости к анализу ее индивидуальных видовых характеристик неабсолютность климатических аналогий становится очевидной. Оказывается, что полностью зимостойкими в Санкт-Петербурге могут быть виды, средняя широтная характеристика природного ареала которых до 20 градусов меньше, чем широта пункта интродукции. Виды растений с одинаковыми средними широтными характеристиками природных ареалов характеризуются в обсуждаемом пункте интродукции широким спектром уровней зимостойкости. Так зимостойкость видов, со средней широтной характеристикой природного ареала 41-45 градусов (субтропические виды !!!) варьирует от зимнего отмирания растений до полной зимостойкости. Доли зимостойких видов тем меньше, чем больше широтная характеристика природного ареала уклоняется от таковой пункта интродукции. Но это снова статистика, а не абсолют. Даже виды с тропическо-субтропическим расположением природных ареалов (средняя широта природного ареала 30-35 градусов) могут быть достаточно зимостойкими в Санкт-Петербурге (балл зимостойкости 2). Климатические аналогии не работают?

Чтобы корректно ответить на этот вопрос необходимо учитывать, что интродукционные прогнозы подразделяются на положительные и отрицательные. «Под первым понятием мы понимаем рекомендацию данного вида в данный пункт интродукции на основании того или иного приема интродукционного прогнозирования, а под вторым мы понимаем отрицание успешности интродукции вида в данный пункт интродукции на основе того или иного приема интродукционного прогнозирования» [Байтулин и др., 1992, стр. 111-112]. Каждый из таких прогнозов может быть оценен по надежности, выраженной в процентах

$$QT = 100 Nk / Ng,$$

где QT – надежность прогнозного решения, %; Nk – число видов, жизнеспособность которых в пункте интродукции соответствует прогнозу; Ng – общее число видов, по которым принималось прогнозное решение с последующими интродукционными испытаниями.

Метод климатических аналогий предполагает, что условия пункта интродукции для положительного прогноза должны быть такими же или «лучше» чем в природном ареале вида. В таблице 6.1 анализируются 3 вида, характеристики природных ареалов которых удовлетворяют этим требованиям (средняя широта природного ареала 60 и более градусов). Зимостойкость таких видов в Санкт-Петербурге полная, а значит надежность положительного прогнозирования по методу климатических аналогий составляет 100 %. Абсолютный успех.

Согласно климатическим аналогиям виды, с природными ареалами более южными, чем пункт интродукции должны характеризоваться ограниченностью зимостойкости. В этом отрицательный прогноз. Чтобы оценить надежность такого прогноза количественно, нужно определиться с тем, что считать ограниченной, а что считать неограниченной зимостойкостью. Ответ на этот вопрос можно «подсмотреть» в группе видов со средней широтой природного ареала 51-55 градусов. Это самая близкая группа к полностью зимостойким вариантам. Их зимние повреждения можно рассматривать как минимальные. Они достигают в этой группе 3 баллов. Следовательно 1-3 балла – это «не ограниченная» зимостойкость, а 4-5 баллов – «ограниченная» зимостойкость.

Всего в таблице 6.1 анализируется 73 вида, на которые распространяется отрицательный интродукционный прогноз по методу климатических аналогий. 53 из них характеризуются «неограниченной», а 24 – «ограниченной» зимостойкостью. Надежность отрицательного прогноза составляет

$$QT = 100 \times 24 / 73 = 31 \%$$

Прогноз такой степени надежности не может быть признан удовлетворительным, однако он соответствует и другим оценкам надежности отрицательных прогнозов по методу климатических аналогий. Показано [Байтулин и др., 1992], что надежность такого прогнозирования осредненно составляет 24 % с доверительным интервалом уровня 0,05 10-43 %. Рассчитанные нами данные по материалам Г. Н. Зайцева [1983] полностью соответствуют таким оценкам. По тем же исследованиям [Байтулин и др., 1992] средняя надежность положительного интродукционного прогноза по методу климатических аналогов составляет для видов с узкими природными ареалами 83-100 %, а для видов с широкими природными ареалами – 66-90 %. И эти оценки вполне соответствуют произведенным нами расчетам по данным Г. Н. Зайцева [1983].

Теперь можно объективно ответить на вопрос о продуктивности или непродуктивности интродукционного прогнозирования методом климатических аналогов. Интродукционный прогноз по методу климатических аналогов высокоэффективен если он дает положительное заключение о возможности интродукции данного вида в данном пункте интродукции. Иными словами, если напряженность холодового стресса в природном ареале больше, чем в предполагаемом пункте интродукции – зимнее вымерзание виду при интродукции не угрожает.

Метод климатических аналогов не эффективен, когда сделанные на его основе заключения приводят к отрицательному интродукционному прогнозу. Если интенсивность холодовых стрессов в пункте интродукции больше, чем в природном ареале

вида, то нельзя исключать того, что вид будет удачно интродуцирован в этом пункте интродукции. Более того, надежность отрицательного прогноза не превышает 40 %, что свидетельствует о том, что успешная интродукция более вероятна, чем ее неудача.

Говоря о надежности положительных интродукционных прогнозов на основании климатических аналогий, необходимо подчеркнуть, что такой прогноз однофакторный, однопараметровый. Если прогнозируется холодоустойчивость вида в новом месте произрастания, то оценивается соответствие вида только холодовым стрессам. Положительный прогноза по холодоустойчивости не означает, что вид обязательно успешно интродуцируется. Холодовые стрессы важный, но не единственный фактор, лимитирующий жизнеспособность интродуцентов. На качестве прогноза успеха интродукции мы более подробно остановимся в последней главе нашей книги.

Установленная ненадежность отрицательных интродукционных прогнозов по методу климатических аналогий – это вместе с тем и признание того, что в природном ареале вида его холодоустойчивость может быть реализована не полностью, и в этом плане природный ареал не исчерпывает всех возможных для вида экологических ниш. А. Гуд [Good, 1931] вводит понятие «потенциальный ареал» – комплекс экологических ниш на определенной территории, которые вид может занимать в соответствии со своей выносливостью. Реальный ареал вида может быть значительно уже его потенциального ареала. А. Гуд рассматривает причины отличий между реальным и потенциальным ареалом вида в эволюционировании показателей устойчивости растений, которая определяет их расселение [Good, 1931]. Но есть и другие точки зрения по этому вопросу.

Общим их положением является то, что фактическая устойчивость вида по тому или иному фактору может быть не в полной мере реализована в его природном ареале «в силу исторических, биоценологических или механических причин» [Аврорин, 1967, стр. 272]. Фитоценологические причины обсуждались нами при характеристике различий естественного и интродукционного расселения растений. Механические причины подразумевают высокогорную и гидроизоляцию между реальными и потенциально возможными местами произрастания вида. Эколого-историческая гипотеза была предложена Л. Бербанком [Бербанк, Холл, 1939] и развита его последователями [Кульгасов, 1953; Кормилицын, 1969; Соболевская, 1973; Аврорин, 1973]. Она сводится к следующему: «Интродукционные возможности растений определяются не только из современной экологией, но и экологией их предков. Последняя закодирована в скрытом состоянии в наследственности и может проявляться в благоприятной для этого среде» [Аврорин, 1973, стр. 108]. Иными словами устойчивость растений к тому или иному фактору среды должна анализироваться не только в современных ареалах, но и в палеоареалах их самих и их предков. Эта гипотеза и основанные на ней методы интродукции являются объяснениями неудач метода климатических аналогов, но не основой эффективного интродукционного прогнозирования. Палеонтологические данные о преобладающих в настоящее время цветковых растениях столь скудны [Ископаемые..., 1974], что их не хватает для обоснования филогенетических построений [Гахтаджян, 1987], не то, что для детального моделирования изменчивости палеоареалов родов, а тем более видов. Что касается современного расселения растений, то оно отражает процессы, происходившие в последние 100-500 тысяч лет, но не миллионы лет тому назад. Поэтому рассуждения о палеоареалах и палеоэкологии видов очень мягко можно назвать умозрительными и «не совсем обоснованными».

Эколого-исторические методы не работают даже там, где работает метод климатических аналогов.

В восполнении пробелов возможностей метода климатических аналогий предложен метод интерполяционного прогнозирования [Проскураков, 1985; 1989; 1991; Проскураков и др., 1987; Байтулин и др., 1992]. «Суть интерполяционного подхода заключается в том, чтобы на базе накопленного опыта интродукции в развитой сети ботанических садов и других стационарных пунктов интродукции осуществлять высокоточный прогноз ассортимента растений и рекомендаций по зеленому строительству для экологических ситуаций, промежуточными между теми, которые уже освоены интродукционными стационарами» [Байтулин и др., 1992]. Интерполяционное прогнозирование наиболее высокоточное, но оно основано на накопленном в регионе опыте интродукции. Однако интерполяционный прогноз не подскажет, следует или не следует интродуцировать ранее не испытывавшийся в культуре природный вид с другого континента.

Для решения таких задач нужен новый экстраполяционный метод интродукционного прогнозирования, который бы в сравнении с методом климатических аналогов расширял бы списки рекомендуемых к интродукции растений, учитывая скрытые в природных ареалах резервы устойчивости. Такой метод нельзя разработать сразу по всем видам устойчивости, свойственным растениям. Выявление интродукцией скрытых в природных ареалах резервов холодоустойчивости видов древесных растений и гипотетическая взаимосвязь между холодоустойчивостью и расселением растений дают повод для поиска такого метода на перекрестке между интродукцией и географией растений.

Интродукционный ареал вида по сути своей не объединяем с его природным ареалом. Снятие при интродукции традиционных для природных ареалов конкурентных взаимоотношений между видами, агротехническое обеспечение растения делает жизнь интродуцентов совсем иной, чем в природных экосистемах. Но есть между растением – дикарем и растением – интродуцентом общее, что существенно не изменяется интродукцией в открытый грунт – это зависимость от воздействия температуры воздуха. Вот в этом «температурном» направлении и попробуем провести параллельный поиск и в природном, и в интродукционном ареалах. Не просто температурном – низкотемпературном.

Глава 7. Устойчивость растений к низким температурам и методы ее оценки

Определив в предыдущей главе устойчивость древесных растений к низким температурам как «объект» наших исследований мы должны сформировать свои представления и о воздействии низких температур на растения, и о защитных механизмах растений, противостоящих низким температурам, и о методах оценки устойчивости растений к низким температурам воздуха.

От температуры зависимы основные физиологические процессы растений (фотосинтез, дыхание), их биохимические составляющие. Как мы уже отмечали, важнейшим физиологическим процессом растений является фотосинтез, за счет которого солнечная энергия преобразуется в химическую энергию ассимилянтов. Интенсивность фотосинтеза с определенным увеличением температуры также увеличивается, а еще при большем увеличении температуры – снижается. Точка перелома кривой зависимости интенсивности фотосинтеза от температуры называется температурным оптимумом фотосинтеза. Температурные оптимумы фотосинтеза различаются у растений различных мест обитаний. Так у *Fragilaria sublinearis* (антарктическая морская водоросль) он составляет +7 градусов Цельсия [Bunt, 1965], а у кустарника *Tidestonia ablongifolia*, произрастающего в Калифорнийской долине смерти, где температура нередко достигает +50 градусов, температурному оптимуму фотосинтеза соответствует +47 градусов Цельсия [Bjork man et al., 1972]. По данным М. А. Логина и Ю. С. Насырова [1970], изучивших 8 видов астрагалов, произрастающих в различных экологических условиях, температурный оптимум фотосинтеза высокогорных видов составляет 10-17 градусов, а пустынных - +20 и +37 градусов. Следует отметить, что хотя температурные оптимумы фотосинтеза даже у «холодолюбивых» растений имеют характеристики выше нуля градусов Цельсия, фотосинтез возможен и при значительно более низких температурах. Так фотосинтез в побегах ели был отмечен при -14 градусах Цельсия [Годнев, Ротфарб, 1960]. Это тем более неожиданно, что имеются данные [Sencer et al., 1975] о том, что хлоропласты хвои ели в зимнее время увеличиваются в размерах за счет набухания стромы и принимают амебовидную форму. Мембранная система разрыхляется и, возможно, частично редуцируется. Зимнего фотосинтеза можно было бы ожидать от сосны, у которой в зимнее время хлоропласты полностью сохраняют ламеллярную структуру и граны [Parker et al., 1961; Новацкая и др., 1975; Силаева, 1978]. Рассогласование физиологических и анатомо-морфологических данных объясняется скорее всего тем, что устойчивость фотосинтеза к низким температурам определяется не родовой, а видовой специфичностью организмов.

Обобщая анализ данных по устойчивости фотосинтеза растений к низким температурам, Т. П. Петровская-Баранова [1983, стр. 18] пишет: «Морозоустойчивые растения имеют более низкие температурные минимумы фотосинтеза по сравнению с неморозоустойчивыми, и поэтому некоторые из них могут ассимилировать при температуре ниже нуля градусов. Низкие температуры вызывают нарушения структурной целостности хлоропластов и распад их биохимических компонентов...» Такое заключение, на наш взгляд, необходимо дополнить. Температурные оптимумы фотосинтеза зависимы от экологической специализации видов одного рода. У видов холодных мест обитания температурный оптимум фотосинтеза ниже, чем у видов, обитающих в «теплых» местах обитания. Исходя из такого соотношения, можно пред-

полагать, что генетические основы холодоустойчивости фотосинтеза изменчивы в пределах одного рода растений.

Зависимость интенсивности дыхания растений от температурных условий среды обитания выражена еще ярче, чем аналогичная зависимость фотосинтеза. Растения холодных мест обитания имеют более высокую интенсивность дыхания, чем растения умеренной зоны, а наиболее низкая интенсивность дыхания отмечается у растений - обитателей влажных тропических лесов [Заленский, 1954]. Иными словами, чем «теплее» среда обитания, тем ниже интенсивность дыхания. Дыхание более холодоустойчиво, чем фотосинтез. Если фотосинтез хвойных прекращается в Швейцарии при температуре $-0,6$ градусов Цельсия, то их дыхание прекращается при температуре -9 градусов Цельсия [Ungerson, Scherdin, 1965]. Если фотосинтез побегов представителей *Prunoideae* в Западной Сибири прекращается при температуре около 0 градусов, то дыхание регистрируется при -11 градусах [Хитрово, 1967].

Более высокая интенсивность дыхания растений в холодных местах обитания связывается с тем, что механизм адаптации к холоду связан с активизацией окислительного фосфорилирования и с увеличением содержания в тканях высокоэнергетических фосфорорганических соединений.

Экспериментальные обоснования к такому пониманию энергетической зависимости устойчивости к низким температурам получены и по травянистым, и по древесным растениям. Нам более интересуют последние. В митохондриях клеток коры робинии псевдоакация в осенне-зимний период повышается окислительно-фосфорилирующая активность [Simonovitch et al., 1967]. Ткани зимостойких древесных растений в зимнее время характеризуются высоким содержанием кислото-растворимых фосфорорганических соединений, в которые входят и нуклеотиды [Сергеева, 1971]. На основе этих и других данных было высказано предположение, что энергия АТФ и НАДФ \times H_2 расходуется на метаболические и структурные перестройки, повышающие устойчивость протопласта клеток растений к низким температурам [Красавцев, 1974; Тюрина, 1975; Трунова, 1979; Петровская-Баранова, 1983].

Из изложенного следует, что интенсивное дыхание и окисление – путь к накоплению в тканях высокоэнергетических соединений, необходимых для поддержания жизнеспособности протоплазмы клеток в условиях низких температур. Вместе с тем охлаждение и промораживание растений приводят к разобщению окисления и фосфорилирования, к снижению эффективности дыхания, поскольку в этих условиях энергия, высвобождаемая при дыхании может и не аккумулироваться в АТФ [Петровская-Баранова, 1983]. Можно заключить, что высокая интенсивность дыхания растений холодных мест обитания является и путем увеличения энергетических соединений для «перестройки» протоплазмы клеток в «холодовой» вариант, и путем компенсации разобщения дыхания и фосфорилирования, вызываемого низкими температурами.

Перестройка протоплазмы в «холодовой» вариант связаны с насыщением ее «криопротекторами». Так называют вещества, защищающие клетку от повреждений низкими температурами. Чтобы понять их действие, необходимо знать, что является причиной гибели клеток при низких отрицательных температурах. Ими являются: 1) обезвоживание; 2) механическое сжатие льдом, повреждающее клеточные структуры [Полевой, 1989]. Обезвоживание определяется мобилизацией клеточной воды образующимися в межклетниках кристаллами льда. Такое обезвоживание сходно с обезвоживанием клеток растений при засухе. Образующиеся в межклетниках кристаллы

льда вырастают до таких значительных размеров, что помимо сжатия клеток могут повреждать и клеточные плазмолеммы. Особенно вредоносным является образование внутриклеточного кристаллического льда, напрямую разрушающего клеточные оргanelлы [Полевой, 1989].

От образования внутриклеточных кристаллов льда средством защиты является свободный отток воды из клетки в межклетки. Такой отток обеспечивается увеличением содержания в плазмолеммах ненасыщенных жирных кислот. Это обуславливает снижение температуры фазового перехода мембранных липидов из жидко-кристаллического состояния в гель. Увеличение в составе мембраны количества ненасыщенных жирных кислот – общая реакция растений на низкие температуры [Полевой, 1989]. Синтез ненасыщенных жирных кислот требует значительных энергетических затрат.

Избавление клеток от воды предотвращает образование внутриклеточного льда, но усугубляет процессы обезвоживания. Для их предотвращения, а точнее для минимизации их негативного влияния служат криопротекторы. К ним относятся полимеры, способные связывать значительное количество воды – гидрофильные белки, моно- и олигосахариды. Вода связываемая в виде гидратных оболочек этими молекулами, не замерзает и не транспортируется, оставаясь в клетке. Тем самым обеспечивается защита клетки и от внутриклеточного льда, и от чрезмерного обезвоживания. Другой тип полимеров – криопротекторов – молекулы гемицеллюлоз (ксиланы, арабиноксиланы), выделяемые в клеточную стенку. Эти протекторы обволакивают кристаллы льда в межклетниках и тормозят их рост. Тем самым предотвращается образование крупных кристаллов льда в межклетниках, способных повредить клетки [Полевой, 1989]. Понятно, что на синтез криопротекторов также требуется значительные энергетические ресурсы.

Устойчивость растений к пониженным температурам динамическое, изменяющееся со временем свойство. В состоянии роста побеги и составляющие их органы и ткани характеризуются минимальной устойчивостью к низким температурам. В конце лета – в начале осени древесные растения прекращают рост и переходят в состояние покоя. В настоящее время общепризнанно, что состояние покоя древесных растений контролируется гормонами [Wareing, Saunders, 1971; Кефели, 1974; Кефели, Чайлахян, 1975; Teylor, Dumbroff, 1975 и др.]. Синтезируемая в листьях АБК (абсцидовая кислота) в соответствии с эндогенной ритмикой роста и развития растения или по сигналу укороченности продолжительности светового дня меняет направленность и интенсивность метаболизма всего растения. АБК блокирует синтез ДНК-полимеразы и подавляет репликацию (удвоение) молекул ДНК в ядрах клеток почек и тканей побегов. Тем самым приостанавливается деление ядер и клеток, ростовая активность в почках и камбиальных меристемах. Блокируя синтез ДНК, АБК не подавляет синтез информационной и других видов РНК. Тем самым синтез белков сохраняется. Метаболизм сдвигается в сторону накопления углеводов, фосфолипидов, АТФ. Гормоны – активаторы роста (гиббереллины и цитокинины) переходят в дезактивированные запасные формы [Тюрина, 1979]. Описанные преобразования характеризуются как состояние органического покоя [Петровская-Баранова, 1983].

С понижением температур воздуха до минусовых характеристик происходит переход от органического покоя к вынужденному покою [Тюрина, 1975]. Гиббереллины и цитокинины переходят в активную форму. Концентрация АБК снижается. Таким образом у растений в конце осени или начале зимы появляется потенциальная «готов-

ность» к ростовым процессам. Однако низкие температуры воздуха, вызывающие образование льда в межклетниках не дают реализоваться такой готовности. Поэтому эта фаза сезонного развития древесных растений называется «вынужденным покоем» [Петровская-Баранова, 1983].

Вынужденный покой, связанный с обязательным наличием льда в межклетниках не надежен, а точнее не везде и не всегда надежен. Низкие температуры сибирских зим устойчиво поддерживают состояние «вынужденного покоя», а потому там растения не погибают при температурах -60 градусов и ниже. В условиях же Западной Европы сибирская лиственница из-за оттепелей среди зимы выходит из состояния вынужденного покоя и полностью вымерзает [Гуманов, 1950]. Такие «неприятности» случаются с сибирскими растениями (*Abies sibirica* Ledeb.) и на юго-востоке Казахстана, в Алматы.

Готовность к активному росту, формируемая в период вынужденного покоя, нацелена на быстрое начало вегетации «с первого потепления» для растений холодных мест обитания. В лесотундре, где продолжительность сезона вегетации в году составляет всего 2 месяца [ГЭС, 1988], без такой оперативной реакции на потепление не обойтись. В лесотундре нет риска «ошибочного оттаивания» - зимние оттепели этой географической зоне не свойственны. Только быстрый старт вегетации позволяет лиственнице сибирской в условиях горной лесотундры за два месяца завершить цикл сезонного развития и оказаться подготовленной к морозам до -70 градусов Цельсия.

С переходом от приарктической лесотундры на юг потенциальная длительность сезона вегетации увеличивается, интенсивность холодовых стрессов ослабевает. В районах с умеренным климатом проявляются зимние оттепели. К каким последствиям они приводят, мы уже знаем. Чередование похолоданий и оттепелей дает «вынужденный» покой не адаптивным, а зачастую негативным. Можно сказать, что формирование устойчивости к низким температурам по механизму «вынужденного» покоя – адаптация к крайне холодным субполярным или приледниковым условиям. Сохранение этого механизма у растений более теплых мест обитаний уже не является однозначно адаптивным. В условиях чередований зимних похолоданий и оттепелей биохимическая адаптация не столь однозначна, как в режиме «органический покой – вынужденный покой». Те растения, которые строго следуют «классическому режиму» в условиях умеренного климата вымерзают.

Воздействие на растение температурного стресс-фактора не ограничивается только деструкционными последствиями. Стрессовое воздействие служит и «спусковым механизмом» для запуска адаптивных перестроек организма. В. Ф. Альтергот [1973, 1976] предложил различать структурную (статистическую) и функциональную (динамическую) устойчивости растений к стресс-факторам. Если неблагоприятные условия действуют на неподготовленное растение резко, внезапно, более или менее кратковременно, повреждения в основном зависят от прочности структур – от молекулярных, субклеточных до анатомо-морфологических. При постепенно нарастающем и длительном влиянии неблагоприятного фактора изначально невысокой напряженности, чередующегося в суточной динамике с достаточно благоприятными для растения интенсивностями этого фактора, основное значение приобретает функциональная устойчивость и процессы адаптации. В соответствии с такими представлениями мерой воздействия стресс-фактора на растения является не только его интенсивность, но и временные характеристики как длительности воздействия, так и

динамики перехода интенсивности фактора от оптимального к стрессовому уровню [Альтергот, 1966, 1975]. Статистическая и динамическая составляющие устойчивости в полной мере проявляются при адаптации растений к низким температурам [Петровская-Баранова, 1983]. Данные о развитии во времени холодоустойчивости растений существенно дополняют представления о функциональной устойчивости. Ее формирование может начинаться осуществляться по принципу «опережающего отражения действительности» [Анохин, 1978] до начала стрессовых воздействий фактора (низкая температура). В этом случае «запускающим фактором» становится сокращение длительности светового дня, с опережением приближения похолоданий.

Как мы теперь знаем, зимние повреждения растений могут вызываться не только морозом, но и чередованием холодов и потеплений. И это еще не все. В главе 6 при рассмотрении зависимости между широтными характеристиками природного ареала растений и их устойчивостью в Санкт-Петербурге мы пользовались баллами зимостойкости. Что стоит за понятием «зимостойкость»?

«Зимостойкость растений – способность многолетних (в том числе древесных) растений противостоять неблагоприятным условиям зимовки. К этим условиям относятся... морозы, а также внезапные резкие колебания температуры, вымокание и разрыв корней ледяной прослойкой, образующейся в почве, нагрев стволов и ветвей солнечными лучами при сильных морозах, иссушение солнцем и ветром стволов при отсутствии сокодвижения... Причиной гибели лесных культур зимой может быть летняя засуха, когда задерживается цикл развития деревьев и они оказываются неподготовленными к зимовке. При избытке воды, также происходит задержка в развитии деревьев, что препятствует подготовке к зимовке...» [Лесная энциклопедия, 1985, стр. 355].

Из приведенного определения зимостойкости растений очевидно, что оно объединяет устойчивость растений к широкому комплексу как зимних, так и не только зимних экологических факторов. О существенности и негативности такого комплексного влияния судят по тому, в каком состоянии растение оказалось способным начать последующую за перезимовкой вегетацию. Если «цыплят считают по осени», то зимостойкость «считают» по весне. Для учета зимостойкости древесных растений предлагалось несколько шкал бальных оценок, суть которых состоит в том, чтобы этими баллами было бы можно охарактеризовать состояние растений от полностью жизнеспособного после перезимовки до полностью погибшего. В странах на территории бывшего СССР наиболее распространена система бальной оценки зимостойкости древесных растений П. И. Лапина и С. В. Сидневой [1968], использованная З. Е. Кузьминым, Г. Н. Зайцевым и С. В. Сорокиным [1987] в Методических указаниях по учету коллекционных растений ботанических садов с помощью ЭВМ. Эта шкала оценки зимостойкости древесных растений в открытом грунте выделяет 7 градаций (баллов) послезимнего состояния растений:

- 1 – не обмерзает;
- 2 – обмерзает не более 50 % длины однолетних побегов;
- 3 – от 50 до 100 % длины однолетних побегов;
- 4 – более старые побеги;
- 5 – надземная часть до снегового покрова;
- 6 – вся надземная часть;
- 7 – вымерзает целиком.

Формально согласно этой шкале все повреждения органов древесного растения связываются с холодowymi повреждениями. Однако, как следует из определения «зимостойкости», все перечисленные градации повреждений могут быть вызваны различными факторами или их комплексным воздействием на растения.

Повреждение растений только действием низких температур и устойчивость растений к таким воздействиям является прерогативой другого физиологического понятия – холодоустойчивость. Советская физиологическая школа подразделяла холодоустойчивость на два понятия – «морозоустойчивость» и «холодоустойчивость».

«Морозоустойчивость – свойство зимующих растений выдерживать действие отрицательных температур с сохранением способности к вегетации и репродукции... Зимой морозоустойчивость достигает максимума, а летом – минимума, в период оттепелей она снижается, а при последующем постепенном похолодании снова повышается» [СХЭС, 1989, стр. 322].

«Холодоустойчивость растений – способность вегетирующих растений переносить действие низких положительных температур (+1 - +5 градусов Цельсия) с последующим возобновлением роста и репродукции в благоприятных условиях. Холодоустойчивые растения... способны под действием низких положительных температур перестраивать структурную и функциональную организацию своих клеток, что сопровождается торможением роста, увеличением содержания (на единицу массы) белков, аминокислот и особенно сахаров. У теплолюбивых растений эта способность выражена слабее, в следствие чего они повреждаются при низких температурах, а затем погибают от необратимых нарушениях в обмене веществ, которые внешне выражаются в потере тургора, изменении окраски листьев и в усыхании...» [СХЭС, 1989, стр. 580].

На первый взгляд разделение устойчивости растений к низким температурам на «морозоустойчивость» и «холодоустойчивость» обосновано хотя бы тем, что при отрицательных температурах образуется лед, который, как обсуждалось выше, является повреждающим фактором, а при «плюсовых» температурах лед не образуется. Однако более детальный анализ физиологических процессов заставляет усомниться в принципиальных отличиях «холодоустойчивости» и «морозоустойчивости».

При помещении теплолюбивых растений в условия низкой положительной температуры наблюдается постепенная потеря тургора клетками надземной части растений – нарушается доставка воды к транспирирующим органам [Полевой, 1989]. Напомним, что обезвоживание является и одним из механизмов повреждения растительных тканей и отрицательной температуры. Основной причиной повреждающего действия низкой положительной температурой является нарушение функциональной активности клеточных мембран, из-за перехода насыщенных жирных кислот, входящих в их состав, из жидко-кристаллического состояния в состояние геля [Полевой, 1989]. Такая же проблема встает перед клетками и при воздействии на них отрицательных температур. Очевидно, что механизмы повреждающего воздействия как низких положительных, так и отрицательных температур имеет безусловную общность.

Отличие в образовании льда при действии отрицательных температур и его отсутствие при действии низких положительных температур не столь однозначное как представляется на первый взгляд. Растворение в воде самых различных веществ понижает ее точку замерзания с 0 градусов Цельсия до значительных отрицательных тем-

ператур в зависимости от концентрации растворенных веществ [Уильямс, Уильямс, 1976]. Растворенные в воде вещества изменяют молекулярную структуру воды.

Фазовый переход «жидкость – кристалл» или «жидкость – лед» связан с изменением структурированности воды. В структуре льда каждая молекула воды окружена четырьмя другими, образующими тетраэдр, в центре которого располагается молекула воды, связанная с четырьмя другими молекулами, расположенными по вершинам тетраэдра.. Во льду каждая молекула воды оказывается взаимодействующей таким образом с еще четырьмя молекулами. Это обуславливает гексогональную кристаллическую структуру льда. При плавлении льда разрушается около 15 % водородных связей. Вместо определенных гексогональной структурой 12 ближайших молекул, каждая молекула оказывается ассоциированной с 3-5 молекулами. Жидкая вода представляет смесь льдоподобных образований (кластеров) и мономерных молекул, причем время жизни кластеров 10^{-10} – 10^{-11} секунды. Из этого следует, что одна и та же молекула воды с указанной быстротой является то мономерной, то входит в состав кластера [Полевой, 1989].

В водных растворах, содержащих ионы, структура воды существенно меняется. Маленькие ионы с большой плотностью заряда сильнее действуют на структуру чистой воды по сравнению с большими ионами, имеющими малую плотность заряда. И те, и другие разрушают структуру воды: первые притягивают молекулы воды, вторые при внедрении в воду из-за большого размера разрушают льдоподобный каркас. По мере повышения концентрации раствора (до 1,5-2 моль/л) вторичные гидратные оболочки ионов перекрываются и вода с собственной структурой перестает существовать [Полевой, 1989].

Из выше изложенного следует, что растворение в воде ионов (и не только их) изменяет структуру воды, разрушает свойственные ей льдоподобные образования. Такие разрушения затрудняют образование льда при понижении температуры до отрицательной, понижают точку кристаллизации воды, ее обращения в лед. В этой главе мы отмечали, что физиологические процессы у отдельных растений могут функционировать при температуре -11 градусов Цельсия. У широкого круга растений физиологическая активность сохраняется при краткосрочных понижениях температуры до -4 градусов. Это определяется значительным содержанием в цитоплазме клеток ионов, обуславливающих осмотические процессы. Под осмосом понимают прохождение растворителя в раствор, отделенный от него полупроницаемой мембраной (пропускающей растворитель, но не молекулы растворенных веществ). В клетках плазмолемма и тонопласт являются такими полупроницаемыми мембранами, а вода – основным растворителем. Если осмотический потенциал чистой воды равен нулю, то осмотический потенциал вакуолярного сока клеток корней составляет 0,3-1,2 МПа, а клеток надземных органов растений 1,0-2,6 МПа [Полевой, 1989].

Теперь мы знаем, что ноль градусов Цельсия вовсе не однозначная точка замерзания воды в растениях. Более вероятно, что лед в их тканях будет образовываться при более низких температурах. Поэтому разграничение отрицательных и положительных температур при измерениях по шкале Цельсия не является однозначно принципиально значимым для жизнедеятельности растений.

Общность механизмов повреждения растительных клеток низкими положительными и отрицательными температурами, зависимость температуры фазового перехода воды «лед – жидкость» от характера и количества растворимых в

воде веществ, высокий осмотический потенциал клеточного содержимого растений позволяют сделать заключение, что подразделение «холодоустойчивости» и «морозоустойчивости» искусственно.

К однозначному пониманию воздействия на растения низких температур привела и практика культивирования растений. А. Редером [Rehder, 1927; 1949] было предложено подразделять как виды растений, так и территории суши на 7 категорий в соответствии с градациями устойчивости первых и градациями средних многолетних годовых минимумов температуры воздуха для вторых. Вот эта шкала:

1. | ниже | -50 градусов Цельсия;
2. | -35 | : | -50 градусов;
3. | -20 | : | -35 градусов;
4. | -10 | : | -20 градусов;
5. | -5 | : | -10 градусов;
6. | -5 | : | +5 градусов;
7. | +5 | : | +10 градусов.

Очевидно, что при этом подходе разграничения «холодоустойчивости» и «морозоустойчивости» отсутствует.

Сам А Редер [Rehder, 1927; 1949] определял предложенные им градации как «зоны зимостойкости». На самом деле эти градации – градации холодовых стрессов и холодоустойчивости растений. В этих градациях устанавливается соответствие между уровнями холодостойкости древесных растений, в градусах Цельсия, и наиболее вероятными интенсивностями холодовых стрессов на данной территории также в градусах Цельсия.

Г. Н. Зайцев [1983], считает, что градации холодоустойчивости видов установлены А. Редером [Rehder, 1927; 1949] главным образом на основе их изучения в Арнольд-Арборетуме в Ямайка-Плэйн в предместьях Бостона (штат Массачусетс). Анализ надежности прогнозных решений А.Редера в Казахстане [Байтулин и др., 1992] показал, что по северо-американским древесным растениям она составляет осредненно 83 % с достоверным интервалом уровня значимости 0,05 62-97 %. Надежность прогноза А. Редера по древесным растениям других континентов осредненно составила 66% с достоверным интервалом уровня значимости 0,05 52-79 %. Если бы классификация видов растений по холодоустойчивости осуществлялась бы А. Редером [Rehder, 1927; 1929] только на основании результатов интродукции таких отличий между северо-американскими и прочими растениями не было бы. Очевидно, что на сколько это было возможно, А. Редер учитывал уровни холодовых стрессов в природных ареалах видов. При этом он располагал наиболее полной и достоверной информацией по северо-американским растениям. Это и обусловило большую точность прогнозных решений по северо-американским растениям, чем по растениям с других континентов. Поэтому можно утверждать, что А. Редером [Rehder, 1927; 1949] впервые было предложено оценивать холодостойкость древесных растений по минимальным средним многолетним годовым минимумам температуры воздуха в природных ареалах.

В настоящее время интродукционное районирование территорий по градациям среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха и характеристика холодоустойчивости видов древесных растений такими же параметрами получили всеобщее признание, распространены с Северной Америки на Европу и Азию [Tripp, Combes, 1998; Poor, Brewster, 1999; Dirr, 2002; Shulkina, 2004; Enren, 2004; Каталог..,

2005]. Как при этом определяются категории холодоустойчивости видов в выше процитированных разработках не указывается. Скорее всего до настоящего времени реализуется «миксирование» характеристик холодоустойчивости видов в природном и интродукционном ареалах.

При значительной проработанности литературных данных, нам не известны сводки с характеристиками холодоустойчивости видов по средней максимальной интенсивности холодových стрессов в природных ареалах. Нам также неизвестны работы, в которых обобщалась бы предельная холодоустойчивость видов в интродукционных ареалах. Как показано в главе 6, сопоставление данных о пределах холодоустойкости видов в природных и интродукционных ареалах имеет принципиальное значение для понимания того, как широко распространена ситуация, когда вид в своем природном ареале не в полной мере использует имеющиеся у него резервы холодоустойкости. Это имеет значение и для представлений о расселении видов, и для интродукции растений. В случае с интродукцией наличие таких скрытых резервов холодоустойкости позволит расширить региональные рекомендации по культивированию видов. Однако такие исследования пока не проводились.

Мы уже отмечали, что по территориям бывшего СССР имеются весьма полные картографические материалы о природных ареалах видов [Соколов, Связева, Кубли, 1977; 1980; 1986]. Такая же картографическая информация для тех же территорий имеется и по интродукционным ареалам древесных растений [Плотникова, 1983]. В Агроклиматическом атласе мира [1972] имеется картографическая информация по Евразии по средним многолетним годовым минимумам температуры воздуха, которая позволяет определить средний уровень холодových стрессов во всяком географическом пункте. На основании этих монографических обобщений нами предлагаются:

- 1) Методика оценки предельной холодоустойкости вида в природном ареале;
- 2) Методика оценки предельной холодоустойкости вида в интродукционном ареале;
- 3) Методика выявления скрытых в природном ареале вида резервов холодоустойчивости.

Картографическая методика оценки предельной холодоустойчивости вида в природном ареале вида сводится к тому, что путем сопоставления карт природного ареала вида [Соколов, Связева, Кубли, 1977, 1980, 1986] и среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха [Агроклиматический атлас, 1972] выявляется географическая точка с минимальной для природного ареала температурой (NT_{min}), которая и является характеристикой предельной холодоустойкости вида в природном ареале.

Картографическая методика оценки предельной холодоустойчивости вида в интродукционном ареале сводится к тому, что осуществляется сопоставление карт интродукционного ареала вида [Плотникова, 1983] и среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха [Агроклиматический атлас, 1972] с установлением пункта интродукции, в котором проведена успешная интродукция вида, с минимальной для интродукционного ареала температурой (CT_{min}).

Выявление скрытого в природном ареале вида резерва холодоустойчивости (d) осуществляется расчетом $dR = NT_{min} - CT_{min}$. dR измеряется в градусах Цельсия, также как и CT_{min} и NT_{min} . Если CT_{min} меньше NT_{min} , если d больше нуля – то у вида интродукцией выявлен скрытый в природном ареале резерв холодоустойчивости.

Результаты использования предложенных методических разработок будут обсуждаться в следующих главах нашей книги.

Глава 8. Расселение и холодоустойчивость видов древесных растений.

Сформулированная нами на основании представлений Ч. Дарвина [1939; 1991] гипотеза «Дарвиновского пути расселения и формирования видового разнообразия родов» (глава 5) указывает на взаимосвязанность процессов расселения видов рода и холодоустойчивости этих видов. Напомним, что, согласно этой гипотезе, вид рода с самой высокой холодоустойчивостью является вместе с тем и видом с самым широким ареалом. Такие виды в эпохи оледенений отступают в «экологические убежища» - центры видового разнообразия. С развитием потепления эти виды вновь занимают субполярные позиции, оставаясь вместе с тем в высокогорьях субтропического и умеренного географических поясов. Вместе с тем такие наиболее холодоустойчивые виды с широким природным ареалом являются видами – прародителями видового разнообразия рода на территориях бывших под воздействием глобальных оледенений. Эти же виды являются и расселяющими род по таким территориям.

Развивая эту гипотезу, принимая во внимание то обстоятельство, что видообразование развивается с проявлением потепления, когда расселяющие виды локализованы главным образом в центрах видового разнообразия, можно предположить, что чем локальней в плане ареалогических районов будет природный ареал вида, тем меньшей холодоустойчивостью будет характеризоваться такой вид в природном ареале. Иными словами гипотеза «Дарвиновского пути расселения и формирования видового разнообразия рода» предполагает обратно пропорциональную зависимость между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале: чем шире природный ареал вида, тем больше его предельная холодоустойчивость в природном ареале. Напомним, что холодоустойчивость вида нами предполагается измерять по минимальным средним многолетним годовым минимумам температуры воздуха в природном ареале (глава 7). В этом случае «максимальной» холодоустойчивости будет соответствовать минимальная температура и, соответственно зависимость между числом ареалогических районов в природном ареале и холодоустойчивостью должна быть обратно пропорциональной.

Эта взаимосвязь, ее существенность и распространенность может быть проверена экспериментально на основе предложенного нами метода картографической оценки предельной холодоустойчивости вида в природном ареале (глава 7). Напомним, что картографическая оценка предельной холодоустойчивости вида в природном ареале осуществляется путем сопоставления карты природного ареала вида [Соколов и др. 1977, 1980, 1986] и карты среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха [Агроклиматический атлас, 1972] с выявление географической точки природного ареала вида с минимальным показателем ($N T_{\min}$, градусы). Данные по реализации этой методики по видам и родам приведены в Приложении А. По этим же материалам можно установить и число ареалогических районов, охваченных природным ареалом того или иного исследуемого нами вида.

В материалах Приложения А содержатся и другие данные, принципиально важные для объективного понимания соотношения расселения и холодоустойчивости древесных растений. К таким данным относится ассоциированность природного ареала вида с той или иной группой комплексов ареалогических районов, с тем или иным центром видового разнообразия. Очевиден вопрос о том, зависима ли холодоустой-

чивость вида от группы ареалогических комплексов, с которой ассоциирован его природный ареал, зависима ли холодоустойчивость видов от глобальных градаций процессов расселения? В главе 6 было показано, что предельная холодоустойчивость вида в природном ареале может быть вовсе не предельной для этих растений. Интродукционными испытаниями показан «резерв холодоустойчивости» многих видов, «скрытый» в природных ареалах. В соответствии с предложенной нами методикой по литературным данным [Плотникова, 1983; Агроклиматический атлас, 1972] оценена предельная холодоустойчивость видов в интродукционном ареале, как основа оценки скрытого в природном ареале резерва холодоустойчивости.

Обсужденные данные позволяют реализовать анализ расселения видов рода и их холодоустойчивости, который включает:

1. Анализ с помощью специальной таблицы соотношения числа ареалогических районов в природном ареале вида (n) и его предельной холодоустойчивости в природном ареале (NT_{min}) у исследуемого рода.

2. Предварительная классификация исследованных видов рода по группам расселения растений. Группа расселения растений рода – группа видов данного рода, характеризующихся одинаковой закономерностью соотношения числа ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и предельной холодоустойчивости вида в природном ареале (NT_{min}), описываемой уравнением вида

$$NT_{min} = kn + a,$$

где k – коэффициент пропорциональности между n и NT_{min} ; a – свободный член уравнения, определяющий постоянные для данной группы расселения растений различия между n и NT_{min} . Примером группы расселения могут быть виды одного рода одинаково подчиняющиеся в соотношении n и NT_{min} гипотезе «Дарвиновского пути...». Забегая несколько вперед, отметим, что имеют место и другие группы расселения, в которых реализуются иные соотношения между n и NT_{min} .

3. Проверка объективности классификации групп расселения растений рода методами корреляционного и регрессионного анализа [Лакин, 1980] – установление статистической значимости взаимосвязи между n и NT_{min} , математическое моделирование такой взаимосвязи.

4. Составление классификационной таблицы исследованных видов рода с фиксированием в ней принадлежности вида группе расселения растений и группе комплексов ареалогических районов, числа ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида, предельных характеристик вида в природном (NT_{min}) и интродукционном (CT_{min}) ареалах, $d = NT_{min} - CT_{min}$, категорий интродукционной перспективности вида по пунктам интродукции. Такие категории интродукционной перспективности будут обсуждаться нами в следующей главе.

По полученным таким образом материалам возможен анализ взаимосвязи между принадлежностью вида той или иной группе расселения растений и группами комплексов ареалогических районов, с которыми ассоциированы природные ареалы видов. Также возможен анализ зависимости скрытого в природном ареале резерва холодоустойчивости, выявляемого интродукционными исследованиями, от рассматриваемых факторов. На основании проведенных по родам исследований возможно выявление надродовых закономерностей соотношения расселения и холодоустойчивости растений, а также других надродовых закономерностей холодоустойчивости.

Перейдем от постановочных положений к практике реализации анализа расселения и холодоустойчивости видов на примере рода *Viburnum* – Калина. Форма специальной таблицы для анализа соотношения числа ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n) и предельной холодоустойчивостью вида в природном ареале (NT_{min}) приведена в Таблица 8.1. Особенностью конструкции предлагаемой таблицы является подразделение диапазона изменчивости NT_{min} видов рода на пять градусные интервалы. Такое подразделение позволяет более четко прослеживать закономерности соотношения анализируемых параметров даже при небольших выборках видов.

Примером такой небольшой выборки являются исследованные виды калины, общее число которых равно 8. Цифры в полях таблицы 8.1 показывают, сколько видов приходится на то или иное соотношение между числом ареалогических районов в природном ареале вида (n) и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT_{min}). Эти данные позволяют предположить две гипотезы: а) все исследованные виды калины подчиняются одной взаимосвязи соотношений n и NT_{min} , соответствующей гипотезе «Дарвиновского пути расселения...», а потому составляют одну группу расселения растений; б) исследованные виды калины составляют две группы расселения, каждая из которых подчиняется гипотезе «Дарвиновского пути расселения...», но специфична по количественным характеристикам взаимосвязей между n и NT_{min} . В самом деле, как следует из таблицы 8.1, все исследованные виды «выстраиваются» в ряд обратной зависимости между n и NT_{min} , однако данные этой таблицы сами по себе не позволяют судить о том, имеет ли место общая зависимость для всех видов, или она подразделена на две самостоятельные зависимости. Каждая из двух предложенных гипотез предполагает специфичную классификацию исследуемых видов по группам расселения растений. Согласно версии а) все исследуемые виды составляют одну такую группу. Согласно версии б) имеют место две группы расселения (Таблица 8.2). Так как расселение растений соответствует гипотезе «Дарвиновского пути расселения...» мы определяем такое расселение как «типичное», а выделяемые группы расселения обозначаем как «типичная-1» и «типичная-2».

Таблица 8.1. Число исследованных видов калины с различными сочетаниями у вида числа ареалогических районов, охваченных природным ареалом, и предельной холодоустойчивостью вида в природном ареале – первичный анализ по аналитической сетке

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-46; -50			1					1
	-41; -45		2						
	-36; -40								
	-31; -35								
	-26; -30								
	-21; -25	2				1			
	-16; -20		1						
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 8.2. Предварительная классификация групп расселения калины: Т-1 – типичная-1; Т-2 – типичная 2

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-46; -50			1Т1					1Т2
	-41; -45		2Т1						
	-36; -40								
	-31; -35								
	-26; -30								
	-21; -25	2Т1				1Т2			
	-16; -20		1Т2						
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 8.3. Корреляционный и регрессионный анализы взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n) и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT_{min}, градусы Цельсия) по группам расселения калины

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	5	-0,944	95,0	NT _{min} =13-13,3n
Типичная-2	3	-0,953	-	NT _{min} =6-6n
Типичная1+Типичная2	8	-0,414	-	-

Результаты проверки предложенных гипотез классификаций групп расселения растений калины сведены в таблице 8.3. Из нее следует, что группа расселения «Т-1» статистически объективна. Группа расселения «Т-2», также предлагаемая версией б), характеризуется еще более высоким значением коэффициента корреляции между n и NT_{min}, но эта взаимосвязь статистически не значима из-за малочисленности выборки. Однако эта взаимосвязь в первом приближении может быть описана математическим линейным уравнением. Что касается представлений гипотезы а) о наличии единой закономерности расселения всех исследованных видов калины, то она опровергается корреляционным анализом – при объеме выборки большим, чем у «Т-1», коэффициент корреляции более чем в два раза ниже и не достоверен. Из описанных результатов анализов следует, что объективно подразделение исследованных видов калины на две «типичные» группы расселения, как это показано в таблице 8.3. То, что группа расселения «Т-2» не характеризуется статистически значимой достоверностью взаимосвязи между n и NT_{min} – результат не отсутствия такой взаимосвязи, а малочисленности выборки таких видов, формируемой природой. А ее законы следует уважать. В обеих группах расселения растений имеет место гомологическая взаимосвязь вида

$$NT_{min} = k (1 - n),$$

где k - коэффициент пропорциональности. Для типичной группы расселения «Т-1» k=13, а для типичной группы расселения «Т-2» k=6. У «Т-1» с увеличением y вида природного ареала на один ареалогический район предельная холодоустойчивость в природном ареале увеличивается в два раза больше, чем у видов относящихся к группе

«Г-2». Очевидно, что группам «Г-1» и «Г-2» свойственны специфические расселяющие виды, а значит при типичном для гипотезы «Дарвиновского пути...» расселения видов рода возможен не один, а несколько расселяющих видов, формирующих различные группы расселения растений.

Следуя подтвержденной гипотезе, осуществлена классификация исследованных видов калины по группам расселения рода (Таблица 8.4).

Таблица 8.4. Классификация исследованных видов *Viburnum* по группам расселения, группы ареалогических комплексов и ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охваченных природным ареалом	Число ареалогических районов охваченных природным ареалом	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	a=NTmin-CTmin	Алматы	Баканас, Жезказган	Астана, Риддер
Типичная -1	<i>V. wrightii</i>	Е	9	1	-24	-36	12	Б	Б	
	<i>V. furcarum</i>	Е	9	1	-24	-36	12	Б	Б	
	<i>V. bureiaeticum</i>	Е	2,9	2	-44	-44	0	А	А	
	<i>V. sargentii</i>	Е	2,9	2	-44	-44	0	А	А	
	<i>V. mongolica</i>	М	2,10,12	3	-48	-36	0	А	А	
Типичная -2	<i>V. orientale</i>	С	13,14	2	-20	-28	8	Б	В	-
	<i>V. lantana</i>	С	6,8,12,13,15	5	-24	-44	20	Б	Б	Б
	<i>V. opulus</i>	С	1,2,3,5,6,8,11,13,14	9	-48	-44	0	А	А	А

Данные таблицы 8.4 позволяют проследить и специфичность групп расселения калины по ассоциированности природных ареалов видов с группами комплексов ареалогических районов, и закономерности выявленных интродукцией резервов холодоустойчивости видов, скрытых в их природных ареалах, и закономерности современного расселения видов этого рода в Евразии. Исходным в современном расселении видов калины был Восточноазиатский центр видового разнообразия. На его территориях сохранились эндемичные виды, входящие в группу расселения «Типичные-1». К этой же группе расселения относятся виды, природный ареал которых включает как Восточную Азию, так и Северо-Восточную Азию, а также один вид, расселенный в Северо-Восточной Азии, Монголии и Центральной Азии. Можно предположить, что последний вид (*V. mongolica*) изначально также был связан своим ареалом с Восточной Азией, но затем «отрвался» от этого центра видового разнообразия и ассоциировался со Среднеазиатским центром видового разнообразия. Все виды группы расселения «Типичная-2» ассоциированы сегодня своими природными ареалами с Крымско-Кавказским центром видового разнообразия. В этом случае речь идет главным образом об ассоциированности, при которой расселяющий вид (*V. opulus*) скорее всего имеет Восточноазиатское происхождение. Его ареал охватывает и Северо-Восточную Азию, и Северную Америку, распространяясь бореально до Западной

Европы, а через Центральную Азию до Крыма-Кавказа и Западной Азии. Другой вид этой группы (*V. lantana*) может рассматриваться как производный от *V. orulus* на этапе проникновения последнего в Центральную Азию. Оттуда он вероятно расселился в Крым-Кавказ и далее в Европу и Северную Африку. Приход *V. orulus* на территорию Крыма-Кавказа ознаменовался формированием Крымско-Кавказско-Западноазиатского вида – *V. orientale*. Предельные уровни холодоустойчивости в природном ареале расселяющих видов групп расселения и «Т1», и «Т2» одинаковы. Интродукционные исследования обобщенные Л. С. Плотниковой [1983], не выявили у них скрытых в природных ареалах резервов холодоустойчивости. Зато для «узкоареальных» видов такие резервы выявлены в обеих группах расселения калины. При «типичном», описываемом гипотезой «Дарвиновского пути...» расселения растений узкоареальные виды калины имеют скрытый в природном ареале существенный резерв холодоустойчивости, генетические основы которой восходят к предковым расселяющим видам.

Осуществленный анализ расселения и холодоустойчивости исследованных видов калины показал, что виды этого рода расселяются в соответствии с гипотезой «Дарвиновского пути расселения...». При этом виды с самыми широкими ареалами являются и наиболее холодоустойчивыми. Вместе с тем этот анализ показал и то, что у одного рода может быть реализовано несколько групп такого «типичного» расселения растений, различающееся количественными соотношениями n и N_{Tmin} . Биогеографической специфичностью таких групп является объединение в них видов, ассоциированных с различными группами комплексов ареалогических районов, с различными центрами видового разнообразия. Одна из групп расселения видов калины современными ареалогическими характеристиками четко связана с Восточноазиатским центром видового разнообразия, природные ареалы видов другой группы ассоциированы с Крымско-Кавказским центром видового разнообразия. Предельная холодоустойчивость расселяющих видов обеих групп одинакова. Это, как и «потенциальная исходность» для расселяющего вида группы с Крымско-Кавказской ассоциированностью Восточноазиатского центра видового разнообразия, позволяет предположить, что современное расселение калины в Евразии связано прежде всего с Восточноазиатской группой комплексов ареалогических районов. Обобщенные Л. С. Плотниковым [1983] результаты интродукционных исследований показывают, что у расселяющих видов калины скрытый в природном ареале резерв холодоустойчивости отсутствует. Напротив, у видов с «узкими» ареалами в обеих группах расселения интродукцией выявлен такой резерв, генетические основы которого могут определяться родственностью видов группы расселения с «расселяющим» эту группу видом.

Познакомившись на примере калины с «типичным», следующим гипотезе «Дарвиновского пути...» расселением растений, проанализируем соотношение расселения и холодоустойчивости видов кленов, которые принципиально отличаются от «типичного». Как следует из установочных положений анализа расселения и холодоустойчивости видов рода, он начинается с формирования аналитической таблицы соотношения числа ареалогических районов в природном ареале вида (n) и их предельной холодоустойчивости в природном ареале (N_{Tmin}). Анализируя виды калины мы приводили исходный вариант такой таблицы, в котором отмечается только число видов с различными соотношениями параметров. На этой основе следующим «шагом» анализа мы осуществляли предварительную классификацию видов по группам расселения растений. Так как формы таблицы обоих этих анализов одинаковы, возможно

совмещать в одной таблице и анализ числа видов с различными соотношениями n и NT_{min} , и предварительную классификацию групп расселения растений. Так это представлено в Таблице 8.5 по исследованным видам клена, так эти анализы обобщены нами и при исследованиях других родов.

Расселение видов рода клен по территориям Евразии не определяется гипотезой «Дарвиновского пути расселения...». Виды этого рода формируют три группы расселения: атипичную, изотермическую и индифферентную.

Атипичная (с закономерностью обратной типичной) группа расселения.

Вид (виды) этой группы расселения с минимальным числом ареалогических районов в природном ареале (n) характеризуются максимальной предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT_{min}). Виды этой группы с более широкими природными ареалами характеризуются в природных местах обитания меньшей предельной холодоустойчивостью, определяемой соотношением

$$NT_{min} = kn + a,$$

где k – коэффициент пропорциональности между n и NT_{min} – положительная величина для атипичных групп расселения; a – отрицательное число, соответствующее предельной холодоустойчивости видов этой группы с «добавкой» на компенсацию k для однорайонных ареалов: $a = NT_{min} - k$.

Виды атипичной группы с самым широким природным ареалом характеризуются минимальной холодоустойчивостью. Можно предположить, что исторически атипичная группа расселения растений является производной от типичной. Производные от расселяющего вида типичной группы расселения эндемы центров видового разнообразия, входя в атипичную группу, характеризуются максимальной холодоустойчивостью. Дальнейшее расселение видов атипичной группы не связано с холодоустойчивостью, а определяется другими экологическими факторами межледниковья (жароустойчивость, засухоустойчивость и др.). При такой направленности процессов расселения виды с более широкими ареалами «снижают» свою предельную холодоустойчивость в природном ареале – чем «теплее» становится освоенный видом ареал, тем ниже его предельные показатели холодоустойчивости в природном ареале.

Изотермическая группа расселения растений – группа видов рода, каждый из которых характеризуется одной и той же предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT_{min}) вне зависимости от числа ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида. Для этой группы выполняется соотношение $NT_{min} = \text{const} = C$, где C – предельная холодоустойчивость видов группы в природном ареале – постоянная отрицательная величина, измеряемая в градусах Цельсия. Можно предположить, что определяющий специфичность данной группы расселения предельный уровень NT_{min} является индикатором режима экологической комфортности этих растений. Определенный уровень минимальной годовой температуры воздуха сам по себе не определяет комфортность или не комфортность для растений условий произрастания. Но климатические характеристики территорий взаимосогласованы между собой, а потому через NT_{min} может косвенно индигироваться определенный комплекс климатических параметров составляющих экологический оптимум видов данной группы расселения. Соответственно можно предположить, что виды изотермической группы расселения достаточно узко специализированы по определенным экологическим нишам. Их широкие в контексте ареалогических районов природные ареалы отражают наличие сходных экологических ниш в широком спектре географи-

ческого пространства. Во многих родах древесных растений Евразии обнаруживаются виды с равными предельными уровнями холодоустойчивости в природном ареале. Однако это не означает, что у всех этих родов реализована изотермическая группа расселения растений.

О наличии такой группы можно утверждать лишь в том случае, если изотермичность проявляется во всем (или почти во всем) диапазоне широты природных ареалов рода и, кроме этого, при обязательности выполнения $NT_{min} = const$ в том плане, что виды с теми или иными небольшими отклонениями от NT_{min} отсутствуют в широком диапазоне изменений числа ареалогических районов в природном ареале видов.

Индифферентная группа расселения растений – группа видов рода, охватывающих своим природным ареалом одно и тоже число ареалогических районов (n) с широким спектром изменчивости предельной холодоустойчивости видов (NT_{min}) от минимальной до максимальной для рода. Специфика этой группы расселения отображается уравнением $n=const=M$, где M число ареалогических районов, охваченных природными ареалами видов данной группы расселения растений. Следуя формальной логике, можно было бы сказать, что расселение растений индифферентной группы независимо от предельной холодоустойчивости видов в природном ареале. На самом деле специфичность этой группы заключается не в такой независимости и не однозначна. Наиболее понятным является вариант индифферентного расселения при $n=1$, как это выявляется у исследованных видов клена. В этом случае в состав индифферентной группы входят виды-эндемы различных центров видообразования. Для каждого из таких центров свойственен свой интервал предельной холодоустойчивости видов-эндемиков. Можно сказать, что и расселение, и филогенез видов такой группы связан с несколькими центрами видообразования, каждый из которых характеризуется различными климатическими режимами и, соответственно, различными предельными уровнями NT_{min} . Такая группа индифферентного расселения является следствием и отражением развития видообразования рода в нескольких центрах видообразования. Ее специфичностью является преобладание таких эндемиков в общей исследуемой выборке видов рода, которая может истолковываться как определенная ограниченностью миграционной мобильности видов. Проведенные нами исследования 30 родов растений показали, что индифферентным расселением могут характеризоваться не только эндемичные относительно ареалогического района виды, но и виды с более широким природным ареалом. Это достаточно редкие и трудно интерпретируемые события в реалиях расселения растений.

В таблице 8.5 приведена предварительная классификация исследованных видов клена по охарактеризованным выше группам расселения растений. Принципиально важным положением, следующим из материалов таблицы 8.5, является то, что один и тот же вид рода может одновременно принадлежать двум и даже трем группам расселения растений. Так, локализованные в одном ареалогическом районе виды изотермической группы расселения вместе с тем являются и индифферентными, и атипичными по характеру своего расселения. Такая «полиспециализация расселения» видов обуславливает подразделение групп расселения растений на подгруппы, спецификой которых является участие видов в нескольких процессах расселения. Такими подгруппами у клена являются уже обсуждавшаяся атипично-индифферентно-изотермическая и атипично-индифферентная. Принадлежность вида нескольким группам расселения растений мы рассматриваем как заданность для него возможной поливариантности

процессов расселения и как согласованность, взаимопереходность различных процессов расселения, реализуемых родом. Такая взаимопереходность различных процессов расселения, как показывают наши исследования, достаточно широко распространена в различных родах и может быть эффективным механизмом адаптации в условиях резкого изменения общей экологической ситуации. Вид, для которого предполагается возможность участия в различных процессах расселения способен «переключаться» на тот из них, который определит его максимальную приспособленность к изменяющимся условиям внешней среды.

Таблица 8.5. Число исследованных видов клена с различными сочетаниями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивости в природном ареале (NTmin). Обозначения групп расселения растений: А – атипичная, Из – изотермическая, И – индифферентная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-41 : -45	4И					
	-36 : -40	1И					
	-31 : -35	3АИИИз		1ИИз	1ИИз	1ИИз	1ИИз
	-26 : -30	1АИ					
	-21 : -25	3И	1А		1А		
	-16 : -20	2И		1А	1А		
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3	4	5	6

Показанная в таблице 8.5 предварительная классификация видов клена по группам расселения проверена корреляционным анализом, формализованы соотношения между n и NT_{min} по различным группам расселения растений (Таблица 8.6). Такой анализ подтвердил реалистичность трех предположенных изначально групп расселения растений клена. С учетом этого, а также описанного выше подразделения групп расселения на подгруппы осуществлена классификация видов на групповом и подгрупповом уровнях (Таблица 8.7).

Как уже отмечалось, индифферентная группа расселения клена включает в себя эндемы различных центров видового разнообразия (Восточноазиатский, Среднеазиатский, Крымско-Кавказский), где происходило видообразование этого рода. Виды с «чисто» атипичным расселением все ассоциированы только с Крымско-Кавказским центром видового разнообразия. Виды, ассоциированные с этим же центром видового разнообразия, преобладают в изотермической группе расселения. Только один вид этой группы (*Acer semenovii*) является Среднеазиатским по характеру своего ареала. Зато среди видов подгрупп взаимопереходящих друг в друга процессов расселения Крымско-Кавказские виды отсутствуют. Атипично-изотермично-индифферентные подгруппы включают эндемы Восточной и Средней Азии, а атипично-индифферентные – только Восточноазиатский эндем. Очевидно, что у видов клена имеет место существенная обусловленность принадлежности вида группе расселения растений его принадлежностью к группе ареалогических комплексов. Еще более выражена роль групп комплексов ареалогических районов в подгруппах расселения, характеризующихся переходностью между процессами расселения. В таких подгруппах Крымско-Кавказские виды вовсе отсутствуют. Преобладают Восточноазиатские виды.

Таблица 8.6. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения клена

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициент корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Атипичная	8	+0,863	99,0	$NT_{min}=3,3n-34$
Изотермическая	7	0,000	-	$NT_{min}=\text{const}=-32$
Индиферентная	14	0,000	-	$n=\text{const}=1$

Таблица 8.7. Классификация исследованных видов Асег по группам расселения, группы ареалогических комплексов и ареалогические районы охваченные природными ареалами этих видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида	Число ареалогических районов охваченных природным ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы Цельсия			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	$d=NT_{min}-CT_{min}$	Алматы	Баканас, Жезказган	Астана, Риддер
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Атипичная	<i>A. trautvetteri</i>	С	13, 14	2	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>A. laetum</i>	С	12,13,14	3	-20	-36	16	Б	Б	В
	<i>A. hyrcanum</i>	С	8,12,13, 14	4	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>A.pseudoplatanus</i>	С	8,12,13, 14	4	-20	-41	21	Б	Б	Б
Атипично-изотермично-индиферентная	<i>A. turkestanicum</i>	М	12	1	-32	-44	12	А	Б	Б
	<i>A. pseudosieboldianum</i>	Е	9	1	-32	-41	9	А	Б	Б
	<i>A.mandschuricum</i>	Е	9	1	-32	-41	9	А	Б	Б
Атипично-индиферентная	<i>A. tschonokii</i>	Е	9	1	-28	-44	16	А	Б	Б
Изотермическая	<i>A. semenovii</i>	М	10,11,12	3	-32	-41	9	А	Б	Б
	<i>A. tataricum</i>	С	6,8,13,14	4	-32	-44	12	А	Б	Б
	<i>A. platanoides</i>	С	6,8,12, 13, 14	5	-32	-44	12	А	Б	Б
	<i>A. campestre</i>	С	6,8,12,13,14,15	6	-32	-44	12	А	Б	Б
Индиферентная	<i>A. tumentosum</i>	Е	9	1	-44	-42	0	А	А	А
	<i>A. ukurunduense</i>	Е	9	1	-44	-41	0	А	А	А
	<i>A. mono</i>	Е	9	1	-44	-44	0	А	А	А
	<i>A. ginnala</i>	Е	9	1	-44	-56	12	А	А	А
	<i>A. barbinerve</i>	Е	9	1	-36	-41	5	А	А	Б
	<i>A. janonicum</i>	Е	9	1	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>A. regelii</i>	М	12	1	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>A. pubescens</i>	М	12	1	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>A. stevenii</i>	С	13	1	-16	-36	20	Б	Б	В
	<i>A. velutinum</i>	С	13	1	-16	-36	20	Б	Б	В

То, что Восточная Азия – страна кленов общеизвестно. По результатам проведенного нами анализа Восточноазиатские эндемы (64,3 %) наиболее распространены.

Следующую ступень по эндемизму занимает Среднеазиатский центр видового разнообразия (21,4 %), а низшую – Крымско-Кавказский центр видового разнообразия (14,3 %). Можно было бы ожидать, что виды клена расселились в Евразии из Восточной Азии. Однако анализ природных ареалов наиболее широко расселенных видов клена показывает, что природные ареалы таких видов не включают ни Восточную, ни Северо-Восточную Азию, ни Монголию, ни Западную Сибирь. По характеру ареалов прослеживается взаимосвязь Крымско-Кавказского и Среднеазиатского центров видового разнообразия. Из 7 исследуемых видов клена, чей природный ареал охватывает 3 и более ареалогических районов 5 произрастают и в Центральной Азии, и в Крымско-Кавказском ареалогическом районе. Современное расселение видов клена, в отличие от калины, не позволяет выявить единого процесса расселения и видообразования. По современным данным видообразование кленов происходит автономно в Восточной Азии и в ассоциации со Среднеазиатскими и Крымско-Кавказским центрами видового разнообразия.

Что касается предельной холодоустойчивости в природном ареале, то наиболее холодоустойчивыми являются восточноазиатские виды, а наименее холодоустойчивыми – Крымско-Кавказские. Практически все исследованные виды клена характеризуются существенным резервом холодоустойчивости, не реализованном в природном ареале. Это позволяет предположить, что геонисторически ранее существовал исходный восточноазиатский расселяющий вид с высокой холодоустойчивостью, который заселял род и в Центральную Азию, и в Крымско-Кавказский ареалогический район. Его генетические основы холодоустойчивости выявляются интродукционными исследованиями у Крымско-Кавказско-Среднеазиатских видов. Что случилось далее с таким расселяющим видом можно только гадать.

Подробно описанные анализы расселения и холодоустойчивости видов калины и клена являются иллюстрацией методических и логических приемов при реализации предложенного нами метода. Вместе с тем на примере этих двух родов мы показали четыре группы расселения растений – типичную, атипичную, изотермическую и индифферентную, которые по нашим данным исчерпывают существующие процессы расселения древесных растений субтропическо-субполярной Евразии. Также показано, что при наличии у рода нескольких групп расселения растений один и тот же вид может одновременно принадлежать двум и даже трем таким группам. Предположено, что вид, участвующий в нескольких процессах расселения, является эволюционно более адаптированным за счет «переключения» на тот из доступных ему процессов, который определит его максимальную приспособляемость к изменяющимся условиям внешней среды.

Также как рода калина и клен нами проанализировано еще 28 родов. Материалы этих анализов расселения видов и их холодоустойчивость приведены в Приложении Е. 30 родов (включая калину и клен) составляют достаточную выборку для объективного анализа надродовых закономерностей соотношения характеристик расселения древесных растений и их холодоустойчивости, а также других надродовых закономерностей формирования холодоустойчивости видов.

Один из важных вопросов, ответ на который можно найти только на надродовом уровне, это вопрос о распространенности различных групп расселения растений. Для ответа на этот вопрос данные о наличии различных групп расселения растений у исследованных родов сведены в Таблице 8.8. Из нее следует, что у 28 из 30 исследованных

родов (93,3 %) реализованы «типичные» группы расселения. У 20 исследованных родов (66,7 %) реализованы «атипичные» группы расселения. «Индифферентные» группы расселения реализованы у 10 родов (33,3 %), а «изотермические» - у 4 родов (13,3 %). В соответствии с этими данными типичное, соответствующее гипотезе «Дарвиновского пути расселения...» является самым распространенным и реализовано у более чем 90 % родов. Таким образом, определение «типичное» весьма точное для этой группы расселения, так как она реализуется подавляющим большинством родов. Две трети исследованных родов имеют атипичные группы расселения, одна треть – индифферентные группы расселения. Самой малораспространенной является изотермическая группа расселения, которая реализована лишь у 13,3 % исследованных родов. Можно констатировать, что «типичная» и «атипичная» группы расселения являются наиболее широко распространенными, в то время как «индифферентная» и «изотермическая» группы расселения представлены лишь у ограниченного числа родов.

Надродовой анализ распространенности группы расселения растений показывает, что основными механизмами расселения являются два: «типичное» и «атипичное». Типичное расселение, соответствующее гипотезе «Дарвиновского пути...» обеспечивает расселение растений на переходе от ледниковых эпох к потеплению климата на Земле. Именно этот тип расселения является не просто статистически самым распространенным, но и реализуемым всеми исследованными систематическими группами растений от Coniferophyta до Rosidae, исключая только два семейства (Ulmaceae, Aceraceae). Вторая по распространенности «атипичная» группа соответствует механизму заселения территорий с жаровыми, а не холодовыми стрессами и реализуется в периоды межледниковья. Этот тип расселения свойственен 75 % исследованным родам покрытосеменных растений и только трети исследованных родов голосеменных растений. Можно сказать, что современное расселение покрытосеменных древесных растений почти в равной степени определяется как эпохами похолоданий, так и эпохами потеплений, а голосеменных растений – главным образом эпохами похолоданий.

Специфичностью голосеменных растений является и более высокая распространенность изотермических групп расселения (33,3 % родов), в то время как у покрытосеменных растений эта группа распространена существенно меньше (8,3 % родов). Практически одинаково распространена и у голосеменных (33,3 % родов), и у покрытосеменных (29,2 % родов) индифферентная группа расселения растений.

Ни у одного из исследованных нами 30 родов не реализуется только одна группа расселения растений. 50 % исследованных родов реализуют две группы расселения, 33,4 % - 3 группы расселения, 10,0 % - 4 группы расселения. Единичные рода характеризуются наличием 5 и 6 групп расселения. Это рода Clematis (Ranunculaceae) и Lonicera (Caprifoliaceae). Среднее число групп расселения, реализованных одним родом одинаково и у голосеменных, и у покрытосеменных растений и составляет 2,8. У видов одного рода не бывает одинаковой закономерности расселения для всех его видов.

По данным таблицы 8.8 можно проанализировать распространенность сочетаний групп расселения, реализуемых одним родом. 17 родов (56,6 % от общего числа исследованных) реализуют «типичную» и «атипичную» группы расселения растений. 5 родов (16,7 %) – «типичную» и «индифферентную». Также 5 родов реализуют две «типичные» группы расселения с различными соотношениями между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида, и предельной холодоустойчивостью вида в природном интервале. 2 рода (6,7 %) реализуют «атипичную» и

«изотермическую» группы расселения растений, 1 род (3,3 %) – «типичную» и «изотермическую» группы расселения.

25 родов из 30 исследованных (83,3 %) реализуют разнокачественные группы расселения. Мы высказали предположение, что наличие у рода разнокачественных групп расселения растений – механизм эволюционной устойчивости и видов, способных расселяться различными «путями», и рода в целом. Речь идет об альтернативности процессов расселения, которая позволяет адаптироваться к климатическим изменениям различной направленности. Анализ сочетаний реализованных родом групп расселения растений показывает, что такой механизм широко распространен у систематических групп растений. Самым широко распространенным является параллельная реализация родом и «типичной», обеспечивающей «холодовое» расселение, и «атипичной», обеспечивающей «жаровое» расселение групп. Такое сочетание у рода группы расселения растений действительно обеспечивает эффективную адаптацию и к похолоданию, и к потеплению климата.

В таблице 8.8 приведены данные по числу видов, относящихся к различным группам расселения, включая подгруппы, в которых один и тот же вид проявляет возможность следовать нескольким закономерностям расселения. Анализируемая нами выборка из 30 родов включает 636 видов растений. 380 из них относится к группе «типичного» расселения (59,7 %), 130 – к «атипичной» (20,4 %), а 64 – к подгруппе «типично-атипичного» расселения (10,0 %). 90 % исследованных видов связаны с «типично-атипичным» расселением, что подтверждает первоприоритетность этих групп расселения для древесных растений субтропическо-субполярной Евразии. 10 % видов способны участвовать и в «типичных», и в «атипичных» процессах расселения. Долевое участие таких видов крайне контрастно различно в различных систематических группах растений. У исследованных нами Gnetophyta, Cornaceae, Viburnaceae, Aceraceae (Rosidae) такие виды отсутствуют. Максимальное долевое участие «типично-атипичных» видов отмечается у Ranunculididae (34,5 %) и Fabaceae (31,2 %). Много таких видов у Coniferophyta (22,6 %). Средним уровнем распространенности «типично-атипичных» видов характеризуются Caprifoliaceae (15,8 %), Hamamelididae (15,6 %), Dilleniidae (13,0 %), Grossulariaceae (9,1 %). Низким долевым участием таких видов (2,8 %) характеризуются Caryophyllidae и Rosaceae. Очевидно, что долевое участие «типично-атипичных» видов не определяется эволюционной «продвинутостью» той или иной систематической группы растений. Достаточно напомнить, что у Coniferophyta их долевое участие достигает 22,6 %, а у Gnetophyta они отсутствуют. Похоже на то, что доля «типично-атипичных» видов специфична для различных ветвей филогенетического процесса, причем контрастно различается у близко родственных ветвей эволюции: у Grossulariaceae – 9,1 %, а у Rosaceae – 2,8 %; у Fabaceae – 31,2 % , а у Cornaceae – 0,0 %. Возможно, что в тех ветвях филогенетического древа, где роль «типично-атипичных» видов минимальна, действуют иные, пока не раскрытые механизмы адаптации к изменчивости климатического режима, но нельзя исключить и гипотезу о том, что различные ветви филогенетического древа характеризуются различной эволюционной устойчивостью, и доля в систематической группе «типично-атипичных» видов является мерой такой устойчивости.

Таблица 8.8. Наличие различных групп расселения растений у исследованных родов

Систематическая группа	Семейство	Род	Число групп расселения различных категорий				Число видов				Доли видов, %				
			Типичная	Атипичная	Индифферентная	Изотермическая	Исследованных	Типичных	Атипичных	Типично-атипичных	Прочих	Типичные	Атипичные	Типично-атипичные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Coniferophyta	Pinaceae	Larix	2	-	-	-	9	9	-	-	-	-	100,0	-	-
		Abies	1	-	1	-	9	9	-	-	-	-	100,0	-	-
		Piceae	1	-	2	1	8	6	-	-	-	2	75,0	-	-
		Pinus	2	1	-	-	9	9	6	6	-	-	100,0	66,7	66,7
	Cupressaceae	Juniperus	2	1	-	-	18	8	4	6	-	44,4	22,2	33,3	
Gnetophyta	Ephedraceae	Ephedra	2	-	-	1	14	10	-	-	5	71,4	-	-	
Magnoliophyta:															
Ranunculidae	Ranunculaceae	Clematis	3	2	-	-	15	7	1	7	-	46,7	14,3	46,7	
	Berberidaceae	Berberis	1	1	-	-	14	8	3	3	-	57,1	21,4	21,4	
Hamamelididae	Fagaceae	Quercus	1	2	-	-	10	1	4	5	-	10,0	40,0	50,0	
	Ulmaceae	Ulmus	-	1	-	1	7	-	6	-	1	-	85,7	-	
	Betulaceae	Betula	2	1	-	-	15	14	1	-	-	93,3	6,7	-	
Caryophyllidae	Polygonaceae	Atraphaxis	1	-	2	-	19	14	-	-	5	73,7	-	-	
		Calligonum	1	1	1	-	17	6	4	1	6	35,3	23,5	5,9	
Dilleniidae	Ericaceae	Rhododendron	1	1	-	-	11	8	5	2	-	72,7	45,5	18,2	
	Salicaceae	Populus	1	1	-	-	12	8	3	1	-	66,7	25,1	8,3	
Rosidae	Grossulariaceae	Ribes	1	1	2	-	33	11	10	3	9	33,3	30,3	9,0	
	Rosaceae	Spiraea	2	-	-	-	25	25	-	-	-	-	100,0	-	-
		Rubus	1	1	-	-	42	36	6	-	-	-	85,7	14,3	-
		Rosa	1	2	-	-	80	43	17	21	-	-	53,0	21,1	25,9
		Sorbus	1	2	1	-	23	7	16	-	6	-	30,4	69,6	-
		Pyrus	1	-	1	-	34	10	-	-	28	-	29,4	-	-
		Cotoneaster	1	1	-	-	34	23	9	2	-	-	67,6	26,4	5,8
		Crataegus	2	1	-	-	57	42	11	4	-	-	73,7	19,3	7,0
		Cerasus	1	1	-	-	14	6	6	2	-	-	42,9	42,9	14,2
		Amygdalus	2	-	-	-	14	14	-	-	-	-	100,0	-	-
	Fabaceae	Caragana	1	2	-	-	16	4	7	5	-	25,0	43,7	31,3	
	Cornaceae	Cornus	1	-	1	-	9	7	-	-	3	77,7	-	-	
	Caprifoliaceae	Lonicera	2	2	2	-	38	27	3	6	-	71,0	7,9	15,8	
Viburnaceae	Viburnum	2	-	-	-	8	8	-	-	-	100,0	-	-		
Aceraceae	Acer	-	1	1	1	22	-	8	-	14	-	36,4	-		

В главе 6 было показано, что интродукция вскрывает резерв холодоустойчивости видов, не реализованный в их природном ареале. В анализируемой нами выборке из 636 видов растений по 497 Л. С. Плотниковой [1983] обобщены результаты интродукционных испытаний, которые позволяют выявить скрытый в природном ареале

резерв холодоустойчивости для 306 видов (Таблица 8.9). Более 60 % видов, испытанных в культуре, показали большую холодоустойчивость, чем в природном ареале. Как видно из таблицы 8.9, доля видов со скрытым в природном ареале резервом холодоустойчивости зависима от группы комплексов ареалогических районов, с которой ассоциирован природный ареал вида. Максимальная доля видов с резервом холодоустойчивости (78,8 %) выявляется в Крымско-Кавказской группе комплексов ареалогических районов, минимальная (47,9 %) в Восточноазиатской группе комплексов ареалогических районов. Показатели Среднеазиатской (56,2 %) и Бореальной (54,9 %) групп комплексов ареалогических районов ближе Восточноазиатским, чем Крымско-Кавказским. Приведенные данные позволяют утверждать, что почти 80 % видов Крымско-Кавказского центра видового разнообразия характеризуются скрытым в природном ареале резервом холодоустойчивости, тогда как по другим группам комплексов ареалогических районов этот показатель осредненно составляет 50 %. Из этих данных следует, что у половины видов древесных растений, вне зависимости от географических характеристик их мест произрастания можно ожидать резерв холодоустойчивости, не реализованный в их природном ареале. Что же касается растений Крымско-Кавказского центра видового разнообразия, то только 20 % из них не имеют такого резерва. Крымско-Кавказский центр видового разнообразия характеризуется высокими дополнительными потенциями видов к холодовой адаптации.

Таблица 8.9. Соотношения между числом исследованных видов анализируемых 30 родов по которым установлены пределы холодоустойчивости в природном, в интродукционном ареалах, число видов, предельная холодоустойчивость которых в интродукционном ареале больше, чем в природном

Группы комплексов ареалогических районов	Число видов с данными о холодоустойчивости по природному ареалу (Nn)	Число видов с данными о холодоустойчивости по интродукционному ареалу (Nc)	$100Nc/Nn$	Число видов с выявленным интродукцией резервом холодоустойчивости (Nr)	$100Nr/Nc$
Крымско-Кавказская	241	165	67,5	130	78,8
Восточно азиатская	130	119	91,5	57	47,9
Центрально азиатская	206	162	78,6	91	56,2
Бореальная	59	51	86,4	28	54,9
Всего	636	497	78,1	306	61,6

Максимальные выявленные у исследованных родов резервы холодоустойчивости приведены в Таблице 8.10. Этот показатель изменяется от 0 до 33 градусов и имеет среднее значение 19,5 градуса. Скрытый в природном ареале резерв холодоустойчивости не выявлен у эфедры. Максимальными резервами характеризуются рода ломонос и роза. В таблице 8.10 также приведены предельные для родов пороги холодоу-

стойчивости в природном ареале и амплитуды изменчивости этого показателя среди видов рода. У трети исследованных родов предел холодоустойчивости достигает -60 градусов. У 40 % исследованных родов этот показатель составляет -56 градусов, у 10 % - -48 градусов. Более скромные показатели (-44 : -32 градуса) свойственны лишь 16,7 % исследованных родов. Можно констатировать, что для 83,3 % исследованных родов характерна холодоустойчивость не менее -48 градусов Цельсия. 28 из 30 исследованных родов характеризуются предельной холодоустойчивостью не менее -40 градусов Цельсия. Если учесть, что такие минимальные температуры воздуха характеризуют арктический климат [ГЭС, 1988], то следует признать, что более 90 % исследованных родов «потенциально адаптированы» к субполярно-полярному климату. При этом сосны с максимальной холодоустойчивостью в -60 градусов Цельсия удачно адаптируются и к субтропическому климату с минимумом температуры только -6 градусов Цельсия. Тоже можно сказать и о родах можжевельник, ломонос, роза, жимолость. Очевидно, что виды одного рода способны охватывать природными ареалами бескрайние просторы от субтропиков до Арктики Евразии.

Корреляционный анализ данных таблицы 8.10 показывает, что амплитуда изменчивости предельных порогов холодоустойчивости видов рода (ANT_{min}) зависима от предельной, максимальной холодоустойчивости, свойственной видам этого рода (LNT_{min}). Коэффициент корреляции равен -0,803, достоверность корреляции 99 %. Согласно регрессионному анализу данная взаимосвязь описывается уравнением

$$ANT_{min} = -1,1 LNT_{min} - 22.$$

LNT_{min} – число отрицательное. Знак минус перед ним превращает его в число положительное, как и ANT_{min} . Несколько огрублено можно интерпретировать полученное уравнение следующим образом: по абсолютной величине амплитуда изменчивости предельной холодоустойчивости видов рода равна холодоустойчивости самого холодоустойкого вида рода за вычетом 22 градусов Цельсия.

Обсуждая предельную холодоустойчивость родов, мы уже «примеряли» ее к географическим поясам Земли. Попробуем сделать это более основательно с учетом специфичности характеристик видов, ассоциированных с различными группами комплексов ареалогических районов. Исходные данные для такого анализа сведены в Таблицу 8.11. В ней свойственный исследуемым видам диапазон предельной холодоустойчивости в природном ареале от -4 до -60 градусов Цельсия разбит на пятиградусные интервалы. По каждой группе комплексов ареалогических районов проводятся доли исследованных видов, предельная холодоустойчивость которых в природном интервале соответствует каждому интервалу NT_{min} . Из таблицы 8.11 очевидно, что распределение долей видов по интервалам NT_{min} не равномерно. Яркое подтверждение тому – наличие видов всех групп комплексов ареалогических комплексов в интервале NT_{min} -56 : -60 градусов и их полное отсутствие в интервале NT_{min} -51 : -55 градусов. И при холодоустойчивости -50 градусов и ниже распределение долей видов групп также неравномерно: выявляются чередующие друг друга пики и минимумы долевого участия видов. В ряду групп комплексов ареалогических районов Восточноазиатская – Бореальная – Среднеазиатская – Крымско-Кавказская минимальная холодоустойчивость «поднимается» на один интервал. Если самые не холодоустойчивые виды Восточноазиатской группы соответствует интервалу NT_{min} -21 : -25 градусов, то для Бореальной группы это интервал -16 : -20 градусов, для Среднеазиатской -11 : -15 градусов, для Крымско-Кавказской группы -6 : -10 градусов. Минимальный порог холодоустойчи-

восте по группам комплексов ареалогических районов различен, но закономерности изменений долевого числа видов в зависимости от NT_{min} сходные. Они показаны в таблице 8.12 на основе анализа «максимумов» и «минимумов» долевого участия видов по интервалам NT_{min} . Каждый максимум при этом классифицировался как самостоятельный режим холодоустойчивости растений.

Таблица 8.10. Предельные характеристики холодоустойчивости видов в природном ареале, амплитуда изменчивости этой характеристики у исследованных родов.

Систематические группы	Семейство	Род	Число исследованных видов	Предельные для рода NT_{min} вида, градусы	Амплитуда предельных NT_{min} видов рода, градусы
1	2	3	4	5	6
Conyferphyta	Pinaceae	Larix	9	-60	36
		Abies	9	-56	40
		Piceae	8	-56	36
		Pinus	9	-60	54
	Cupressaceae	Juniperus	18	-56	48
Gnetophyta	Ephedraceae	Ephedra	14	-60	48
Magnoliophyta					
Ranunculidae	Ranunculaceae	Clematis	115	-56	48
	Berberidaceae	Berberis	14	-50	34
Hamamelididae	Fagaceae	Quercus	10	-48	32
	Ulmaceae	Ulmus	7	-48	32
	Betulaceae	Betula	15	-60	16
Caryophyllidae	Polygonaceae	Atraphaxis	19	-50	34
		Calligonum	17	-36	8
Dilleniidae	Ericaceae	Rhododendron	11	-60	40
	Salicaceae	Populus	12	-60	52
Rosidae	Grossulariaceae	Ribes	33	-60	40
	Rosaceae	Spiraea	25	-60	40
		Rubus	42	-60	52
		Rosa	80	-60	52
		Sorbus	23	-56	40
		Pyrus	34	-32	24
		Cotoneaster	34	-56	48
		Crataegus	57	-50	38
		Cerasus	14	-40	28
	Amygdalus	14	-44	28	
	Fabaceae	Caragana	16	-50	32
	Cornaceae	Cornus	9	-56	40
	Caprifoliaceae	Lonicera	38	-56	48
	Viburnaceae	Viburnum	8	-48	28
Aceraceae	Acer	22	-44	28	

Таблица 8.11. Долевое распределение (% от общего числа исследованных видов) растений по уровням предельной холодоустойчивости в природном ареале по группам комплексов ареалогических районов, с которыми ассоциированы природные ареалы видов

Предельная холодоустойчивость вида в природном ареале, градусы	Группы комплексов ареалогических районов			
	Восточно азиатская (Е)	Бореальная (В)	Средне азиатская (М)	Крымско-Кавказская (С)
-56 : -60	16,9	10,2	4,3	1,3
-51 : -55	0,0	0,0	0,0	0,0
-46 : -50	21,5	8,5	5,8	1,7
-41 : -45	20,8	10,2	6,3	2,2
-36 : -40	10,8	13,6	24,2	5,2
-31 : -35	15,4	0,0	10,1	3,5
-26 : -30	3,8	13,6	5,3	4,3
-21 : -25	10,8	13,6	26,6	26,0
-16 : -20	0,0	30,3	14,5	47,6
-11 : -15	0,0	0,0	2,9	0,9
-6 : -10	0,0	0,0	0,0	6,9
-1 : -5	0,0	0,0	0,0	0,4

Предпринята попытка согласовать такие режимы с географическими, климатическими поясами Земли и их подразделениями.

Таблица 8.12. Классификация режимов холодоустойчивости древесных растений в соответствии с долевым распределением видов растений по уровням предельной холодоустойчивости в природном ареале по группам комплексов ареалогических районов с которыми ассоциированы природные ареалы видов. Цифры – доля видов от общего числа, приходящихся на данный режим холодоустойчивости, %.

Группы комплексов ареалогических районов	Интервалы предельной холодоустойчивости видов в природных ареалах, градусы Цельсия										
	-60 -56	-55 -51	-50 -46	-45 -41	-40 -36	-35 -31	-30 -26	-25 -21	-20 -16	-15 -11	-10 -6
Восточно азиатская (Е)	Субполярный 16,5		Холодный умеренный: 53,1			Умеренно-умеренный 19,2		Теплый умеренный: 10,8			
Средне азиатская (М)	Субполярный: 10,3		Холодный умеренный: 46,4				Теплый умеренный: 43,3				
Бореальная (В)	Субполярный: 9,9		Холодный умеренный: 32,6				Теплый умеренный: 57,5				
Крымско-Кавказская (С)	Субполярный: 1,3		Холодный умеренный: 12,6				Теплый умеренный: 78,8				Субтропический: 7,3

Не вызывает сомнения, что интервалу предельной холодоустойчивости $-56 : -60$ градусов соответствуют растения, способные осуществлять жизнедеятельность в условиях субполярного пояса. Температурные границы этого режима не вызывают сомнений так как виды с холодоустойчивостью $-51 : -55$ градусов нами не выявлены. Доли субполярных видов в ряду групп комплексов ареалогических районов Восточноазиатская – Среднеазиатская – Бореальная – Крымско-Кавказская снижаются от 16,5 % у Восточноазиатской до 1,3 % у Крымско-Кавказской.

Следующий режим холодоустойчивости, соответствующий по нашему мнению холодному умеренному климату, имеет одинаковые температурные границы для растений Среднеазиатской, Бореальной и Крымско-Кавказской групп комплексов ареалогических районов ($-31 : -50$ градусов). У растений Восточноазиатской группы ареалогических комплексов диапазон этого режима уже ($-36 : -50$ градусов). И в случае холодного умеренного режима в ряду Восточноазиатская – Среднеазиатская – Бореальная - Крымско-Кавказская группы доли видов, соответствующих этому режиму, снижается от 63,1 % у первой до 12,6 % у последней.

У видов Восточноазиатской группы комплексов ареалогических районов за холодным умеренным режимом следует умеренно-умеренный режим. Он охватывает $N\text{Tmin}$ от -35 до -26 градусов Цельсия. В других группах комплексов ареалогических районов такой режим не выражен.

У видов Среднеазиатской, Бореальной и Крымско-Кавказской групп комплексов ареалогических районов за холодным умеренным режимом следует теплый умеренный режим. Он соответствует интервалу предельной холодоустойчивости видов от -30 до -11 градусов Цельсия. Этот режим, но в сильно ограниченном диапазоне температур (от -25 до -21 градусов), представлен и у Восточноазиатских растений.

У растений Крымско-Кавказской группы комплексов ареалогических районов представлен еще один режим холодоустойчивости с диапазоном изменчивости $N\text{Tmin}$ от -10 до -1 градуса Цельсия. Этот режим мы связываем с адаптацией к субтропическому географическому поясу.

Выявленные нами режимы холодоустойчивости древесных растений для Восточноазиатской группы комплексов ареалогических районов с поразительной точностью совпадают с такими режимами, предложенными А. Редером [Rehder, 1949] (Таблица 8.13). Сам А. Редер не пояснял принципы, на основании которых им были предложены градации температуры для режимов холодоустойчивости растений. Только поэтому мы не можем утверждать, что они были «подсмотрены» у природы. Результаты анализа холодоустойчивости восточноазиатских растений – существенный повод к такому заключению.

Общие итоги проведенной нами классификации режимов холодоустойчивости древесных растений в соответствии с долевым распределением видов растений по уровням предельной холодоустойчивости в природном ареале следующие:

- 1) Выявлено пять режимов холодоустойчивости: субполярный; холодный умеренный; умеренно-умеренный; теплый умеренный; субтропический.
- 2) Показано, что виды Восточноазиатской группы комплексов ареалогических районов характеризуются особыми режимами холодоустойчивости. Только у таких видов реализован умеренно-умеренный режим. Температурные интервалы холодного умеренного и теплого умеренного режимов для видов этой группы отличаются от тако-

вых других групп комплексов ареалогических районов Только субполярный режим растений Восточноазиатской группы идентичен такими режимами остальных групп.

3) Среднеазиатская, Борейальная и Крымско-Кавказская группы комплексов ареалогических районов характеризуются тремя идентичными по градициям температуры режимами холодоустойчивости древесных растений: субполярным, холодным умеренным и теплым умеренным.

4) Только для видов Крымско-Кавказской группы комплексов ареалогических районов выявлены наиболее «теплый» субтропический режим. Скорее всего виды растений, соответствующие этому режиму холодоустойчивости имеются и в Восточноазиатском, и в Среднеазиатском центрах видового разнообразия. Однако ограниченность наших исследований территориями бывшего СССР исключила их из объектов исследования.

5) Режим холодоустойчивости древесных растений – интервал температур, характеризующий предельную холодоустойчивость видов в природном ареале, обеспечивающую их приспособление к условиям определенного географического пояса или его субподразделения. Режим холодоустойчивости - это соответствие вида климатическому режиму определенной географической зоны (субзоны) по устойчивости к предельным холодным стрессам.

Таблица 8.13. Сопоставление режимов холодоустойчивости древесных растений, предложенных А. Редером и установленных нами для видов Восточноазиатской группы комплексов ареалогических районов

Режимы холодоустойчивости	
А. Редер	Восточноазиатская группа комплексов ареалогических районов
Зона I: ниже -50 градусов	Субполярный режим: -56 : -60 градусов при отсутствии видов с устойчивостью в интервале -51 : -55 градусов
Зона II: -50 : -35 градусов	Холодный умеренный режим: -50 : -36 градусов
Зона III: -35 : -20 градусов	Умеренно-умеренный + тепло-умеренный режимы: -35 : -21 градус

Введя и обосновав понятие «режим холодоустойчивости» можно с иных позиций посмотреть на скрытые в природных ареалах видов резервы холодоустойчивости, выявляемые интродукцией. Возникает закономерный вопрос: может ли «раскрытие» скрытого в природном ареале вида резерва холодоустойчивости переводить этот вид из одного режима холодоустойчивости в другой? Или: являются ли температурные пороги режимов холодоустойчивости непреодолимыми? Если по природному ареалу вид соответствует, например, теплому умеренному режиму холодоустойчивости, может ли он быть потенциально адаптивным и в условиях холодного умеренного климата?

Для ответов на эти вопросы мы проанализировали соотношение в размерности режимов холодоустойчивости между NT_{min} и CT_{min} видов по группам расселения растений (Таблицы 8.14; 8.15; 8.16; 8.17). Результаты получились весьма поучительные, специфичные для групп комплексов ареалогических районов. Виды тепло-умеренного и умеренно-умеренного режимов холодоустойчивости Восточноазиатской группы комплексов ареалогических районов при интродукции характеризуются устойчивостью, соответствующей холодному умеренному режиму. А виды этой группы по

природному ареалу отнесенные к холодно-умеренным на 40 % выявляют способность к адаптации в условиях субполярного режима (Таблица 8.14).

Таблица 8.14 Соотношение режимов холодоустойчивости видов в природном и интродукционном ареалах у растений, природные ареалы которых ассоциированы с Восточноазиатской группой комплексов ареалогических районов. Числитель – число видов; знаменатель – доля от общего числа исследованных и в природном, и в интродукционном ареалах видов (%)

Пределные режимы холодоустойчивости видов в интродукционном ареале	Режимы предельной холодоустойчивости видов в природном ареале (градусы Цельсия)			
	Субполярный (-51 : -60)	Холодный умеренный (-36 : -50)	Умеренно-умеренный (-26 : -35)	Теплый умеренный (-21 : -25)
Субполярный (-51 : -60)	2 / 100,0	9 / 40,9	1 / 4,8	
Холодный умеренный (-36 : -50)		13 / 59,1	20 / 95,2	12 / 100,0

Из одного этого обобщения следует, что фактическая холодоустойчивость древесных растений может быть существенно выше, проявляемой ими в природном ареале. Для растений Восточноазиатской группы комплексов ареалогических районов теплый умеренный и умеренно-умеренный режимы холодоустойчивости лишь дань современным их условиям произрастания. На самом деле все они способны произрастать в условиях холодного умеренного режима. Холодовые стрессы не являются единственным фактором, лимитирующим расселение растений. Осваивая необходимые им экологические ниши, древесные растения в значительной степени не реализуют свои потенции холодоустойчивости.

Таблица 8.15. Соотношение режимов холодоустойчивости видов в природном и интродукционном ареалах у растений, природные ареалы которых ассоциированы со Среднеазиатской группой комплексов ареалогических районов. Числитель – число видов; знаменатель – доля от общего числа исследованных и в природном, и в интродукционном ареалах видов, %

Пределные режимы холодоустойчивости видов в интродукционном ареале (градусы Цельсия)	Пределные режимы холодоустойчивости видов в природном ареале (градусы Цельсия)		
	Субполярный (-51 : -60)	Холодный умеренный (-31 : -50)	Теплый умеренный (-11 : -30)
Субполярный (-51 : -60)	4 / 100,0	5 / 15,2	
Холодный умеренный (-31 : -50)		28 / 84,8	47 / 82,4
Теплый умеренный (-11 : -30)			10 / 17,6

Таблица 8.16. Соотношение режимов холодоустойчивости видов в природном и интродукционном ареалах у растений, природные ареалы которых ассоциированы с Бореальной группой комплексов ареалогических районов. Числитель – число видов; знаменатель – доля от общего числа исследованных и в природном, и в интродукционном ареалах видов, %

Предельные режимы холодоустойчивости видов в интродукционном ареале (градусы Цельсия)	Предельные режимы холодоустойчивости видов в природном ареале (градусы Цельсия)		
	Субполярный (-51 : -60)	Холодный умеренный (-31 : -50)	Теплый умеренный (-16 : -30)
Субполярный (-51 : -60)	1 / 100,0		
Холодный умеренный (-31 : -50)		7 / 100,0	14 / 70,0
Теплый умеренный (-16 : -30)			6 / 30,0

Таблица 8.17. Соотношение режимов холодоустойчивости видов в природном и интродукционном ареалах у растений, природные ареалы которых ассоциированы с Крымско-Кавказской группой комплексов ареалогических районов. Числитель – число видов; знаменатель – доля от общего числа исследованных и в природном, и в интродукционном ареалах видов, %

Предельные режимы холодоустойчивости видов в интродукционном ареале	Режимы предельной холодоустойчивости видов в природном ареале (градусы Цельсия)			
	Субполярный (-51 : -60)	Холодный умеренный (-31 : -50)	Теплый умеренный (-11 : -30)	Субтропический (-1 : -10)
Субполярный (-51 : -60)	1 / 100,0	5 / 25,0	2 / 2,0	
Холодный умеренный (-31 : -50)		15 / 75,0	75 / 73,5	3 / 42,9
Теплый умеренный (-11 : -30)			25 / 24,5	4 / 57,1

К такому же выводу можно прийти и анализируя холодоустойчивость видов Среднеазиатской и Бореальной групп комплексов ареалогических районов. В каждой из таких групп есть своя специфика и, обобщенно здесь отличия между потенциальной и реализованной в природном ареале холодоустойчивостью меньше, чем у растений Восточноазиатской группы. Не у всех видов, тепло-умеренных по характеру природного ареала, интродукцией выявлены потенции к жизнедеятельности в холодно-умеренном режиме. Около 20 % таких видов Среднеазиатской группы (Таблица 8.15) и 30 % таких видов Бореальной группы (Таблица 8.16) не способны преодолеть рубеж умеренно-холодного режима. Если 40 % холодно-умеренных растений Восточноазиатской группы способны к переходу к субполярному режиму холодоустойчивости, то среди таких видов Среднеазиатской группы лишь 15 % способны к такому переходу, а виды Бореальной группы вовсе не способны к нему. Очевидно, что потенции холодоустойчивости видов зависимы от групп комплексов ареалогических районов, с которыми они ассоциированы. В ряду групп Восточноазиатская – Среднеазиатская – Бореальная скрытые в природном ареале резервы холодоустойчивости видов снижаются.

По долевному участию видов субполярного режима, по наличию видов субтропического режима Крымско-Кавказская группа комплексов ареалогических районов безусловно является самой «теплой». Однако ассоциированные с этой группой виды характеризуются значительными резервами холодоустойчивости, скрытыми в природных ареалах видов (Таблица 8.17). Виды этой группы субтропического режима в соотношении 2/3 потенциально соответствуют холодному умеренному и теплому умеренному режимам холодоустойчивости. 75 % видов тепло-умеренного режима по природным ареалам способны адаптироваться к холодному умеренному режиму. 25 % видов с холодным умеренным режимом холодоустойчивости в природном ареале потенциально соответствуют субполярному режиму. Самое большое доленое участие видов с выявляемым интродукцией резервом холодоустойчивости у Крымско-Кавказской группы комплексов ареалогических районов отмечалось нами и при исходных исследованиях в этом направлении (80 % против 50 % осредненно по другим группам). Теперь мы должны констатировать, что такое соотношение весьма неожиданно. В ряду Восточноазиатская – Среднеазиатская – Бореальная группы комплексов ареалогических районов, который от начала к концу является рядом развития «потепления», выявляется зависимость: чем «теплее» группа, тем ниже скрытое в природных ареалах видов резервы холодоустойчивости. Крымско-Кавказская группа комплексов ареалогических районов, являющаяся самой теплой из всех исследованных нами таких групп, уходит из-под описанной закономерности.

С позиций приведенных исследований скрытых в природных ареалах видов резервов холодоустойчивости следует уточнить представления о режимах холодоустойчивости. Изначально мы отметили, что режим холодоустойчивости – это соответствие вида климатическому режиму определенной географической зоны (субзоны) по устойчивости к предельным холодным стрессам. Теперь мы можем утверждать, что предельная холодоустойчивость видов, реализуемая ими в природных ареалах, чаще не является предельной.

Рассматривая режимы холодоустойчивости как «ступени» напряженности холодных стрессов, можно сказать, что абсолютная предельная холодоустойчивость вида (L_{Tmin}) может быть на «ступень» или даже две «ступени» выше режима холодоустойчивости, реализованной видом в природном ареале. Градации режимов холодоустойчивости – это градации климатических режимов мест обитания растений. Предельная холодоустойчивость видов древесных растений субтропическо-субполярной Евразии имеет меньшее число градаций, специфичных для видов, ассоциированных своими природными ареалами с различными группами комплексов ареалогических районов. Виды Крымско-Кавказской группы, расселенные на субтропических территориях характеризуются абсолютной предельной холодоустойчивостью, соответствующей тепло-умеренному и даже холодному умеренному режимам. Виды Восточноазиатской группы, по природному ареалу тепло-умеренные и умеренно-умеренные, потенциально способные эффективно произрастать в условиях холодного умеренного режима. 80 % тепло-умеренных видов Среднеазиатской и 70 % таких видов Бореальных групп имеют абсолютную холодоустойчивость, соответствующую холодному умеренному режиму. В описанных примерах превышения абсолютной предельной холодоустойчивостью видов, реализованной ими в природных ареалах, «норма», а не «исключения».

Особым является субполярный режим холодоустойчивости. Будучи сопряженным по интервалам температуры с холодным умеренным, этот режим оказывается в значительной степени рубежным в том плане, что холодно-умеренные по природному ареалу

виды очень ограниченно имеют абсолютную предельную холодоустойчивость, достаточную для жизнедеятельности в условиях полярного режима. Напомним, что только 40 % Восточноазиатских холодно-умеренных видов проявляют холодоустойчивость, достаточную для субполярного режима, а среди таких бореальных видов субполярная холодоустойчивость совсем не выявлена. Напомним также, что субполярный режим холодоустойчивости особо контрастно выделяется и в распределении долевого участия видов (Таблица 8.11). Этот режим реализован видами всех групп комплексов ареалогических районов с выраженным температурным «отрывом» от холодного умеренного режима. У всех групп имеются виды с предельными N_{Tmin} -56 : -60 градусов, а вот с предельной N_{Tmin} -51 : -55 градусов отсутствуют. Обособленность субполярного режима холодоустойчивости очевидна и она приводит к вопросу о грациях абсолютной предельной холодоустойчивости древесных растений субтропическо-субполярной Евразии.

По результатам проведенных нами исследований таких граций только две: субполярная и умеренная. Специфичность субполярной предельной холодоустойчивости видов мы уже обсуждали. Все виды исследованных нами растений с предельной холодоустойчивостью менее -56 градусов формально можно отнести к умеренным. Они характеризуются различными уровнями предельной холодоустойчивости в природных ареалах, но потенциально их холодоустойчивость может достигать -50 градусов. Речь не идет о том, что каждый «умеренный» вид потенциально характеризуется холодоустойчивостью в -50 градусов Цельсия. Речь идет о том, что среди таких видов вероятна такая холодоустойчивость, которая может быть как реализована в природном ареале, так и быть пока потенциальной, вскрываемой только интродукционными исследованиями.

Мы приходим к представлениям о том, что по интервалам абсолютной холодоустойчивости древесные растения соответствуют географическим, климатическим поясам Земли. Нашими исследованиями не выявлена субтропическая группа абсолютной предельной к холодоустойчивости, но она непременно есть. Виды такой холодоустойчивости остались вне наших исследований по их методической постановке. Соответствие вида географическому поясу Земли относительно в двух аспектах. С одной стороны, субполярный вид способен произрастать в умеренном климатическом поясе, найдя там для себя соответствующие экологические ниши. Пример тому – расселяющийся вид типичной группы рода, следующей «Дарвиновским путем...». С другой стороны, соответствие вида умеренному географическому поясу не является «гарантией» достаточности его холодоустойчивости для всех территорий, занятых этим географическим поясом, всему спектру холодовых стрессов, свойственных географическому поясу. Как показывают выявленные режимы холодоустойчивости древесных растений в их природных ареалах, реально подразделение умеренного пояса на субпояса. Однако барьерность, «непреодолимость» устойчивостью растений субпоясных границ не выражена так отчетливо, как барьерность границ географических поясов.

Установление понятия «абсолютная предельная холодоустойчивость видов (L_{Tmin})», «режим холодоустойчивости вида в природном ареале» позволяют расширить наши представления о соотношении групп расселения растений и холодоустойчивости видов. Типичные и атипичные группы расселения видов рода изначально связаны с закономерностями соотношения широты природного ареала видов и их предельной холодоустойчивостью в природном ареале. В группах типичного расселения чем шире природный ареал вида, чем большее число ареалогических районов он охватывает, тем выше холодоустойчивость вида, выявляемая для него в природном

ареале. В группе атипичного расселения вида рода соотношение обратное – чем шире природный ареал вида, тем ниже его предельная холодоустойчивость в природном ареале. Оказывается, что процесс расселения растений имеет и другие взаимосвязи с холодоустойчивостью видов типичной и атипичной групп расселения рода.

В Таблице 8.18 приведены предельные характеристики холодоустойчивости видов различных групп комплексов ареалогических районов, относящихся к атипичным группам расселения растений 7 родов. В качестве L_{Tmin} принимается предельная величина ST_{min} . Если же в данной группе расселения по данной группе ареалогических комплексов предельная ST_{min} меньше NT_{min} (интродукционные исследования не вскрыли более высокого уровня холодоустойчивости, чем выявлен в природном ареале), к L_{Tmin} приравнивалась предельная NT_{min} . В Таблице 8.18 также показано число ареалогических районов в природном ареале вида (n) с L_{Tmin} , чтобы можно было контролировать согласование L_{Tmin} и n .

Как следует из данных таблицы 8.18, при уровне L_{Tmin} атипичной группы расселения растений, соответствующей холодному умеренному режиму расселения в природе, для видов такой группы выполняется соотношение $L_{Tmin} = const$. Соглас но такому соотношению можно ожидать, что абсолютная предельная холодоустойчивость всякого вида этой группы будет одинакова и равной L_{Tmin} группы в целом. Такая закономерность проявляется как в «чистом виде» (можжевельник, вишня), так и прослеживается с определенными «отступлениями» (клен, рябина, барбарис). Напомним, что мы оцениваем L_{Tmin} через ST_{min} , выявляемую интродукционными исследованиями. При общераспространенной постановке интродукционных исследований по методу климатических аналогий, без заданности для них определения предельной холодоустойчивости вида, превосходящей предел его холодоустойчивости в природном ареале, остается только удивляться результатам работы интродукторов, позволившей отслеживать абсолютную предельную холодоустойчивость видов и родов. Однако нельзя не признать, что по «авантюристности» постановки и бессистемности таких исследований, их результаты заданно не полны как по тем или иным родам, так и по тем или иным группам расселения растений. «Отступления» от соотношения $L_{Tmin} = const$ мы связываем с такой заданной неполнотой интродукционных исследований.

Таблица 8.18. Выявленная интродукционными испытаниями предельная холодоустойчивость видов различных групп комплексов ареалогических районов входящих в атипичные группы расселения родов. Числитель – ST_{min} , градусы (в скобки взяты значения NT_{min} , запредельные ST_{min}); знаменатель – число ареалогических районов, входящих в природный ареал видов с предельными характеристиками ST_{min}

Рода	Группы комплексов ареалогических районов			
	Восточно азиатская	Средне азиатская	Бореальная	Крымско-Кавказская
Можжевельник	-36 / 1	-36 / 1	-	-36 / 3
Вишня	-40 / 1	-41 / 1,2	-	-40 / 6
Клен	-44 / 1	-44 / 1	-	-41 / 4
Рябина	-41 / 1	-36 / 1	-41 / 3	-41 / 4
Барбарис	-44 / 1	-42 / 1	-40 / 1	-36 / 3
Роза	-56 / 1	-44 / 4	(-50) / 3	-41 / 6
Смородина	-44 / 1	-44 / 3	-36 / 3	-56 / 3
средние	-43,6 / 1,0	-41,0 / 1,9	-41,7 / 2,5	-41,6 / 4,1

Из данных таблицы 8.18 также следует, что при LT_{min} атипичной группы расселения растений, соответствующей субполярному режиму холодоустойчивости, виды такой группы (роза, смородина) характеризуются различными уровнями LT_{min} , зависимиыми как от ассоциированности природного ареала вида с той или иной группой комплексов ареалогических районов, так и от числа ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида. Виды, с одним и тем же числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида, могут различаться по LT_{min} в зависимости от того, с какой группой комплексов ареалогических районов ассоциирован вид. Вместе с тем LT_{min} вида может быть прямо пропорционально числу ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида.

Из приведенного обсуждения данных таблицы 8.18 следует, что абсолютная предельная холодоустойчивость видов древесных растений атипичных групп расселения характеризуется различной обусловленностью расселением видов, в зависимости от того, реализует род в природном Евроазиатском ареале холодный умеренный или субполярный режим холодоустойчивости.

Зависимости абсолютной предельной холодоустойчивости видов типичных групп расселения от процессов расселения, в которых они участвуют, и сходны, и специфичны относительно видов групп атипичного расселения (Таблица 8.19).

Если виды группы типичного расселения рода не ассоциированы своими природными ареалами с Бореальной группой комплексов ареалогических районов, для этой группы и всех ее видов имеет место соотношение $LT_{min} = const$. Такое равенство сходно с выявлением для атипичных групп расселения. Условием выполнения равенства для атипичных групп является ограниченность абсолютной предельной холодоустойчивости группы холодным умеренным режимом холодоустойчивости, а в группах типичного расселения соотношение $LT_{min} = const$ реализуется и при холодно-умеренном, и при субполярном режиме холодоустойчивости видов в природном ареале. Как уже отмечалось, ограничение здесь иное – отсутствие ассоциированности природных ареалов видов с Бореальной группой комплексов ареалогических районов.

Как и в случае с атипичными группами расселения растений, равенство $LT_{min} = const$ может проявляться в типичных группах расселения как в «чистом виде» (вишня), так и с «отступлениями» (смородина, калина, тополь, барбарис). Причины таких «отступлений» те же, как и в случае с атипичными группами расселения растений. В типичных группах расселения, в которых расселяющиеся виды заданно характеризуются высокой холодоустойчивостью в природном ареале, число «отступлений» больше, так как число интродукционных стационаров на территориях субполярного климата ограничено. Меньшее число интродукционных стационаров, в которых могла бы быть вскрыта реальная абсолютная предельная холодоустойчивость видов снижает вероятность «случайного» по постановке исследований вскрытия скрытых в природном ареале резервов холодоустойчивости. Более того, ограниченность интродукционных исследований в условиях субполярного режима холодоустойчивости приводит к тому, что для обсуждаемых наиболее холодоустойчивых видов выделяемый интродукцией порог предельной холодоустойчивости зачастую оказывается ниже такового в природном ареале. Если в случае с видами атипичных групп расселения доля NT_{min} , запредельных для ST_{min} , составляет всего 4 %, то для типичных групп расселения этот показатель увеличивается до 26 %.

Предельная холодоустойчивость вида в природном ареале для обсуждаемых нами типично расселяемых растений может быть описана двумя уравнениями:

$$NT_{min} = A - kn \quad (1)$$

и

$$NT_{min} = LT_{min} + d \quad (2),$$

где NT_{min} – предельная холодоустойчивость вида в природном ареале, LT_{min} – абсолютная предельная холодоустойчивость вида; A – индекс минимальной холодоустойчивости данной группы типичного расселения, n – число ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида, k – коэффициент пропорциональности между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида и его холодоустойчивостью в природном ареале, $d = NT_{min} - LT_{min}$ – резерв холодоустойчивости, скрытый в природном ареале вида. Размерность NT_{min} , LT_{min} , A и d – градусы Цельсия.

Так как левые части уравнений 1 и 2 равны, приравняем их правые части:

$$A - kn = LT_{min} + d;$$

$$d = A - LT_{min} - kn \quad (3).$$

Разницу $A - LT_{min}$ определим как условный предел холодоустойчивости видов данной группы расселения и обозначим буквой B : $B = A - LT_{min}$. Тогда

$$d = B - kn.$$

$$\text{При } d = 0, 0 = B - kn, B = kn; n = B / k \quad (4).$$

Из уравнения 4 следует вывод о том, что коэффициент пропорциональности между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида, и условный предел холодоустойчивости видов в данной группе типичного расселения растений определяют максимальное число ареалогических районов, которые могут быть охвачены ареалом расселяющего вида данной группы. Из этого соотношения следует согласованность ареалогии и физиологии рода. Расселение видов не само по себе определяет холодоустойчивость видов рода в природных ареалах, а является согласованным с предельной холодоустойчивостью рода, являющейся генетически детерминированным его физиологическим свойством. Так складываются соотношения между расселением и холодоустойчивостью растений типичных групп расселения, в которых выполняется равенство $LT_{min} = \text{const}$.

Из таблицы 8.19 следует, что если в группу типичного расселения растений рода входят виды, своими природными ареалами ассоциированные с Бореальной группой комплексов ареалогических районов, то LT_{min} не является постоянной величиной для всех видов такой группы расселения (можжевельник, таволга). В таких группах расселения LT_{min} вида обратно пропорционален числу ареалогических районов, охваченных его природным ареалом. Эта зависимость для LT_{min} сходна с таковой для NT_{min} видов типичных групп расселения. Отрыв вида от центров видового разнообразия, его переход в Бореальную группу комплексов ареалогических районов приводит к изменению «типичного» соотношения между расселением и холодоустойчивостью видов группы расселения. Более правильно будет сказать, что отрыв вида от центров видового образования реализуется при специфичности процессов расселения растений. Не «оторвавшийся» вид преобразует закономерности в группе расселения, а закономерности процесса расселения в группе обуславливают «отрыв» вида от центров видового разнообразия.

Данные таблиц 8.18 и 8.19 позволяют вскрыть еще одно важное соотношение. Если род реализует и типичную, и атипичную группы расселения растений, то абсолютные предельные уровни холодоустойчивости (LT_{min}) в этих группах могут быть как одинаковыми (вишня), так и различными (смородина, барбарис).

Таблица 8.19. Выявленная интродукционными испытаниями предельная холодоустойчивость видов различных групп комплексов ареалогических районов, входящих в типичные группы расселения родов. Числитель – ST_{min} , градусы (в скобки взяты значения NT_{min} , запредельные ST_{min}); знаменатель – число ареалогических районов, входящих в природный ареал видов с предельными характеристиками ST_{min}

Рода	Группы комплексов ареалогических районов			
	Восточно-азиатская	Средне-азиатская	Бореальная	Крымско-Кавказская
Вишня	-40 / 1	-41 / 1,2	-	-40 / 6
Смородина	-60 / 8	-56 / 6	-	-56 / 3
Калина	-44 / 2	(-48) / 3	-	-
Тополь	-	(-50) / 5	-	(-60) / 11
Барбарис		(-50) / 5	-	-36 / 5
Можжевельник	-41 / 3	(-56) / 6	-56 / 5	-
Таволга	-56 / 7	-44 / 4	-36 / 1	(-50) / 9
Среднее число ареалогических районов в природном ареале вида	4,2	4,0	3,0	6,8

На уровне подгрупп расселения мы отмечали возможность взаимопереходности «типичного» расселения в «атипичное» и наоборот. Теперь мы можем сказать, что виды одного рода, следующие различными путями расселения могут быть потенциально равнозначными по своей холодоустойчивости. Но чаще типичная группа расселения более широка в своих возможностях холодоустойчивости, чем атипичная. Скорее всего из этого следует первичность для процессов эволюции и расселения «Дарвиновского пути...» и вторичность атипичного, «теплолюбивого» расселения растений.

Обобщая результаты наших исследований расселения и холодоустойчивости древесных растений мы приходим к ниже следующему.

Расселение видов рода древесных растений и их холодоустойчивость – явления взаимосвязанные, взаимобулавливающие друг друга. Виды одного рода подразделяются на различные группы расселения, принципиальные отличия между которыми обуславливаются различными закономерностями взаимосвязи между широтой природного ареала и холодоустойчивостью видов. Наиболее распространенными, а потому главными для понимания соотношений между широтой ареала вида и его холодоустойчивостью, являются две группы расселения растений: типичная и атипичная.

Группа типичного расселения растений рода следует «Дарвиновскому пути расселения и формирования видового образования родов». Вид рода с самой высокой холодоустойчивостью является вместе с тем и видом с самым широким природным ареалом. Такие виды в эпохи оледенения отступают в «экологические убежища» – центры видового разнообразия. С развитием потепления эти виды вновь занимают субполярные позиции, оставаясь вместе с тем в высокогорьях субтропического и уме-

ренного географических поясов. Это определяет максимальную широту природных ареалов обсуждаемых видов. Такие наиболее холодоустойчивые виды являются расселяющими род по освобожденным от оледенения территориям и видами-прародителями видового разнообразия рода, которое формируется главным образом в центрах видового разнообразия, в которых расселяющие виды «прятались» от оледенения. «Дарвиновский путь расселения...» предлагает и реализует обратно пропорциональную зависимость между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида и его холодоустойчивостью в природном ареале: чем шире природный ареал вида, тем больше его холодоустойчивость в природном ареале; чем шире природный ареал вида, чем дальше он распространился за пределы центра видового разнообразия, тем выше его предельная холодоустойчивость в природном ареале, обеспечивающая виду такое расселение.

Типичные группы расселения выявлены нашими исследованиями у 93,2 % родов, к ним относятся почти 70 % исследованных нами видов. Сформулированный нами изначально как гипотетический «Дарвиновский путь расселения...» является объективной реальностью и наиболее распространенным путем расселения древесных растений субтропическо-субполярной Евразии.

Группа атипичного расселения видов рода – группа с взаимосвязью между широтой ареала и предельной холодоустойчивостью вида в его природном ареале обратной таковой типичной группы расселения растений. Виды этой группы расселения с минимальной широтой природного ареала характеризуются максимальной предельной холодоустойчивостью в природных ареалах в сравнении с более широко ареальными видами. Виды атипичной группы с самым широким природным ареалом характеризуются минимальной для группы предельной холодоустойчивостью в природных ареалах. Можно предположить, что исторически атипичная группа расселения является производной от типичной. Производные от расселяющего вида типичной группы расселения эндемы центров видового разнообразия, входя в атипичную группу расселения, характеризуются максимальной холодоустойчивостью. Дальнейшее расселение видов атипичной группы связано с заселением не более холодных, а более теплых территорий, чем в экологических нишах видов группы в центрах разнообразия видов. При такой направленности процессов расселения виды с более широкими природными ареалами «снижают» свою предельную холодоустойчивость в природном ареале. Если для типичной группы расселения рода обязателен «расселяющий» вид и он может быть не один в такой группе, то в атипичной группе расселения расселяющие виды отсутствуют. Каждый вид расселяется сам по себе. Нашими исследованиями показано, что атипичные группы расселения растений имеются у двух третьих родов. К атипичным группам расселения относятся 30 % исследованных видов. атипичный путь расселения, направленный на освоение «теплых» мест обитания объективен и достаточно широко распространен.

Нашими исследованиями показано, что ни один род не реализует только одну группу расселения растений. 50 % исследованных родов реализуют две группы расселения, 33,4 % – 3 группы расселения. Единичные рода реализуют 5-6 групп расселения растений. 56,6 % исследованных нами родов реализуют типичную и атипичную группы расселения. У других родов реализована «двойственность» однохарактерных групп расселения, но у большинства реализованы различные по своим свойствам группы расселения. 25 родов из 30 исследованных (83,3 %) реализуют разнокачественные группы расселения растений. Нами высказано предположение, что наличие у

рода разнокачественных групп расселения – механизмы эволюционной устойчивости и видов, способных расселяться различными «путями», и рода в целом. За счет такой разнокачественности групп расселения род оказывается подготовленным к глобальным экологическим изменениям различной направленности.

Один и тот же вид рода может относиться к нескольким группам расселения. Например, 10 % исследованных нами видов одновременно являются и «типичными» и «атипичными». Такие «многоплановые» виды мы расцениваем как главный потенциал эволюционной адаптации рода.

Интродукционными исследованиями показано, что предельная холодоустойчивость вида может быть больше, чем реализуемая им в природном ареале. Нашими исследованиями 636 видов древесных растений показано, что осредненно доля видов со скрытым в природном ареале резервом холодоустойчивости составляет около 60 %, существенно завися от ассоциированности видов с группами комплексов ареалогических районов. Для Восточноазиатской, Среднеазиатской и Бореальной групп комплексов ареалогических районов этот показатель составляет 50 %, а для Крымско-Кавказской – 80 %. Фактическая холодоустойчивость вида может превышать в природном ареале на 33 градуса.

Анализ долевого распределения видов различных групп комплексов ареалогических районов по интервалам предельной холодоустойчивости видов в природных ареалах позволил выявить режимы холодоустойчивости, соответствующие климатическим поясам Евразии, их подзонам. Режим холодоустойчивости древесных растений – интервал температур, характеризующий предельную холодоустойчивость видов, обеспечивающую их приспособление к условиям определенного географического пояса или его подразделения. Выявлено пять режимов холодоустойчивости: субполярный; холодный умеренный; умеренно-умеренный; теплый умеренный и субтропический. Субполярный, холодный умеренный и теплый умеренный режимы холодоустойчивости выявляются во всех исследованных нами группах комплексов ареалогических районов Евразии. Умеренно-умеренный режим выявлен только в Восточноазиатской группе, а субтропический – только в Крымско-Кавказской.

Проанализировано соотношение между реализуемым видом режимом холодоустойчивости в природном ареале и режимом его предельной холодоустойчивости, выявляемым интродукционными исследованиями. Виды тепло-умеренного и умеренно-умеренного режимов Восточноазиатской группы комплексов ареалогических районов реально характеризуются холодоустойчивостью, свойственным холодному умеренному режиму. Виды этой группы, отнесенные по природному ареалу к холодно-умеренным на 40 % выявляют способность к адаптации в условиях субполярного режима, 80 % тепло-умеренных по природному ареалу видов Среднеазиатской группы комплексов ареалогических районов и 70 % таких видов Бореальной группы характеризуются реальной холодоустойчивостью, свойственной холодному умеренному режиму. 15 % видов холодно-умеренного режима Среднеазиатской группы способны адаптироваться к субполярному режиму. У холодно-умеренных видов Бореальной группы такие потенциалы не обнаружены. В ряду групп комплексов ареалогических районов Восточноазиатская – Среднеазиатская – Бореальная скрытые в природных ареалах резервы холодоустойчивости снижаются. По наличию субтропического режима холодоустойчивости Крымско-Кавказская группа комплексов ареалогических районов представляется еще более «теплой», чем Бореальная. Однако ассоциированные с ней виды характеризуются куда более значительными скрытыми в природном

ареале резервами холодоустойчивости, чем Бореальные. Виды Крымско-Кавказской группы субтропического режима в соотношении 2/3 потенциально соответствуют холодному умеренному и теплому умеренному режимам холодоустойчивости. 75 % видов тепло-умеренных по природному ареалу способны адаптироваться к холодному умеренному режиму. 25 % видов с холодным умеренным режимом по природному ареалу соответствуют субполярному режиму.

Рассматривая режимы холодоустойчивости как «ступени» напряженности холодных стрессов, можно сказать, что абсолютная предельная холодоустойчивость вида может быть на «ступень» или даже на две «ступени» выше реализованной им в природном ареале. Градации режимов холодоустойчивости – градации климатических режимов мест обитаний растений субтропическо-субполярной Евразии. Мы считаем, что абсолютная предельная холодоустойчивость видов древесных растений таких территорий Евразии имеет только три градации, соответствующих географическим и климатическим поясам: субполярную, умеренную и субтропическую. Последняя из этих градаций не вскрыта нашими исследованиями. Это заданность их детализацией по территориям бывшего СССР.

Режимы холодоустойчивости древесных растений в природных ареалах, не являясь биологическими пределами, оказывают существенное влияние на процессы расселения и холодоустойчивость групп расселения растений. При реализации видами атипичной группы расселения холодоустойчивости в природном ареале только холодно-умеренного режима, все виды этой группы характеризуются одинаковой абсолютной предельной холодоустойчивостью. Если же такая атипичная группа расселения включает и виды субполярного режима по природному ареалу, то абсолютная холодоустойчивость видов такой группы оказывается разновеликой.

Сходное влияние на абсолютную предельную холодоустойчивость видов типичной группы расселения рода оказывает ассоциированность видов с группами комплексов ареалогических районов. Если виды типичной группы расселения не ассоциированы с Бореальной группой комплексов ареалогических районов, то для всех видов группы свойственен одинаковый уровень абсолютной предельной холодоустойчивости. Если же в типичную группу расселения рода входят виды, природные ареалы которых ассоциированы с Бореальной группой ареалогических комплексов, то абсолютная предельная холодоустойчивость видов группы не одинакова.

Изложенные положения по соотношению расселения и холодоустойчивости видов составляют специальный раздел в разработанной нами концепции расселения древесных растений субтропическо-субполярной Евразии. Положениями этой концепции также являются представления об ареалогическом районе (глава 3), о комплексе ареалогических районов и группах таких комплексов (глава 4), о центрах видового разнообразия и расселении видов из этих центров (глава 4), о соотношении центров видового образования и флористических областей (глава 5), а также картографические методические подходы к оценке предельной холодоустойчивости вида в природном и интродукционном ареалах (глава 7).

Предлагаемая нами концепция расселения древесных растений основана на фактическом материале по родам с широким видовым разнообразием. Она учитывает закономерности расселения только таких родов. Что касается монотипных и малых по видовому содержанию родов – то это особая проблема, не решаемая данной концепцией и нашей книгой.

Глава 9. Системно-ареалогический подход к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений

Концепция расселения древесных растений в субтропическо-субполярной Евразии взята нами за теоретическую, методическую и фактологическую основы системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений. Теоретическими положениями системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений являются:

– Зависимость холодоустойчивости вида от процессов расселения, в которых он участвует. Процессы расселения вида имеют три основные характеристики: 1) группа комплексов ареалогических районов, с которой ассоциирован природный ареал вида, по которой можно судить о том связан ли вид в своем генезисе и (или) в расселении с тем или иным центром видового разнообразия; 2) группа (группы) расселения растений рода к которой (к которым) относится вид – характеристика того, направлен ли процесс расселения, в котором участвует вид, на освоение «холодных» или «жарких» территорий (типичное и атипичное расселение); 3) число ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида – характеристика «продвинутости» вида в процессе, реализуемом группой расселения видов рода.

– Абсолютная предельная холодоустойчивость вида зачастую (50-80 %) не реализована им в природном ареале. Не реализованные в природном ареале резервы холодоустойчивости вида выявляются интродукционные исследования, оценкой предельной холодоустойчивости вида в его интродукционном ареале. Кроме того, абсолютная предельная холодоустойчивость вида может прогнозироваться по характеру процессов расселения вида.

Методическими положениями системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений являются:

– Интродукционное прогнозирование холодоустойчивости растений по методу климатических аналогий на уровне положительных прогнозов (глава 6).

– Картографические методы оценки холодоустойчивости растений в природном и интродукционном ареалах (глава 7).

– Анализ расселения видов рода, их холодоустойчивости (глава 8) и прогнозирование скрытых в природном ареале вида резервов холодоустойчивости по характеру процессов расселения видов.

Необходимой и достаточной фактологической основой для реализации интродукционного прогнозирования холодоустойчивости древесных растений системно-ареалогическим методом являются таблицы классификации видов рода по группам расселения, приведенный по калине (таблица 8.4) и клену (таблица 8.7) в главе 8, а еще по 28 родам – в Приложении Е. В этих таблицах, кроме принадлежности вида группе расселения, ассоциированности природного ареала вида с группой комплексов ареалогических районов, предельной холодоустойчивости вида в природном и интродукционном ареалах, приведены категории интродукционной перспективности вида по холодоустойчивости для Алматы, для Баканаса и Жезказгана, для Астаны и Риддера. Три категории интродукционной перспективности вида для пункта интродукции (А,

Б и В) отражают иерархичность предлагаемого подхода. Системы характеризуются иерархией уровней организации. При нашем подходе иерархией характеризуются интродукционные прогнозы, основывающиеся на объединяемых подходем различных методических приемах, отражающих вместе с тем системные зависимости холодоустойчивости вида от процессов его расселения.

Категория А интродукционной перспективности вида для пункта интродукции – соответствие вида пункту интродукции по характеристикам природного ареала. Предельная холодоустойчивость вида в природном ареале не менее напряженности холодных стрессов, в пункте интродукции для которого осуществляется прогноз. Метод прогнозирования – метод климатических аналогов.

Категория Б интродукционной перспективности вида для пункта интродукции – соответствие вида пункту интродукции по характеристикам интродукционного ареала вида при отсутствии такого соответствия с природным ареалом вида. Предельная холодоустойчивость вида в интродукционном ареале не менее напряженности холодных стрессов в пункте интродукции для которого осуществляется прогноз. Метод прогнозирования – метод климатических аналогий.

Категория В интродукционной перспективности вида для пункта интродукции – соответствие абсолютной предельной холодоустойчивости вида напряженности холодных стрессов в пункте интродукции, для которого осуществляется прогноз, при отсутствии такого соответствия и с природным, и с интродукционным ареалами вида. Абсолютная предельная холодоустойчивость вида не менее напряженности холодных стрессов в пункте интродукции. Метод прогнозирования – прогнозирование абсолютной предельной холодоустойчивости вида на основании анализа его участия в процессах расселения рода.

Прогнозирование абсолютной предельной холодоустойчивости вида основывается на 12 положениях концепции расселения древесных растений субтропическо-субполярной Евразии:

1) При реализации видами атипичной группы расселения холодоустойчивости в природном ареале холодно-умеренного режима (не ниже -50 градусов) все виды этой группы характеризуются одинаковой абсолютной холодоустойчивостью. Если же такая атипичная группа расселения включает и виды субполярного режима (-56 градусов и ниже), то абсолютная холодоустойчивость видов такой группы разновелика.

2) Если виды типичной группы расселения не ассоциированы с Бореальной группой комплексов ареалогических районов, то для всех видов группы свойственен одинаковый уровень абсолютной предельной холодоустойчивости. Если же в типичную группу расселения рода входят виды, природные ареалы которых ассоциированы с Бореальной группой, то абсолютная предельная холодоустойчивость видов группы не одинакова.

3) Все тепло-умеренные (-21 : -25 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные с Восточноазиатской группой комплексов ареалогических районов, имеют холодно-умеренную (-36 : -50 градусов) абсолютную предельную холодоустойчивость.

4) Умеренно-умеренные (-21 : -35 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные с Восточноазиатской группой комплексов ареалогических районов, на 95 % характеризуются холодно-умеренной (-36 : -50 градусов) предельной холодоустойчивости, а на 5 % – субполярной (ниже -51 градус).

5) Холодно-умеренные (-36 : -50 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные с Восточноазиатской группой комплексов ареалогических районов, на 60 % при интродукционных испытаниях подтверждают свой режим холодоустойчивости, а на 40 % переходят в субполярный режим (-56 градусов и ниже).

6) Тепло-умеренные (-11 : -30 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные со Среднеазиатской группой комплексов ареалогических районов, по абсолютной предельной холодоустойчивости на 18 % подтверждают природный режим, а на 82 % соответствуют холодному умеренному режиму (-31 : -50 градусов).

7) Холодно-умеренные (-31 : -50 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные со Среднеазиатской группой комплексов ареалогических районов, по абсолютной предельной холодоустойчивости на 85 % соответствуют природному режиму, а на 15 % – субполярному (-56 градусов и ниже).

8) Тепло-умеренные (-16 : -30 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные с Бореальной группой комплексов ареалогических районов, на 30 % соответствует природному режиму, а на 70 % - холодному умеренному (-31 : -50 градусов).

9) Холодно-умеренные (-31 : -50 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные с Бореальной группой комплексов ареалогических районов, по абсолютной предельной холодоустойчивости все соответствуют природному режиму.

10) Субтропические (-1 : -10 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные с Крымско-Кавказской группой комплексов ареалогических районов, на 57 % соответствует теплу умеренному (-11 : -30 градусов), а на 43 % – холодному умеренному (-31 : -50 градусов) режимам.

11) Тепло-умеренные (-11 : -30 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные с Крымско-Кавказской группой комплексов ареалогических районов, по абсолютной предельной холодоустойчивости на 25 % соответствует природному режиму, а на 75 % – холодному умеренному режиму (-31 : -50 градусов).

12) Холодно-умеренные (-31 : -50 градусов) по природному ареалу виды, ассоциированные с Крымско-Кавказской группой комплексов ареалогических районов, по абсолютной предельной холодоустойчивости на 75 % соответствуют природному режиму, а на 25 % – субполярному (-56 градусов и ниже).

Согласно 1-му и 2-му положениям, если вид входит в группу расселения рода, в которой выполняется соотношение $LT_{min} = const$, предельная холодоустойчивость вида, вне зависимости от известных предельных его характеристик в природном и интродукционном ареалах равняется LT_{min} группы расселения. По методу климатических аналогов устанавливается соотношение этой LT_{min} предельной напряженности холодových стрессов в том или ином пункте интродукции, для которого осуществляется прогноз.

Согласно положениям 3 и 4, если вид ассоциирован с Восточноазиатской группой комплексов ареалогических районов и характеризуется в природном и интродукционном ареалах холодоустойчивостью не более -35 градусов Цельсия, фактическая характеристика его холодоустойчивости не менее -36 градусов Цельсия. Для этого температурного предела может осуществляться прогнозирование по методу климатических аналогий, как это описано для положений 1 и 2. Кроме того, имеется вероятность, что фактическая холодоустойчивость обсуждаемых видов может достигать -50 градусов Цельсия. Если интродуктор имеет специальную установку на необходимость попробовать такие виды при температурах -37 : -50 градусов Цельсия, то вполне сле-

дует сделать ставку на такую вероятность. И еще один вариант. Если напряженность холодовых стрессов в пункте интродукции, для которого осуществляется прогноз, не более, чем на 5 градусов превышает -36 градусов Цельсия, то вероятность достаточности холодоустойчивости вида высока, а потому этот вид следует включать в перспективные для пункта интродукции по категории В.

Согласно положению 5, холодно-умеренные по природному ареалу Восточноазиатские виды (N_{Tmin} от -36 до -50 градусов Цельсия) на 40 % соответствуют субполярному режиму холодоустойчивости. Поэтому такие виды следует включать в категорию интродукционной перспективности В для субполярных интродукционных стационаров.

По положению 6, 82 % тепло-умеренных по природному ареалу (-11 : -30 градусов Цельсия) видов древесных растений Среднеазиатской группы ареалогических комплексов имеют холодно-умеренную (-31 : -50 градусов Цельсия) предельную холодоустойчивость. Поэтому все такие виды можно рассматривать как характеризующиеся предельной холодоустойчивостью не менее -31 градус Цельсия. При наличии дополнительных целевых установок на интродукционные испытания этих видов они могут включаться в категорию интродукционной перспективности В для пунктов интродукции с напряженностью холодовых стрессов до -50 градусов Цельсия.

Согласно положения 7, холодно-умеренные по природному ареалу (-31 : -50 градусов) виды, ассоциированные со Среднеазиатской группой комплексов ареалогических районов на 15 % соответствуют субполярному режиму. Это должно быть взято на заметку теми, кто ведет интродукционные исследования в условиях субполярного климата. Для таких растений вероятность выжить в субполярных условиях пусть небольшая, но имеется.

По положению 8, 70 % тепло-умеренных по природному ареалу древесных видов (-16 : -30 градусов Цельсия), ассоциированных с Бореальной группой комплексов ареалогических комплексов имеют холодно-умеренную предельную холодоустойчивость (-31 : -50 градусов Цельсия). Использование такого соотношения в прогнозировании абсолютной холодоустойчивости видов должно быть таким же, как описано по положениям 3, 4 и 6.

Согласно положению 9, холодно-умеренные по природному ареалу виды древесных растений ассоциированные с Бореальной группой комплексов ареалогических районов малоперспективны для интродукционных испытаний в субполярных интродукционных стационарах.

По положению 10, субтропические по природному ареалу (-1 : -10 градусов Цельсия) виды, ассоциированные с Крымско-Кавказской группой комплексов ареалогических районов, на 57 % по своей абсолютной холодоустойчивости соответствуют тепло-умеренному режиму (-11 : -30 градусов Цельсия), а на 43 % - холодно-умеренному (-31 : -51 градус Цельсия). Поэтому все эти виды имеют категорию интродукционной перспективности В для пунктов интродукции с тепло-умеренным режимом. Такой же уровень интродукционной перспективности и в пунктах интродукции с холодно-умеренным уровнем холодовых стрессов при наличии дополнительных целевых установок.

Тепло-умеренные по природному ареалу (-11 : -30 градусов Цельсия) виды древесных растений Крымско-Кавказской группы комплексов ареалогических районов, согласно положению 11, на 75 % соответствуют по своей абсолютной холодоустойчивости холодному умеренному режиму (-31 : -50 градусов Цельсия). Интродукцион-

ные рекомендации по этим видам такие же, как по положению 8, а также по положениям 3, 4 и 6.

Холодно-умеренные по природному ареалу (-31 : -50 градусов Цельсия) виды древесных растений Крымско-Кавказской группы комплексов ареалогических районов (положение 12) на 25 % соответствуют субполярному режиму, а потому категория их интродукционной перспективности В при составлении перспективных списков растений для субполярных интродукционных стационаров.

Приведенные и откомментированные с «интродукционных позиций» 12 положений концепции расселения древесных растений субтропическо-субполярной Евразии являются методической основой положительных интродукционных прогнозов холодоустойчивости при условии, что метод климатических аналогий и по характеристикам природного ареала, и по характеристикам интродукционных ареалов приводит к отрицательному интродукционному прогнозу.

Предлагаемый нами подход к прогнозированию холодоустойчивости древесных растений системный, подлежащий алгоритмированию. Его алгоритм следующий:

1) Вид соответствует по предельной холодоустойчивости в природном ареале пункту интродукции по которому ведется прогноз – категория интродукционной перспективности вида А. Анализ завершен.

2) Вид не соответствует по своей предельной холодоустойчивости в природном ареале пункту интродукции по которому ведется прогноз. Напряженность холодовых стрессов в пункте интродукции больше свойственной виду в природном ареале – переход на 3 или 4.

3) Вид соответствует по предельной холодоустойчивости в интродукционном ареале пункту интродукции по которому ведется прогноз - категория интродукционной перспективности вида Б. Анализ завершен.

4) Вид не соответствует по предельной холодоустойчивости в интродукционном ареале пункту интродукции по которому ведется прогноз. Напряженность холодовых стрессов в пункте интродукции больше свойственной виду в интродукционном ареале – переход на 5 или 6.

5) Абсолютная холодоустойчивость вида прогнозируется достаточной для пункта интродукции по которому ведется прогноз – категория интродукционной перспективности вида В. Анализ завершен.

6) Абсолютная холодоустойчивость вида прогнозируется не достаточной для пункта интродукции по которому ведется прогноз – вид по холодоустойчивости не перспективен для данного пункта интродукции. Анализ завершен.

В соответствии с этим алгоритмом нами осуществлен анализ категорий интродукционной перспективности по холодоустойчивости 636 видов 30 родов, процессы расселения и холодоустойчивость которых обсуждались в главе 8, для пяти пунктов интродукции в Казахстане – Алматы, Баканас, Жезказган, Астана, Риддер (таблицы 8.4; 8.7; приложение Е). Для ведения такого анализа по климатическим сводкам необходимо установить средний многолетний годовой минимум температуры воздуха в пункте интродукции по которому ведется прогнозирование. В Алматы этот показатель составляет -25 градусов, в Баканасе и Жезказгане -36 градусов, в Астане и Риддере -38 градусов [Научно-прикладной..., 1989]. Эти характеристики напряженности холодовых стрессов являются эталонами сравнения для характеристик холодоустойчивости вида в природном и интродукционном ареалах, его абсолютной холодоустойчивости.

Первичное обобщение на уровне числа видов различных категорий интродукционной перспективности для Алматы, Баканаса, Жезказгана, Астаны и Риддера с дифференциацией по группам комплексов ареалогических районов, с которыми ассоциированы виды, приведено в таблице 9.1. Из таблицы следует, что на основе системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений с различными категориями интродукционной перспективности для Алматы рекомендуется 633 вида, для Баканаса и Жезказгана – 543, для Астаны и Риддера – 470 видов. Всего исследовалось 636 видов. Доля видов, рекомендованных для пункта интродукции со средним многолетним минимумом температуры воздуха -25 градусов составляет 99,5 %, для пункта интродукции со средним многолетним годовым минимумом температуры воздуха -36 градусов – 85,4 %, а для пункта интродукции со средним многолетним годовым минимумом температуры воздуха -38 градусов – 73,9 %. С увеличением напряженности холодовых стрессов в пункте интродукции доля рекомендуемых для интродукции видов снижается. Это закономерно. Однако, «темпы» такого снижения долевых характеристик видов в различных диапазонах интенсивности холодовых стрессов оказываются контрастно различными. В диапазоне -25 : -36 градусов Цельсия доля видов, перспективных, для интродукции, снижается на 14,1 % со средним «темпом» снижения 1,3% на один градус. В диапазоне -36 : -38 градуса доля видов, перспективных для интродукции снижается на 11,5 % со средним «темпом» снижения 5,7 % на один градус. «Темп» снижения во втором случае более чем в 4 раза интенсивнее, чем в первом. Холодовые стрессы -25 и -36 градусов относятся к двум различным режимам холодоустойчивости древесных растений в природном ареале, а холодовые стрессы -36 и -38 градусов – к одному такому режиму (глава 8). Поэтому различные темпы снижения долей перспективных для интродукции видов не могут быть объяснены с позиций режимов холодоустойчивости в природном ареале. Возможно имеет место нелинейная взаимосвязь стрессов в пункте интродукции с долей «подходящих» для этого пункта интродукции видов, при которой с усилением напряженности стрессов происходит резкое снижение долевого представительства «подходящих» видов.

В таблице 9.2 приведена долевая оценка рекомендованных в пункты интродукции видов, ассоциированных с различными группами комплексов ареалогических районов. В Алматы со средней напряженностью холодовых стрессов -25 градусов преобладают виды категории интродукционной перспективности А – соответствующие по предельной холодоустойчивости в природном ареале. По Восточноазатской группе комплексов ареалогических районов таких видов 90 %, по Бореальной – 54 %, по Среднеазиатской – 51%. Если осуществить ранжирование категорий интродукционной перспективности видов $RA = 1$; $RB = 2$; $RB = 3$, где R – ранги категорий интродукционной перспективности, то доля перспективных видов Восточноазиатской группы комплексов ареалогических районов для Алматы описывается уравнением

$$Q_r = 9 \times 10^{(2-R)},$$

где Q_r – доля видов данной группы комплексов ареалогических районов от общего числа исследуемых таких видов (%). По видам Бореальной группы комплексов ареалогических районов доли растений различных групп интродукционной перспективности для Алматы описывает иное, но родственное уравнение

$$Q_r = 50 \times 2^{(2-R)}.$$

Таблица 9.1. Обобщенное по всем исследованным родам число видов различных категорий интродукционной перспективности для Алматы, Баканаса, Жезказгана, Астаны и Риддера с дифференциацией по группам комплексов ареалогических районов с которыми ассоциированы рекомендуемые виды

Группы комплексов ареалогии ческих районов	Пункты интродукции								
	Алматы			Баканас, Жезказган			Астана, Риддер		
	Категории интродукционной перспективности			Категории интродукционной перспективности			Категории интродукционной перспективности		
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
Кавказская (С)	40	91	109	28	91	52	18	33	81
Восточноазиатская (Е)	115	13	2	90	36	6	78	13	33
Среднеазиатская (М)	112	48	47	83	52	55	42	33	88
Бореальная (В)	32	17	7	21	18	11	18	7	16
Всего видов	299	169	165	222	197	124	156	96	218
Всего видов по пунктам интродукции	633			543			470		
Доля от числа исследованных видов, %	99,5			85,4			73,9		

Для видов Среднеазиатской группы ареалогических районов такая математическая строгость зависимости отсутствует, а вот для перспективности в Алматы видов Крымско-Кавказской группы комплексов ареалогических районов зависимость принципиально иная:

$$Q_r = 16 R.$$

Среди видов, ассоциированных с Восточноазиатской группой комплексов ареалогических районов, в Алматы имеет место обратно пропорциональная степенная зависимость от рангов категорий интродукционной перспективности. Максимальная доля видов рекомендуется по холодоустойчивости видов в природном ареале, а минимальная – по гипотетическому соответствию условиям пункта интродукции, по оценке абсолютной холодоустойчивости. Принципиально такая же, только измененная количественно, зависимость от рангов категорий интродукционной перспективности в Алматы и у видов, ассоциированных с Бореальной группой комплексов ареалогических районов. А для видов Крымско-Кавказской группы комплексов зависимость противоположная – чем выше ранг категории интродукционной перспективности, тем больше доли видов, соответствующих такой категории. Иными словами, минимальная доля видов, перспективных соответствующему пункту интродукции по устойчивости в природном ареале, а максимальная – гипотетически перспективных видов. Если большинство перспективных для Алматы видов Восточноазиатской, Бореальной и Среднеазиатской групп комплексов ареалогических районов устанавливаются традиционным методом климатических аналогий, то по Крымско-Кавказской группе комплексов ареалогических районов максимальная доля видов рекомендуется прогнозированием абсолютной предельной холодоустойчивостью видов. Такие виды не были бы рекомендованы традиционными климатическими аналогиями.

При повышении напряженности холодовых стрессов в пункте интродукции до -36 градусов (Баканас, Жезказган) соотношения между долями рекомендуемых видов по группам комплексов ареалогических районов сходные с Алматы, но отсутствуют математические точности таких соотношений. И для такого пункта интродукции наиболее широко рекомендуются виды Восточноазиатской, Бореальной, Среднеазиатской групп комплексов ареалогических районов, соответствующих новому месту обитания своей предельной холодоустойчивостью в природном ареале. И для такого пункта интродукции больше видов, ассоциированных с Крымско-Кавказской группой комплексов ареалогических районов рекомендуется по абсолютной холодоустойчивости, а не по предельной холодоустойчивости в природном ареале.

С повышением напряженности холодовых стрессов в пункте интродукции до -38 градусов (Астана, Риддер) только по видам, ассоциированным с Восточноазиатской группой комплексов ареалогических районов сохраняется приоритет предельной холодоустойчивости видов в природном ареале. Среди видов, ассоциированных своими природными ареалами с Бореальной группой комплексов ареалогических районов, выравниваются доли видов, рекомендуемых по предельной холодоустойчивости, в природном ареале и по абсолютной холодоустойчивости. По видам Среднеазиатской и Крымско-Кавказской групп комплексов ареалогических районов максимальна доля видов, отобранных по абсолютной холодоустойчивости. Для видов, ассоциированных природным ареалом с Крымско-Кавказской группой комплексов ареалогических районов выявляется строгая зависимость долевого участия рекомендованных видов с категориями интродукционной перспективности:

$$Q = 7 \times 2^{(R-1)}.$$

Доля рекомендованных видов тем больше, чем больше способ прогнозирования отклоняется от свойств вида в природном ареале.

Таблица 9.2. Долевая оценка (% от числа исследованных видов категорий интродукционной перспективности древесных растений, природные ареалы которых ассоциированы с различными центрами видовой разнообразия) группы комплексов ареалогических районов

Группы комплексов ареалогических районов	Пункты интродукции											
	Алматы				Баканас, Жезказган				Астана, Риддер			
	Категории интродукционной перспективности			Всего	Категории интродукционной перспективности			Всего	Категории интродукционной перспективности			Всего
	А	Б	В		А	Б	В		А	Б	В	
Восточно азиатская	90	9	1	100	68	27	5	100	60	10	25	95
Средне азиатская	51	22	27	100	40	25	27	92	20	16	43	79
Бореальная	54	29	12	95	36	30	19	85	30	12	27	69
Крымско-Кавказская	17	38	45	100	12	38	22	72	7	14	34	55

Проведенное обсуждение долевого участия видов различных групп комплексов ареалогических районов в рекомендациях к интродукции в Алматы, Баканасе, Жезказгане, Астане и Риддере, осуществленных с помощью системно-ареалогического

подхода, показывает, что различные напряженности холодовых стрессов в пунктах интродукции, ассоциированность видов с различными группами комплексов ареалогических районов определяют специфичность прогнозов по пунктам интродукции. Из всех групп комплексов ареалогических районов Крымско-Кавказская является самой специфичной в том плане, что привлечение большого числа видов этой группы осуществляется путем прогнозирования абсолютной холодоустойчивости видов, а не по аналогиям с природными и интродукционными ареалами. Для рассмотренных пунктов интродукции 83-85 % рекомендованных видов Крымско-Кавказской группы выявлены по скрытым в природном ареале резервам холодоустойчивости. По другим группам комплексов ареалогических районов доля прогнозируемых по скрытым в природных ареалах резервам холодоустойчивости видов ниже (35-56 %) и увеличивается с усилением холодовых стрессов в пункте интродукции (35 % – Алматы, 56 % – Астана). С увеличением интенсивности холодовых стрессов в пункте интродукции возрастает роль прогнозов по абсолютной, гипотетической холодоустойчивости видов. По Восточноазиатской, Бореальной и Среднеазиатской группам комплексов ареалогических районов средняя доля видов интродукционной категории В в Алматы составляет 13,5 %, в Баканасе и Жезказгане – 19,0 %, в Астане и Риддере – 40,0 %.

Если бы мы осуществляли прогнозирование только на основе климатических аналогий пункта интродукции с предельной холодоустойчивостью вида в природном ареале для Алматы было бы рекомендовано только 33 %, для Баканаса, Жезказгана – 41 %, для Астаны и Риддера – 33 % видов от числа рекомендованных при использовании системно-ареалогического подхода к прогнозированию холодоустойчивости. Осредняя эти характеристики можно сказать, что предлагаемый нами подход в 3 раза расширяет перспективные списки древесных растений для пунктов интродукции. Такое расширение числа рекомендуемых к интродукции видов осуществляется с сохранением высокой надежности положительных прогнозов по методу климатических аналогий как по природному, так и по интродукционному ареалам вида. Вместо низконадежных отрицательных прогнозов по методу климатических аналогий осуществляется прогнозирование скрытых в природных ареалах вида резервов холодоустойчивости по характеру процессов расселения видов.

Предлагаемый нами системно-ареалогический подход к интродукционному прогнозированию выявляет соответствия вида пункту интродукции по напряженности там холодовых стрессов. Будет правильно сказать, что это прогноз достаточности холодоустойчивости вида в пункте интродукции, для которого осуществляется прогнозирование. Категории интродукционной перспективности видов по этому методу прогнозирования – это категории соответствия холодоустойчивости вида условиям пункта интродукции, а потому – категории не абсолютной, а предварительной интродукционной перспективности. Не редко достаточность холодоустойчивости вида условиям нового пункта интродукции является единственным и существенным основанием для успеха интродукции. но так бывает не всегда. Например, все анализировавшиеся нами виды рододендрона по своей холодоустойчивости соответствуют условиям Алматы, Баканаса, Жезказгана, Астаны и Риддера (Приложение Е, таблица Е-42), но это вовсе не означает, что эти растения будут успешно интродуцированы во всех этих географических пунктах. Как показывает опыт интродукции рододендронов в Алматы, кроме требовательности к кислым почвам, эти растения не переносят сухость воздуха даже

при условии обильного полива. По этим причинам успешная интродукция рододендронов в Алматы, а тем более в Баканас и Жезказган более чем проблематична.

Установив перспективность вида для пункта интродукции по холодоустойчивости, следует по литературным данным проанализировать его экологическую пластичность по другим экологическим факторам, и только после этого, если дополнительных препятствий не обнаружено, говорить об общей перспективности вида для пункта интродукции. Скажем прямо, и такие заключения не будут абсолютными. Абсолютные заключения дает лишь практика интродукции. Тем не менее анализ интродукционной перспективности видов древесных растений по холодоустойчивости является традиционно и оправданно первичным. Он позволяет выбрать из множества растений те, интродукция которых потенциально возможна, пусть со многими оговорками, в данном интродукционном стационаре.

Обобщенный и классифицированный нами материал по холодоустойчивости 636 видов 30 родов древесных растений (Таблицы 8.4 и 8.7, Приложение Е) являются фактологической основой системно-ареалогического прогнозирования холодоустойчивости этих растений для любого географического пункта субтропическо-субполярной Евразии. Для его осуществления будут необходимы и достаточны описанные нами методические приемы и алгоритм проведения анализа. Что потребует дополнительно, так это установление по гидрометеорологическим сводкам среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха в географическом пункте, для которого будет разрабатываться интродукционный прогноз. Используя этот параметр для сопоставления с предельными характеристиками холодоустойчивости вида в его природном и интродукционном ареалах, с его абсолютной предельной холодоустойчивостью, устанавливается категория интродукционной перспективности вида по холодоустойчивости для данного пункта интродукции.

Надо подчеркнуть, что системно-ареалогическое прогнозирование холодоустойчивости древесных растений фактически ведется не на тот или иной географический пункт, а на градации среднего годового минимума температуры воздуха. Осуществив интродукционное прогнозирование для Алматы, мы вместе с тем, осуществили такое прогнозирование для всех географических пунктов Евразии со средним многолетним годовым минимумом температуры воздуха, равным -25 градусов. Осуществив прогнозирование холодоустойчивости видов в Баканасе и Жезказгане, мы разработали такой прогноз для всех географических пунктов Евразии со средним многолетним годовым минимумом температуры воздуха, равным -36 градусов, и, в частности, для Москвы, которая характеризуется такой напряженностью абсолютных холодовых стрессов. Разработка системно-ареалогического прогноза холодоустойчивости определенной совокупности видов древесных растений для географического пункта с «новой» характеристикой среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха будет обеспечивать формирование интродукционных прогнозов для всех географических пунктов Евразии с такой же характеристикой холодовых стрессов. Можно ожидать, что по мере развития использования системно-ареалогического прогнозирования холодоустойчивости древесных растений появятся сводки, в которых будут приведены прогнозы категорий интродукционной перспективности видов той или иной систематической группы (групп) на все или определенные спектры характеристик среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха, свойственные территориям субтропическо-субполярной Евразии.

Системно-ареалогический подход к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений Евразии может и должен использоваться не только по проработанным нами, но и по другим родам растений. Однако в этом есть заданные ограничения. Как отмечалось нами в главе 8, разработанная нами концепция расселения древесных растений основана на фактическом материале по родам с широким видовым разнообразием и описывает процессы расселения видов таких родов. Расселение монотипных и малых по видовому разнообразию родов лежит вне сферы этой теоретической разработки. Системно - ареалогический подход к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений основывается на этой концепции расселения растений. Поэтому монотипные и малые по видовому разнообразию рода растений не подлежат интродукционному прогнозированию по этому подходу.

Понятие «малый по видовому разнообразию род» в рамках концепции расселения и системно – ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию не имеет однозначной количественной определенности. Наши исследования показывают, что расселение видов рода можно отслеживать, если число его видов в субтропическо – субполярной Евразии достигает семи. Однако, главным в этом случае является не число видов рода само по себе, а их распределение по группам расселения рода. Если удастся однозначно распределить виды по группам расселения (глава 8), то системно – ареалогическое интродукционное прогнозирование холодоустойчивости осуществимо для видов рода, возможно и при числе видов в Евразии менее семи. Если же у рода не удастся осуществить четкую классификацию видов, по группам расселения, то такой род должен быть исключен из сферы действия системно – ареалогического подхода даже при превышающем семь числе исследуемых видов.

Поставив задачу оценить с помощью системно- ареалогического подхода категории интродукционной перспективности по холодоустойчивости видов рода, не исследованного нами, необходимо:

- 1) Оценить распространимость на этот род по его разнообразию и расселению в Евразии системно - ареалогического подхода;
- 2) Разработать таблицу классификации видов рода по группам расселения;
- 3) Осуществить прогнозирование категорий интродукционной перспективности видов рода по заданным пунктам интродукции – уровням среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха.

Что бы оценить распространяемость на род системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости нужно сделать следующее:

– Установить число видов рода в субтропическо – субполярной Евразии и наличие картографических материалов по расселению здесь видов рода. Для этого необходимо обратиться к сводкам С. Я. Соколова и его коллег [Сколов и др., 1977; 1980; 1986].

– Если число видов рода с картами природного ареала 5 и более необходимо как описано в главе 7 на основании уже упомянутой сводки [Сколов и др., 1977; 1980; 1986] и Агроклиматического атласа мира [1972] установить предельный уровень среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха в природном ареале ($N T_{min}$) каждого из анализируемых видов рода. Для таких видов по текстовым описаниям сводки [Сколов и др., 1977; 1980; 1986] с учетом предложенной нами классификации ареалогических районов Евразии (глава 3) необходимо установить ареалогические

районы, охваченные природным ареалом вида и число ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n).

– Определив параметры NT_{min} и n видов рода, необходимо осуществить предварительную классификацию видов рода по группам расселения и ее проверку методами корреляционного и регрессивного анализа (глава 8). Если объективная классификация видов рода по группам расселения не удастся, то системно-ареалогическое интродукционное прогнозирование холодоустойчивости не может быть использовано для видов этого рода. Если же удалось классифицировать виды по группам расселения рода, то системно-ареалогический подход применим, и следует переходить к разработке таблицы классификации видов рода по группам расселения.

Разработка таблицы классификации видов рода по группам расселения показана и обсуждена в главе 8. Алгоритм установления категорий интродукционной перспективности вида по холодоустойчивости подробно обсуждался в этой главе.

Если не удалось классифицировать виды рода по группам расселения, то реализация системно-ареалогического интродукционного прогнозирования холодоустойчивости его видов невозможна. Однако, возможно «редуцированное», частичное использование такого прогнозирования. Речь идет о том, чтобы охарактеризовать виды по предельной холодоустойчивости в природном и, в интродукционном ареалах и на основе метода климатических аналогий с пунктом интродукции, по которому осуществляется прогноз, установить категории интродукционной перспективности А и Б. Такой «редуцированный» подход применим даже к монотипным родам. Треть работы по осуществлению редуцированного системно-ареалогического прогнозирования уже выполнена, если определены NT_{min} видов. Далее следует обратиться к книге Л. С. Плотниковой [1983] и определить обобщены ли данные об интродукции исследуемых видов рода картографически. Если такие картографические данные имеются [Плотникова, 1983], то используя их и данные о среднем многолетнем годовом минимуму температуры по Агроклиматическому атласу мира [1972] можно и следует установить ST_{min} видов (глава 7). Зная NT_{min} и ST_{min} вида, для него методом климатических аналогий с пунктом интродукции можно определить категории интродукционной перспективности по характеру природного и интродукционного ареалов. Что не позволяет «редуцированное системно-ареалогическое прогнозирование» - так это установление абсолютной предельной холодоустойчивости вида и возможности его интродукции за пределами лимитов, установленных природным ареалом и накопленным опытом интродукции.

Гипотетически системно-ареалогический подход к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений Евразии реализуем и в Северной, и Южной Америке на субтропическо-субполярных территориях. Формально прогнозирование категорий интродукционной перспективности вида для того или иного пункта Северной Америке не будет ни чем отличаться от такого прогнозирования для географических пунктов Евразии. Однако степень надежности прогнозирования холодоустойчивости евроазиатских растений на других континентах может оказаться ниже из-за континентальной специфичности климатических режимов. Так ли это на самом деле должна проверить практика прогнозирования и интродукции древесных растений.

Системно-ареалогический подход к интродукционному прогнозированию, также как и концепция расселения древесных растений на субтропическо-субполярных территориях разработанная для Евразии. В Северной и Южной Америке, где имеются

такие же территории, возможно реализовываются собственные механизмы расселения древесных растений. Насколько они соответствуют таковым, действующим в Евразии, покажут аналогичные проведенным нами исследования расселения древесных растений в Северной и Южной Америке. Проведенные нами исследования могут служить программным и методическим прототипом осуществления исследований расселения древесных растений в Северной и Южной Америке.

Предлагая широкое использование системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости растений, мы не собираемся умалчивать о «заговздаках», которые могут случаться при его применении.

Главным рабочим параметром системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений является средний многолетний годовой минимум температуры воздуха (NT_{min}). Этот параметр отражает наиболее вероятные, но не самые экстремальные холодовые стрессы, свойственные географическому пункту. Последние характеризуются абсолютным минимумом температуры воздуха (AT_{min}). Мы провели анализ [Научно-прикладной справочник, 1989] соотношения NT_{min} и AT_{min} на территориях Казахстана (Приложение F). Обобщения этого анализа приведены в таблице 9.3. Корреляционный анализ данных этой таблицы показывает, что NT_{min} и AT_{min} взаимосвязаны между собой (коэффициент корреляции 0,981, достоверность корреляции 99 %) соотношением $AT_{min} = 0,85 NT_{min} - 13,9$. Статистически осредненно средний многолетний годовой минимум температуры воздуха функционально связан с абсолютным минимумом температуры воздуха, а потому «учитывает» и предельные холодовые стрессы.

Вместе с тем, из данных таблицы 9.3 следует, что в пределах одной ландшафтной подзоны, ее меридианального сектора отличия между NT_{min} и AT_{min} существенно варьируют. А это означает, что в различных географических пунктах, даже недалеко расположенных друг от друга, при близких NT_{min} , предельные холодовые стрессы существенно различаются по своей напряженности. Пример тому – Восточный меридианальный сектор подзоны засушливых и сухих степей. Здесь минимальная разность NT_{min} и AT_{min} составляет 6, а максимальная -18 градусов. Не столь широкоамплитудны, но обязательны подобные отличия практически во всех ландшафтных зональных подразделениях Казахстана и, думается, не только Казахстана. Если статистически осредненно NT_{min} и AT_{min} функционально однозначно связаны, то при рассмотрении отдельных географических пунктов такая взаимосвязь оказывается совсем не одинаковой. Одним и тем же уровням NT_{min} могут соответствовать существенно различные AT_{min} .

Проявление во времени абсолютных для географических пунктов минимумов и максимумов температуры воздуха определяется климатическими циклами, средняя продолжительность которых составляет 35 лет, но варьирует от 5 до 50 лет [ГЭС, 1988]. Несколько огрублено можно сказать, что от 25 до 50 лет одинаковости NT_{min} на год-два сменяется различиями AT_{min} . Так происходит во всех географических пунктах, вне зависимости от того, включаются ли они в природные или интродукционные ареалы видов.

Природный ареал вида экологически дифференцирован и саморегулируем процессами расселения растений. Если запредельный холодовой стресс вызывает подавление жизнедеятельности вида в одной или нескольких географических точках природного ареала, то нанесенные виду географические «ущербы» весьма вероятно будут

восстановлены процессами расселения. Предложено специальное понятие «метопуляция» в рамках которого решаются подобные проблемы. «Если ареал данного вида состоит из более или менее географически изолированных участков (пятен, patches), связанных между собой через процессы обмена генами, вымирания и повторного заселения, то говорят, что этот вид образует метопуляцию, или совокупность субпопуляции» [Ланде, Бэрроуклаф, 1989, стр. 138]. Временная утрата субпопуляцией жизнеспособности – явление распространенное и преодолимое. Метопуляция восстанавливает свою целостность.

Таблица 9.3. Варьирование отличий между абсолютным (ATmin) и средним многолетним годовым (NTmin) минимумами температуры воздуха ландшафтными подзонам Казахстана

Ландшафтные зоны и подзоны	Меридианальные сектора	Среднее NTmin, градусы	ATmin - NTmin, градусы		
			Минимальное	Среднее	Максимальное
Лесостепь:					
Колочная лесостепь	-	-38,5	-6,0	-7,5	-9,0
Лесостепь низкогорий	-	-38,3	-7,0	-8,0	-9,0
Засушливые и сухие степи	Западный	-34,5	-8,0	-9,3	-13,0
	Восточный	-38,0	-6,0	-8,3	-18,0
Опустыненные степи	Западный	-33,0	-6,0	-9,6	-15,0
	Восточный	-37,3	-5,0	-7,9	-10,0
Подзона северных пустынь	Западный	-31,7	-6,0	-8,5	-13,0
	Восточный	-32,5	-7,0	-8,0	-9,0
Подзона средних пустынь	Западный	-18,0	-9,0	-9,3	-10,0
	Центральный	-29,6	-9,0	-11,4	-17,0
	Восточный	-35,7	-7,0	-8,3	-10,0
Горно-предгорный районы	Зайсан-Алакульский	-36,7	-5,0	-8,8	-11,0
	Джунгаро-Тяньшанский	-26,2	-5,0	-10,0	-14,0
	Западно Тяньшанский	-23,2	-10,0	-12,4	-17,0

Интродукционный ареал вида не характеризуется саморегулируемостью. Как отмечалось в главе 6, в нем не работают естественные процессы расселения. Особо следует подчеркнуть, что интродукционные популяции растений по своему генетическому разнообразию намного «уже» природных популяций. Генетическая ограниченность интродукционной популяции определяет ее большую уязвимость стрессовыми воздействиями по сравнению с природной популяцией того же вида. Поэтому абсолютные минимумы температуры воздуха, реализующиеся в соответствии с климатическими циклами, могут приводить к потери интродукционными популяциями жизнеспособности с большей вероятностью, чем у метопуляций в природном ареале вида. Если не приняты меры к дополнительному сохранению генофонда интродукционной популяции (банки семян, криосохранение), то интродукционный процесс в отношении разрушенной абсолютной минимальной температурой интродукционной популяции придется начинать заново.

Разрушительность для интродукционных популяций древесных растений открытого грунта предельных холодовых стрессов в пункте интродукции будет тем выше, чем больше AT_{min} отличается от NT_{min} . В Астане и в Риддере, для которых нами оценивались интродукционная перспективность растений, средний многолетний годовой минимум температуры воздуха одинаков и равен -38 градусов. Абсолютный минимум температуры воздуха составляет для Риддера -47 градусов, а для Астаны -52 градуса. Очевидно, что воздействие абсолютного температурного минимума в большей степени негативно подействует на интродукционные популяции древесных растений в Астане, чем в Риддере.

Неоднозначность соотношения между NT_{min} и AT_{min} в различных географических пунктах будет обуславливать вариабельность надежности прогнозов холодоустойчивости древесных растений как при системно-ареалогическом прогнозировании, так и при прогнозировании по методу климатических аналогий. В пунктах интродукции, где амплитуда отличий между NT_{min} и AT_{min} больше, при анализе результатов долголетней интродукции (50 и более лет) надежность прогнозирования окажется ниже, чем в пунктах интродукции с минимальными отличиями между NT_{min} и AT_{min} . Как уже отмечалось, там где имеются риски распада интродукционных популяций с наступлением абсолютных минимумов температуры целесообразно комбинировать содержание живых коллекций растений с хранением их семян в специальных банках и / или с криохраниением культур тканей образцов, из которых могут быть восстановлены растения.

Заклучение

Биологические разнообразие Земли зависимо от геохронологических изменений климата. В эпохи оледенений происходит резкое сокращение разнообразия наземных организмов, а эпохи потепления климата характеризуются интенсивным образованием новых таксономических групп и единиц. За последние 450 тысяч лет на земле отмечалось 5 ледниковых эпох и 5 периодов потепления климата. За это время произошло 5 циклов не только изменений климата земли, но и ее биоразнообразия. Цикл изменения биоразнообразия – это цикл перерасселения организмов, включающий “убегание” от холодовых стрессов ледниковой эпохи на более теплые низкоширотные территории и возврат организмов на высокоширотные территории с отступлением ледников и потеплением климата.

Нами разработана концепция расселения древесных растений на субтропических, умеренных и субполярных территориях Евразии, которая позволяет: классифицировать процессы расселения с учетом цикличности изменений климата; классифицировать виды по процессам расселения, в которых они принимают участие: прогнозировать предельные уровни холодоустойчивости видов.

Исходным понятием предложенной нами концепции является “ареалогический район”. Под ареалогическим районом мы предлагаем понимать однозначно определяемую в географических границах территории суши с однозначной или заданной разнохарактерной спецификой флорогенеза и выраженной специфичностью процессов расселения растений. Под специфичностью процессов расселения подразумевается увеличенное или, наоборот, редуцированное представительство в ареалогическом районе древесных растений той или иной систематической группы или нескольких таких групп. Под однозначностью флорогенеза мы понимаем принадлежность территорий ареалогического района одной флористической области. Под заданно разнохарактерной специфичностью флорогенеза мы предлагаем понимать миксирование на ограниченной территории двух и более флорогенетических процессов, узкую сопряженность двух и более флористических областей. Там, где относительная узость географического пространства на стыке флористических областей предполагает исторические переплетения нескольких флористических процессов, целесообразнее на уровне ареалогического района объединять территории нескольких флористических областей, а не порождать множество «микрорайонов» с весьма неоднозначными географическими границами. Субтропическо – субполярные территории Евразии подразделяются нами на 13 ареалогических районов по особенностям расселения древесных растений. Для понимания процессов расселения евроазиатских древесных растений необходимо рассматривать не только Евроазиатские ареалогические районы, но и Северную Америку, и Северную Африку как самостоятельные ареалогические районы.

Особое место среди ареалогических районов Евразии занимают те из них, которые характеризуется наиболее высоким видовым разнообразием как всех исследованных систематических групп растений, так и отдельных таких групп. Это ареалогические районы Крым – Кавказ, Восточная Азия и Центральная Азия. Ареалогические районы Крым – Кавказ и Восточная Азия являются обособленными региональными центрами видового разнообразия. Центральная Азия вместе с ареалогическими рай-

онами Западный Китай и Туранский Казахстан составляют Среднеазиатский центр видового разнообразия.

Показано, что видовое разнообразие ареалогических районов, не являющихся центрами видового разнообразия, определяется расселением видов из ареалогических районов – центров видового разнообразия. Этот процесс описывается уравнением

$$N_i = N_c / 3^{R_i}$$

где N_i – число видов, заселивших ареалогический район i из центра видового разнообразия c ; N_c – число видов, свойственных центру видового разнообразия c ; R_i – ранг разобщенности ареалогического района i от центра видового разнообразия c . Чем больше территориально разобщены ареалогический район i и центр видового разнообразия c , тем меньше число видов из центра c заселяет ареалогический район i . При наличии в субтропическо – субполярной Евразии трех центров видового разнообразия древесных растений заселение видами прочих ареалогических районов осуществляется из всех этих центров. Центры видового разнообразия характеризуются различными степенями приоритетности относительно процессов расселения растений. Первоприоритетным является Крымско – Кавказский центр видового разнообразия. Все виды заселяющие территории этого центра признаются его «собственными», расселение видов этого центра видового разнообразия распространяется на все ареалогические районы Евразии, а также на ареалогические районы Северная Америка и Северная Африка. Вторым по приоритетности является Восточноазиатский центр видового разнообразия. Виды, заселяющие территории этого центра подразделяются на «собственные» и расселенные из Крымско – Кавказского центра (имеют ареалогический район Крым – Кавказ в своем природном ареале). Третьим по приоритетности в Евразии является Среднеазиатский центр видового разнообразия. Его видовой состав складывается из видов расселившихся из Крымско – Кавказского и Восточноазиатского центров видового разнообразия и собственных видов Среднеазиатского центра. Зная число видов в ареалогических районах – центрах видового разнообразия, соотношение степеней приоритетности этих центров, ранги разобщенности прочих ареалогических районов с центрами видового разнообразия на основании выше приведенного уравнения можно эффективно моделировать численность видов древесных растений почти во всех ареалогических районах Евразии.

10 % исследуемых видов древесных растений не связаны в своих природных ареалах с центрами видового разнообразия Евразии. Их природные ареалы имеют главным образом бореальный, северный характер. Такие виды предлагается рассматривать как исходно связанные с тем или иным центром видового разнообразия, но в процессе современного расселения утратившими связь с таким центром. Кроме двух ареалогических районов (Северо – Восточная Азия и Западная Европа) общая видовая численность растений эффективно учитывается предложенной моделью расселения из центров видового разнообразия. В двух специально отмеченных ареалогических районах фактическая численность видов существенно больше моделируемой. Это связывается со спецификой расселения «бореальных видов», утративших взаимосвязь своих природных ареалов с центрами видового разнообразия.

Рассяясь из центра видового разнообразия, виды охватывают все новые и новые территории, новые и новые ареалогические районы. Тем самым природный ареал вида приобретает комплексный характер – включает несколько ареалогических районов. Природные ареалы всех видов, расселившихся из одного центра видового раз-

нообразия составляют группу комплексов ареалогических районов. Кроме трех групп ареалогических комплексов, соответствующих трем региональным центрам видového разнообразия, предложена четвертая такая группа – Бореальная – в которую включены виды, природные ареалы которых утратили взаимосвязь с центрами видového разнообразия.

Природный ареал вида может охватывать от 1 до 12 ареалогических районов. Только у 45% исследованных нами видов древесных растений природный ареал ограничивается одним ареалогическим районом. У 55 % исследованных видов природные ареалы распространяются на территории двух и более ареалогических районов. Для такого вида природный ареал характеризуется комплексом ареалогических районов в которых произрастает вид.

В природных ареалах видов древесных растений реализуется лишь 1/25 из сочетаний ареалогических районов, возможных согласно комбинаторике, предполагающей случайность таких сочетаний. При «конструировании» реальных ареалогических комплексов действуют определенные «правила отбора». Первым является правило сопряженности географических границ ареалогических районов, составляющих комплекс, которое может быть сформулировано следующим образом: Все ареалогические районы, составляющие комплексный природный ареал вида, характеризуются территориальной непрерывностью и сопряженностью географических границ. Этому правилу подчинены природные ареалы 87,6 % исследованных нами видов растений с комплексными ареалами.

Традиционно принято различать сплошные и прерывистые (дизъюнктивные) природные ареалы видов. Сплошным признается такой ареал, на территории которого вид встречается во всех подходящих для него местах обитания. Очевидно, что представление о сплошном или прерывистом характере природного ареала вида зависимо от протяженности «разрывов» между местообитанием вида, от пространственного масштаба такого анализа. На уровне масштаба ареалогических районов прерывистость природных ареалов растений «исчезает». Каждый из ареалогических районов представляет собой широкую совокупность экологически различных мест обитания. Однохарактерные места обитания могут быть значительно территориально разобщены в пределах ареалогического района. Однако если в двух сопряженных ареалогических районах имеются экологические ниши, пригодные для вида, ареал этого вида становится сплошным. Расселение растений – крупномасштабный процесс как в плане времени, так и в плане расстояний.

Второе правило конструирования комплекса ареалогических районов, составляющих природный ареал вида – правило расселения видов из ареалогических районов – центров видového разнообразия. Правило расселения видов из ареалогических районов – центров видového разнообразия через ранжирование разобщенности ареалогических районов региона и центров видového разнообразия содержит в себе правило сопряженности географических границ ареалогических районов, составляющих комплекс, характеризующий природный ареал вида. Эти два правила являются основными и достаточными как для понимания процессов расселения растений, так и для понимания процессов формирования ареалогических комплексов районов, характеризующий природный ареал вида.

На субтропическо – субполярных территориях Евразии располагаются флористические области, принципиально различающиеся по своему характеру: центры

видового разнообразия (Восточноазиатская, Ирано – Туранская и предлагаемая нами Крымско – Кавказская) и акцепторы видового разнообразия (Циркумбореальная). Центры видового разнообразия связаны в своем современном расположении с субтропическими территориями, акцепторы – с субполярными.

Центры видового разнообразия являются «экологическими убежищами» для растений в эпохи оледенений. Из акцепторных областей в периоды оледенений древесные растения вынуждены «уходить», спасаясь от холодовых стрессов. В каждый геосторически момент времени флористические области – центры видового разнообразия характеризуются различной степенью приоритетности для процессов расселения растений в регионе. Это обусловлено экологической специфичностью как центров видового разнообразия, так и глобальной экологической ситуацией текущего момента геосторического времени. Если данный центр видового разнообразия наиболее экологически соответствует наличествующей глобальной экологической ситуации, то такой центр становится первоприоритетным для процессов расселения растений. Чем экологические условия центра больше уклоняются от преобладающих в данный момент в регионе, тем меньше степень приоритетности такого центра в «сегодняшних» процессах расселения растений. Крайний вариант «экологического несоответствия» центра видового разнообразия условиям современности – переход центра в латентное состояние, временное исключение его воздействия на расселение растений в регионе (Средиземноморская флористическая область). Динамичность степени приоритетности центров видового разнообразия для процессов расселения растений, обусловленная динамичностью экологических ситуаций – закон расселения растений, действие которого обеспечивает надежность сохранения растительности региона при непрерывных изменениях экологических условий.

Расселение видов рода древесных растений и их холодоустойчивость – явления взаимосвязанные, взаимно обуславливающие друг друга. Виды одного рода подразделяются на различные группы расселения, принципиальные отличия между которыми обуславливаются различными закономерностями взаимосвязи между широтой природного ареала и холодоустойчивостью видов. Наиболее распространенными, а потому главными для понимания соотношений между широтой ареала вида и его холодоустойчивостью, являются две группы расселения: типичная и атипичная.

Группа типичного расселения растений рода следует «Дарвиновскому пути расселения и формирования видового разнообразия родов». В ней вид рода с самой высокой холодоустойчивостью является и видом с самым широким природным ареалом. Такие виды в эпохи оледенения отсутствуют в «экологические убежище» – центры видового разнообразия. С развитием потепления эти виды вновь занимают субполярные позиции, оставаясь вместе с тем в высокогорьях субтропического и умеренного географических поясов. Это определяет максимальную широту природных ареалов обсуждаемых видов. Такие наиболее холодоустойчивые виды являются расселяющими род по освобожденным от оледенения территориям и видами- прародителями видового разнообразия рода, которое формируется главным образом в центрах видового разнообразия, в которых расселяющие виды укрывались от оледенения. У типичной группы расселения рода реализуется обратнопропорциональная зависимость между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида, и его холодоустойчивостью в природном ареале: чем шире природный ареал вида, тем больше его холодоустойчивость в природном ареале. Чем шире природный ареал

вида, чем дальше он распространился за пределы центра видового разнообразия, тем выше придельная холодоустойчивость вида в природном ареале. Типичные группы расселения древесных растений выявлены нашими исследованиями у 93,2% родов, к ним относятся почти 70% исследованных нами видов. Типичное, следующие «Дарвиновским путем» расселение – самое распространенное среды древесных растений субтропическо – субполярной Евразии.

Группа атипичного расселения видов рода – группа с взаимосвязью между шириной природного ареала вида и его придельной холодоустойчивостью в природном ареале обратной таковой, свойственной типичной группе расселения. Виды атипичной группы расселения с минимальной шириной природного ареала характеризуются максимальной предельной холодоустойчивостью в природных ареалах в сравнении с видами с более широкими ареалами. Виды атипичной группы с самыми широкими природными ареалами характеризуется минимальной для группы предельной холодоустойчивостью в природных ареалах. Можно предполагать, что исторически атипичная группа расселения является производной от типичной. Производные от расселяющегося вида типичной группы расселения эндемы центров видового разнообразия, входя в атипичную группу расселения, характеризуется максимальной холодоустойчивостью. Дальнейшее расселение видов атипичной группы связано с заселением не более холодных, а более теплых территорий, чем в экологических нишах в центрах видового разнообразия. При такой направленности процессов расселения виды с более широкими природными ареалами “снижают” свою предельную холодоустойчивость в природном ареале. Наши исследования показали, что атипичные группы расселения растений имеются у двух третьих родов. К атипичным группам расселения относятся 30% исследованных видов. Атипичный путь расселения, направленный на освоение теплых мест обитания объективен и достаточно широко распространен.

Ни один исследованный нами род не реализует только одну группу расселения растений. 56,6% исследованных нами родов реализуют типичную и атипичную группы расселения. У других родов реализованы “двойственность” однохарактерных групп расселения или комбинирование одной из основных групп расселения с узкораспространенными группами. 83,3% исследованных родов реализует разнокачественные группы расселения. Нами высказано предложение, что наличие у рода разнокачественных групп расселения – механизм эволюционной устойчивости и вида, способного расселяться различными “путями”, и рода в целом. Засчет такой разнокачественности групп расселения род оказывается подготовленным к глобальным экологическим изменениям различной направленности.

Один и тот же вид рода может относиться к нескольким группам расселения. Так 10% исследованных нами видов одновременно является “типичными” и “атипичными”. Такие “многоплановые” виды мы расцениваем как главный потенциал эволюционный адаптации рода.

Анализ долевого распределения видов различных групп комплексов ареалогических районов по интервалам предельной холодоустойчивости видов в природных ареалах позволил выявить режимы холодоустойчивости, соответствующие климатическим поясам Евразии, их подзонам. Выявлено пять режимов холодоустойчивости: субполярный, холодный умеренный, умеренно – умеренный, теплый умеренный и субтропический. Субполярный, холодный умеренный и теплый умеренный режимы холодоустойчивости выявляются во всех исследованных нами группах комплексов

ареалогических районов. Умеренно – умеренный режим выявлен только в Восточноазиатской группе, а субтропический – только в Крымско – Кавказской группе.

Обобщение данных интродукционных исследований древесных растений показывает, что предельная холодоустойчивость вида может быть больше, чем реализованная им в природном ареале. Осредненная доля видов со скрытым в природном ареале резервом холодоустойчивости составляет около 60%, существенно завися от ассоциированности видов с группами комплексов ареалогических районов. Для Восточноазиатской, Центральноазиатской и Бореальной групп комплексов ареалогических районов этот показатель составляет 50%, а для Крымско – Кавказской – 80%. Фактическая холодоустойчивость вида может превысить предельную в природном ареале на 33 градуса Цельсия.

Проанализировано соотношение между реализуемым видом режимом холодоустойчивости в природном ареале и его абсолютной холодоустойчивостью, выявляемой интродукционными исследованиями. Рассматривая режимы холодоустойчивости как “ступени” напряженности холодных стрессов, можно сказать, что абсолютная предельная холодоустойчивость вида может быть на “ступень” или даже на две “ступени” выше реализованной им в природном ареале. Градации режимов холодоустойчивости – градации климатических режимов мест обитания растений субтропическо – субполярной Евразии. Мы считаем, что абсолютная предельная холодоустойчивость видов древесных растений имеет только три градации, соответствующих географическим и климатическим поясам: субполярную, умеренную и субтропическую.

Режимы холодоустойчивости древесных растений в природных ареалах, не являясь биологическими пределами, оказывают существенное влияние на процессы расселения растений. При реализации видами атипичной группы расселения холодоустойчивости в природном ареале только холодно – умеренного режима, все виды этой группы характеризуются одинаковой абсолютной предельной холодоустойчивостью. Если же такая атипичная группа расселения включает и виды субполярного режима по природному ареалу, то абсолютная холодоустойчивость видов такой группы оказывается разновеликой.

Сходное влияние на абсолютную предельную холодоустойчивость видов типичной группы расселения рода оказывает ассоциированность видов с группами комплексов ареалогических районов. Если виды типичной группы расселения не ассоциированы с Бореальной группой комплексов ареалогических районов, то для всех видов группы свойственен одинаковый уровень абсолютной предельной холодоустойчивости. Если же в типичную группу расселения рода входят виды, природные ареалы которых ассоциированы с Бореальной группой ареалогических районов, то абсолютная предельная холодоустойчивость видов группы неодинакова.

Таковы основные положения концепция расселения древесных растений в субтропическо – субполярной Евразии. Эта концепция основана на фактическом материале по родам с широким видовым разнообразием. Она вскрывает закономерности расселения только таких родов. Что касается монотипных и малых по видовому содержанию родов – то это особая проблема, не решаемое данной концепцией..

Концепция расселения древесных растений субтропическо – субполярной Евразии взята нами за теоретическую, методическую и фактологическую основы системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений. Методическими положениями системно – ареалогического

подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений являются:

- интродукционное прогнозирование холодоустойчивости по методу климатических аналогий на уровне положительных прогнозов;
- картографические методы оценки холодоустойчивости растений в природном и интродукционном ареалах ;
- анализ расселения видов рода, их холодоустойчивости и прогнозирование скрытых в природном ареале вида резервов холодоустойчивости по характеру процессов расселения вида.

Системность системно – ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений обеспечивается иерархией уровней прогнозных решений и алгоритмизированием операций прогнозирования. Подход реализует три уровня интродукционного прогнозирования, соответствующих категориям интродукционной перспективности вида для пункта интродукции по которому осуществляется прогноз:

- категория А интродукционной перспективности вида для пункта интродукции - соответствие вида пункту интродукции по характеристикам природного ареала вида;
- категория Б интродукционной перспективности вида для пункта интродукции-соответствие вида пункту интродукции по характеристикам интродукционного ареала вида при отсутствие такого соответствия с природным ареалом вида;
- категория В интродукционной перспективности вида для пункта интродукции – соответствие абсолютной предельной холодоустойчивости вида напряженности холодových стрессов в пункте интродукции, для которого осуществляется прогноз, при отсутствии такого соответствия и с природным, и интродукционным ареалами вида.

Прогнозирование абсолютной предельной холодоустойчивости вида осуществляется путем анализа его участия в процессах расселения рода и основывается на 12 положениях концепции расселения древесных растений всубтропическо – субполярной Евразии, раскрывающих соотношения между процессами расселения и холодоустойчивостью растений.

Алгоритм операций прогнозирования следующий:

1) Вид соответствует по своей предельной холодоустойчивости в природном ареале пункту интродукции по которому ведется прогноз- категория интродукционной перспективности вида А. Анализ завершен.

2) Вид не соответствует по своей предельной холодоустойчивости в природном ареале пункту интродукции по которому ведется прогноз. Напряженность холодových стрессов в пункте интродукции больше свойственно виду в природном ареале – переход на 3 или 4.

3) Вид соответствует по предельной холодоустойчивости в интродукционном ареале пункту интродукции по которому ведется прогноз – категория интродукционной перспективности вида Б. Анализ завершен.

4) Вид не соответствует по предельной холодоустойчивости в интродукционном ареале пункту интродукции по которому ведется прогноз. Напряженность холодových стрессов в пункте интродукции больше свойственной виду в интродукционном ареале – переход на 5 или 6.

5) Абсолютная холодоустойчивость вида прогнозируется достаточной для пункта интродукции по которому ведется прогноз – категория интродукционной перспективности вида В. Анализ завершен.

6) Абсолютная холодоустойчивость вида прогнозируется недостаточной для пункта интродукции по которому ведется прогноз – вид по холодоустойчивости не перспективен для данного пункта интродукции. Анализ завершен.

В соответствии с этим алгоритмом осуществлен анализ категории интродукционной перспективности по холодоустойчивости 636 видов 30 родов древесных растений для пяти пунктов интродукции в Казахстане (Алматы, Баканас, Жезказган, Астана, Риддер). Для ведения такого анализа по климатическим сводкам необходимо установить средней многолетний годовой минимум температуры воздуха в пункте интродукции по которому ведется прогнозирование. В Алматы этот показатель составляет -25 градусов, в Баканасе и Жезказгане -36 градусов, в Астане и Риддере -38 градусов. Эти характеристики напряженности холодových стрессов являются эталонами сравнения для характеристик холодоустойчивости вида в природном и интродукционном ареалах, его абсолютной холодоустойчивости.

Если бы прогнозирование холодоустойчивости осуществлялось бы только на основе климатических аналогий пункта интродукции с предельной напряженность холодových стрессов в природном ареале вида для Алматы было бы рекомендовано только 33% для Баканаса, Жезказгана – 41%, для Астаны и Риддера – 33% видов от числа рекомендованных с использованием системно-ареалогического подхода. Можно сказать, что предположенный нами подход примерно в 3 раза расширяет исходные перспективные списки древесных растений для пунктов интродукции, дополняя надежные положительные прогнозы по методу климатических аналогии с природным ареалом, такими же прогнозами по интродукционному ареалу и прогнозами абсолютной холодоустойчивости вида.

Категории интродукционной перспективности видов, устанавливаемые с помощью системно – ареалогического прогнозирования – это категории соответствия холодоустойчивости видов условиям пункта интродукции, а потому - категории не абсолютной, а предварительной интродукционной перспективности. Не редко соответствие холодоустойчивости вида условиям нового пункта интродукции является единственным и достаточным основанием для успеха интродукции, но так бывает не всегда. Поэтому, установив перспективность вида для пункта интродукции по холодоустойчивости, следует по литературным данным проанализировать его экологическую пластичность по другим экологическим факторам, и только после этого, если дополнительных препятствий не обнаружено, говорить об общей перспективности вида для данного пункта интродукции. Анализ интродукционной перспективности видов древесных растений по холодоустойчивости является традиционным и оправдано первичным. Он позволяет выбрать из множества растений те, интродукция которых потенциально возможна, пусть со многими оговорками, в данном интродукционном стационаре.

Обобщенный и классифицированный нами материал по холодоустойчивости 636 видов 30 родов древесных растений является фактологической основой системно – ареалогического прогнозирования холодоустойчивости этих растений для любого географического пункта субтропическо – субполярной Евразии. Для его осуществления будут необходимы и достаточны описанные нами методические приемы и алгоритм

проведения анализа. Что потребует дополнительно, это установление по гидрометеорологическим сводкам среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха в географическом пункте, для которого будет разрабатываться интродукционный прогноз. Надо подчеркнуть, что системно-ареалогическое прогнозирование холодоустойчивости древесных растений фактически ведется не на тот или иной географический пункт, а на градации среднего многолетнего годового минимума температуры воздуха. Осуществив интродукционное прогнозирование для Алматы, мы, вместе с тем, осуществили такое прогнозирование для всех географических пунктов Евразии со средним многолетним годовым минимум температуры воздуха равным -25 градусов.

Если интродуктор будет заинтересован в прогнозировании холодоустойчивости не анализировавшихся нами родов древесных растений, он сможет сделать это на основе описанных нами теоретических и методических положений при условии, что число видов этого рода в Евразии достаточно для классификации процессов расселения растений. Системно-ареалогический подход к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости растений также как и концепция расселения древесных растений разработаны нами для Евразии. В Северной и Южной Америке, где имеются такие же территории, возможно реализованы собственные механизмы расселения растений. Насколько они соответствует таковым, действующим в Евразии, могут показать лишь аналогичным нашим исследования американской древесной растительности.

Литература

- Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана – Алматы, 1999. – 187 с.
- Аврорин Н.А. Переселение растений на полярный Север: Эколого – географический анализ – М. – Л., 1956. – 286 с.
- Аврорин Н.А. Диалектическое единство организма и среды и интродукция растений – В кн.; Переселение растений на Полярной Север, Часть 2 – Л., 1967, с 270-276.
- Аврорин Н.А. Эколого – статистические методы в интродукции (по опыту Полярно – альпийского ботанического сада) – В сб.: Успехи интродукции растений. – М., 1973, с. 102-113.
- Агроклиматический атлас мира. – М.-Л., 1972.
- Александров В.Я. Клетки, макромолекулы и температура – Л., 1975. с. 330.
- Альтергот В.Ф. Приспособление растений к повышенной температуре среды – В кн.: Тез. докл. совещания «Физиология приспособления и устойчивость растений к неблагоприятным условиям» - Новосибирск, 1966. с. 17-25.
- Альтергот В.Ф. Исследования физиологии устойчивости и интродукция растений в Западной Сибири - В кн.: Успехи интродукции растений – М., 1973. с. 243-256.
- Альтергот В.Ф. Механизмы повреждения и адаптации растений к повышенным температурам. – Тез. докл. XII Международного ботанического конгресса, Т.2 – Л., 1975. с. 478.
- Альтергот В.Ф. Принципы физиологических исследований в проблеме растениеводства Сибири – В кн.: Физиология устойчивости растений в континентальном климате. – Новосибирск, 1976. с. 4- 14.
- Альтергот В.Ф. Действие повышенной температуры на растения в эксперименте и в природе- Тимирязевские чтения, вып. 40, - М., 1981. 63 с.
- Анохин П.К. Опережающие отражения действительности - В кн.: Философские аспекты теории функциональных систем – М., 1978. с. 7-26.
- Анци Д. Сельскохозяйственная экология – М.; Л., 1932. 344 с.
- Базилевская Н.А. Теории и методы интродукции растений – М., 1964. 129 с.
- Байтулин И. О., Проскуряков М. А., Чекалин С. В. Системно-экологический подход к интродукции растений в Казахстане. Часть 1. – Алма-Ата, 1992. -198 с.
- Бербанк Л., Хилл В. Жатва жизни. – М. – Л., 1939. – 238 с.
- Быков Б.А. Геоботанический словарь – Алма – Ата, 1973. 114 с.
- (БЭС) Биологический энциклопедический словарь – М., 1986. 831 с.
- Вавилов Н.И. Ботанико – географические основы селекции (учение об исходном материале в селекции). В кн.: Географические основы селекции, Т.1 – Л., 1935. с. 17-74.
- Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений – В кн.: Происхождение и география культурных растений – М., 1987. с. 33—126.
- Вегенер А. Происхождение материков и океанов – В кн.: Современные проблемы естествознания – М., 1925. с. 25-55.
- Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения – М., 1965. 254 с.
- Ветовская Т.Н. Научные основы подбора древесных растений для интродукции в Сибири. – В сб.: Тезисы докладов Всесоюзной конференции по теоретическим основам интродукции растений – М., 1983. с. 39.
- Вульф Е.В. Введение в историческую географию растений – М.- Л., 1933. 355 с.
- Генкель П. А. Физиология жаро – и засухоустойчивости растений – М., 1982. 280с.
- Годнев Т.Н., Ротфарб Р.М. К вопросу о фотосинтезе и образовании хлорофилла при отрицательных температурах – ДАН СССР. Т. 134 №4. 1960. с. 963 – 964.
- Головкин Б. Н. Культурный ареал растений. – М., 1988. -184 с.
- (ГЭС) Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины – М., 1988. 432 с.
- Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь. – Санкт-Петербург, 1991. -544с.
- Дарвин Ч. Очерк 1844 года. В кн.: Собрание сочинений. Т. 3. – М.-Л., 1939. с.113-239.

- Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений – М., 1981. 120 с.
- Зайцев Г.Н. Оптимум и норма в интродукции растений – М., 1983. 268 с.
- Заленский О.В. Фотосинтез растений в естественных условиях – В кн.: Вопросы ботаники – М. - Л., 1954. с. 61-73.
- Ильинский А.П. Расселения растений (основная понятия и термины) – Природа, №5, 1945. с. 45-55.
- Имбри Дж. Имбри К.П. Тайны ледниковых эпох. Полтора века в поисках разгадки – М. 1988. 263 с. (На английском языке: Imbrie j., Imbrie K.P. Ice Ages. Solving the mystery – Hillside, 1979)
- Ископаемые цветковые растения СССР. Т.1-Л., 1974. 190 с.
- Каталог растений. Деревья, кустарники, многолетники, рекомендованные Союзом Польских Питомников. – Варшава, 2005. 163 с.
- Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. – М., 1974. 275 с.
- Кефели В.И. Чайлахян М.Х. Новые тенденции в учении о регуляторах роста растений – Успехи современной биологии, т. 80, 1975. с. 116- 120
- Киренчев А.Н. Опуния в открытом грунте – В сб.: Биологические закономерности изменчивости и физиология приспособления интродуцированных растений – Черновцы, 1977. с. 60.
- Конвенция о биологическом разнообразии – The Interim secretariat for the CBD – Geneva. 1992. 37 p.
- Кормилицин А.М. Генетические родство флор как основа подбора древесных растений для интродукции и селекции – Труды Гос. Никит. Бот.сада. Т 40, 1969. с. 145-164.
- Красавцев О.А. Физиология закаливания растений отрицательными температурами – Автореф. Дис. Д-ра биол. наук. – М., 1974. 48 с.
- Кузьмин З.Б., Зайцев Г.Н., Сорокин С.В. Методические указания по учету коллекционных растений ботанических садов СССР с помощью ЭВМ – в сб.: Методики интродукционных исследований в Казахстане. – Алма – Ата, 1987. с. 11-35.
- Культясов М.В. Эколого – исторический метод в интродукции растений – Бюл. Глав. бот. сада СССР, Вып. 15, 1953. с. 24-39.
- Ланде Р., Бэрроулаф Д.Ф. Эффективная численность популяции, генетическая изменчивость и их использование для управления популяциями, - В кн.: Жизнеспособность популяций. Природоохранные аспекты – М., 1989. с. 117- 157.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. - М.: Высшая школа, 1990. - 352 с
- Лапин П.И., Сиднева С.В. Определение перспективности растений для интродукции по данным фенологии – Бюл. ГБС АН СССР, Вып. 69, 1968. с. 14-21.
- Левонтин Р.К. Адаптация – В кн.: Эволюция – М. 1981. с. 242-264
- Лесная энциклопедия. Т.1 – М., 1985. -563 с.
- Логинов М.А., Насыров Ю.С. Эколого – физиологический анализ фотосинтеза высотнозамещающих видов *Astragalus* западного Памира – Алая. – Ботанический журнал, т. 55, №8, 1970. с. 1171-1176
- Малеев В.П. Теоретические основы акклиматизации – Л., 1933. 168 с.
- Механизмы радиоустойчивости растений – Киев, 1976. – 167 с.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Выпуск 18. Книга 2. – Л., 1989. -440 с.
- Новицкая Ю.Е., Царегородцева С.О., Чикина Л.Ф., Габукова В.В. Механизмы адаптации хвойных растений к экстремальным условиям среды. – В кн.: Вопросы адаптации растений к экстремальным условиям Севера – Петрозаводск, 1925. с. 113-145
- Океанология: геофизика океана. Т.2, Геодинамика – М., 1979. -416 с.
- Петровская – Баранова Т.П. Физиология адаптации и интродукция растений. – М., 1983. – 152 с.
- Плотникова Л. С. Ареалы интродукционных древесных растений флоры СССР. – М., 1983. -256 с.
- Полевой В.В. Физиология растений- М., 1989. -464 с.
- Проскуряков М.А. Комплексирование ботанических садов Средней Азии и Казахстана для решения задач интерполяционного про-

- гноза результатов интродукции растений – В сб.: Материалы Всесоюзной сессии Совета ботанических садов Средней Азии Ленинобаде. – Ленинобад, 1989. с. 98-101
- Проскуряков М.А. Интерполяционный подход к решению задач прогноза в интродукции растений – Вестник с-х. наука Казахстана, №3, 1985. с. 73-76
- Проскуряков М.А., Чекалин С.В., Кабанов С.П. Применение интерполяционный подхода в интродукции растений – *Folia dendrologia*. Вып. 14, 1987. с. 123-128
- Проскуряков М.А. Прогноз биологического разнообразия растений при интродукции. – В сб.: Роль ботанических садов в современном урбанизированном мире: Доклады IV Международного конгресса европейско – средиземноморского отдела ассоциации ботанических садов – Тбилиси 1991. с. 144
- Сергеева К.А. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений – М., 1971. -251 с.
- Селянинов Г.Т. Классификация климатов на основании сельскохозяйственного производства – Бюл. ВИР, №9, 1961. с. 10-16
- Силаева А.М. Структура хлоропластов и факторы среды – Киев, 1978. -257 с.
- Смирнова О.В. Поведение видов и функциональная организация травянистого покрова широколиственных лесов европейской части СССР – Бюл. – МОИП. Отд. биол. т. 85, Вып.5, 1980. с. 53-67
- Соболевская К.А. Эколого – исторические спектры флоры Алтая и их значение для интродукции. – В сб.: Успехи интродукции растений – М., 1978, с. 43-65
- Соколов С.Я., Связева О.А., Кубли В.А. Ареалы деревьев и кустарников СССР. Том 1. – Л., 1977. – 164 с.; Том 2. – Л., 1980. – 144с.; Том 3. – Л., 1986. – 182 с.
- Строганов Б.П. Метаболизм растений в условиях засоления. Тимирязевские чтения. Вып. 33 – М., 1973. -51 с.
- (СХЭС) Сельскохозяйственный энциклопедический словарь. – М., 1989. – 656 с.
- (СЭС) Советский энциклопедический словарь. – М., 1979. – 1600 с.
- Тахтаджян А.А. Система и филогения цветковых растений – М. – Л., 1966. – 611 с.
- Тахтаджян А.А. Флористические области земли. – Л., 1978. -248 с.
- Тахтаджян А.А. Распространение семян и плодов – В кн.: Жизнь растений. Т.5. Цветковые растений. Часть 1. – М., 1980. с. 96- 103.
- Тахтаджян А. А. Система магнолиофитов. – Л., 1987. -439 с.
- Толмачев А.И. Введение в географию растений – Л., 1974. -254 с.
- Трунова Т.И. Физиология закалывания озимых злаков к морозу низкими положительными температурами – Автореф. дис. д-ра биол. наук – М., 1979. – 48 с.
- Туманов И.И. Основные достижения советской науки в изучении морозостойкости растений – XI Тимирязевские чтения – М., 1951. -65 с.
- Туманов И.И. Физиология закалывания и морозоустойчивости растений. – М., 1979. -352 с.
- Тюрина М.М. Морозоустойчивость растений в состоянии вегетации и покоя – Автореф. Дис. д-ра. Биол. наук – Л., 1975. -48 с.
- Удовенко Г. В. Физиологические механизмы адаптации растений к различным экстремальным условиям. – Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства. Т. 64, № 3, 1979. с. 5-22.
- Удовенко Г. В. Механизмы адаптации растений к стрессам.- Физиология и биохимия культурных растений. Т. 11, № 3 2, 1979. с. 99-107.
- Уильямс В., Уильямс Х. Физическая химия для биологов – М., 1976. -600 с.
- Ушаков С.А., Ясманов Н.А. Дрейф материков и климаты Земли. – М., 1984. -206 с.
- Шилин П.В. Позанемеловые флоры Казахстана: Систематический состав, история развития, стратиграфическое значение – Алма-Ата, 1986. – 200 с.
- Хитрова Е.В. К характеристике уровней зимней жизнедеятельности у представителей подсемейства Prunoideae в Западной Сибири. – Автореф. дис. д-ра. биол. наук. – М., 1983. -318 с.
- Холодостойкость растений. М., 1983. -318 с.
- Adhemar J.A. Revolution de la mer. – Paris, 1842. – 153 p.

- Bjorkman O., Peoccy B.W., Harrison A.T., Mooney H. Photosynthetic adaptation to high temperatures: a field study in Death Valley, California – *Science*, vol. 175 № 4023, 1972. P. 786-789
- Bunt J. Measurement of photosynthesis and respiration in marine diatom with mass spectrometer and with Carbon – 14. – *Nature*, vol. 207, № 5004, 1965. P. 1373-1375
- Croll J. Climate and time – N.Y., 1975. – 254 p.
- Cronquist A. An integrated system of classification of flowering plants – New York, 1981. – 527 p.
- Enren L. Nurseries since – Berlin. 2004. – 1024 p.
- De Candolle A. *Jeographie botanique raisonnee*. – P.; Jeneva, 1855. – 1365 p.
- Diels L. Formation and Florenelemente im nordwestlichen Kapland – *Engl. Bot. Jb.*, N 44. 1909. S. 91-124
- Dietz R.S., Holdeh I.C. The break – up of Pangea – In: *Continents drift, readings from scientific American*. – San – Francisco, 1972. p. 47-58
- Dirr M.A. *Dirr's Hardy Trees and Shrubs* – Portland, 2002. – 493 p.
- Grime J.P. Interpretation of small – scale patterns in distribution of plant species in space and time – *Biotheology*, Vol. 15 № 2, 1978. P. 101-121.
- Good R.D.O. A theory of plant geography – *New Phytol*, vol. 30, №3, 1931. p. 149-171.
- Heis H.H. History of the ocean basins. – In.: *Petrologic studies (Buddington Memorial Volum)* – Gepl. Soc. Amer. – N.Y., 1962. P.599-620
- Koppen W., Wedener A., *Die Klimote der Jeologischen Vorzeit* – Berlin, 1924. – 305 s.
- Mauseth J. D. *Botany. An introduction to plant biology*. – Boston – Toronto – London – Singapore, 2003. – 848 p.
- Mayr H. *Die Waldungen von Nord America*. – Munchen, 1890. – 448 s.
- Mayr H. *Walbau dut naturgeschichtlicher Grundlage* – Berlin. 1909. – 568 s.
- Milanlcovitch M. *Theorie mathematique des fenomenes thermiques produits per la radiation solaire* – Paris, 1920. – 271 s.
- Milanlcovitch M. *Konon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem* – Royal Serb. Acad., Spec. Publ., T. 133. 1941. – 633 p.
- Morel P., Irving E. Tentative paleocontinental maps for the early phanerozoic and proterozoic – *J. Jed.*, vol 86, № 5, 1978. p. 535-561
- Pavari A. *Studio preliminare sulla coltura di specie forestale esotiche in Italie* – Firenze, 1916. – 221 p.
- Parker J. Philpott D.E. An election microscopic study of chloroplast condition in summer and winter in *Pinus strobes* – *Protoplasma*, Bd. 53, H. 4, 1961. s. 575-583
- Poor J.M., Brewster N.P. *The garden club of America – Oregon*, 1999. – 347 p.
- Rehder A. *Manual of cultivated trees and shrubs heardy in North America*. – N. Y., 1927.-996p.
- Rehder A. *Manual of cultivated trees and shrubs heardy in North America*. – N. Y., 1949.-930p.
- Senser M., Schotz F., Beck E. Seasonal changes in structure and function of spruce chloroplasts – *Planta*, vol. 126, № 1, 1975. p. 1-10
- Shulkina T. *Ornamental plants from Russia and adjacent states of the former Soviet Union – Sant- Peterburg*, 2004. – 320 p.
- Siminovitch D., Rheume B., Sachar R., Seasonal increase in protoplasm and metabolic capacity in tree cells during adaptation to freezing. – In: *Molecular mechanisms of temperature adaptation* – Wash., 1967. p. 3-40.
- Taylor J.S., Dumbroff E.B. Bud, root, and growth – regulator activity in *Acer saccharim* during the dormant season – *Canad. J. Bot.*, vol. 53, № 4, 1975. p. 321-331
- Tripp K., Combes A. *The Complete book of Shrubs. A step-by-step Guide to Planting, Cultivation and Design with shrubs* – New York – Monreal, 1998. – 224 p.
- Turril W.B. The evolution of floras with special reference to those of the Balkan peninsula – *J. Linn. Soc. London (Bot)* V. 56, № 365, 1958. p. 136-152
- Ungerson J., Scherdin J. *Urtersearchungen uber photosynthese and Atmung unter naturlichen Bedingungen Wahrend des Winterhalb jahres and Pinus sylvestris. L., Piceae excelea Link. And juniperus communis L.. – planta*, Bd 67. H. 2, 1965. s. 136-167.
- Wareng P.F., Sauders P.F. Hormones and dormancy. *Annu. Rev. Plant Phystol.*, vol 22, 1971. p. 261-364/

Содержание

Предисловие.....	5
Глава 1. Изменчивость климата и растительность.....	7
Глава 2. Ареалы и хоронионы растений.....	23
Глава 3. Расселение растений: ареалогические районы.....	47
Глава 4. Расселение растений: комплексы ареалогических районов и их группы.....	56
Глава 5. Центры видового разнообразия и флористические области.....	84
Глава 6. Природный и интродукционный ареалы растений.....	102
Глава 7. Устойчивость растений к низким температурам и методы ее оценки.....	114
Глава 8. Расселение и холодоустойчивость видов древесных растений.....	123
Глава 9. Системно-ареалогический подход к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений.....	154
Заключение.....	169
Литература.....	178

Чекалин Сергей Владимирович
Ситпаева Гульнара Токбергеновна
Масалова Велта Аркадьевна

botanyphyto@mail.ru

**РАССЕЛЕНИЕ
И
ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ
ДРЕВЕСНЫХ
РАСТЕНИЙ
ЕВРАЗИИ**

Том 1

С.В.Чекалин, Г.Т.Ситпаева, В.А.Масалова

**РАССЕЛЕНИЕ
И
ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ
ДРЕВЕСНЫХ
РАСТЕНИЙ
ЕВРАЗИИ**

Том 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КОМИТЕТ НАУКИ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА БОТАНИКИ И ФИТОИНТРОДУКЦИИ

С.В.Чекалин, Г.Т.Ситпаева, В.А.Масалова

**РАССЕЛЕНИЕ И ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ЕВРАЗИИ
(субтропические, умеренные и субполярные территории)**

Том 2

Рекомендовано для опубликования
Ученым Советом РГП «Институт ботаники и
фитоинтродукции» КН МОН РК

Т.18(7)

АЛМАТЫ, 2012

УДК 58
ББК 28.5
Ч 37

Рецензенты :
доктор биологических наук М.А. Проскуряков;
доктор биологических наук Л.К.Мамонов

Ответственный редактор
академик НАН РК., доктор биологических наук
И.О.БАЙТУЛИН

Чекалин С.В.и др.

Расселение и холодоустойчивость древесных растений Евразии

(субтропические, умеренные и субполярные территории) /Чекалин С. В.,

Ситпаева Г. Т., Масалова В. А./ В двух томах .Том 2. –Алматы: Luxe Media Group, 2012

ISBN 978-601-80248-8-7

Т. 2: Приложения. – 132 с.

ISBN 978-601-80248-4-9

На основании исследования более 600 видов родов, включающих 7 и более видов с различной широтой природного ареала, предложена концепция расселения древесных растений на субтропических, умеренных и субполярных территориях Евразии. Показано, что расселение видов рода древесных растений и их холодоустойчивость – явления взаимосвязанные, взаимно обуславливающие друг друга. Концепция расселения древесных растений положена в основу системно-ареалогического подхода к интродукционному прогнозированию холодоустойчивости древесных растений.

Книга предназначена для ученых-ботаников различных специальностей (интродукция растений, флористика, фитогеография, экология растений) и для студентов-биологов высших учебных заведений.

УДК 58
ББК 28.5

ISBN 978-601-80248-4-9
ISBN 978-601-80248-8-7

© Чекалин С.В., Ситпаева Г.Т., Масалова В.А., 2012
© Институт ботаники и фитоинтродукции КН МОН РК, 2012

Приложение А.

**Ареалы видов по родам, холодоустойчивость видов
в природном и интродукционном ареалах.**

Таблица А-1. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода сосна в природных и интродукционных ареалах.

Обозначения: 2 – 11 – индексы ареалогических районов; T min – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T min	Пункты интродукции	T min	
Pinus sylvestris L.	2-5, 6, 8	-56	Норильск	-54	B68
Pinus sibirica Du Tour	2 – 6	-48	Благовещенск	-44	B68
Pinus pumila (Pall.) Regel	2, 4, 9	-60	Барнаул	-41	E42
Pinus koraiensis Siebold et Zucc.	9	-44	Барнаул	-41	9
Pinus funebris Kom.	9	-36	Барнаул	-41	9
Pinus pallasiana D. Don	8, 13, 14	-16	Барнаул	-41	C38
Pinus brutia Ten.	8, 13, 14	-8	Бишкек	-28	C38
Pinus mugo Turra	6, 8	-20	Барнаул	-41	B65
Pinus cembra L.	6, 8	-20	Москва	-36	B65

Таблица А-2. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода ель в природных и интродукционных ареалах.

Обозначения: 2 – 11 – индексы ареалогических районов T min – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T min	Пункты интродукции	T min	
1	2	3	4	5	6
Picea obovata Ledeb.	2-5, 6, 7	-56	Якутск	-56	B68
Picea ajanensis (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr.	2, 9	-48	Якутск Барнаул	-56	E42
Picea kozaiensis Nakai	9	-40	Барнаул	-41	9
Picea glehnii (Fr. Schmidt) Mast.	9	-24	Екатеринбург	-41	9
				-40	M52

1	2	3	4	5	6
<i>Picea schrenkiana</i> Fisch. et Mey.	10, 11, 12	-40	Москва	-36	C37
<i>Picea orientalis</i> (L.) Link.	13, 14	-20	Москва	-36	B65
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	6, 8	-40	Барнаул	-41	B65
<i>Picea fenica</i> (Regel) Kom.	6, 7	-40	-	-	

Таблица А-3. Условия формирования холодустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода пихта в природных и интродукционных ареалах.

Обозначения: 2 – 11 – индексы ареалогических районов; T min – средний многолетний годово́й минимум температуры воздуха, градусы Цельсия

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годово́й минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
			T min	Пункты интродукции	
<i>Abies sibirica</i> Ledeb.	2-5, 10, 11	-56	Братск	-48	M57
<i>Abies nephrolepis</i> (Trautv.) Maxim.	9	-44	Караганда	-32	9
<i>Abies sachalinensis</i> Fr. Schmidt	9	-32	Хабаровск	-36	9
<i>Abies holophylla</i> Maxim.	9	-32	Москва	-36	9
<i>Abies gracilis</i> Kom.	2	-28	Москва	-36	9
<i>Abies mayriana</i> (Miyabe et Kudo) Miyabe et Kudo	9	-24	Москва	-36	9
<i>Abies semenovii</i> B. Fedtsch.	12	-36	Москва	-36	12
<i>Abies nordmanniana</i> (Stev.) Spach	13, 14	-16	Томск	-44	C37
<i>Abies alba</i> Mill.	6, 8	-24	Москва	-36	B65

Таблица А-4. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода лиственница в природных и интродукционных ареалах.

Обозначения: 2-10 – индексы ареалогических районов; T min – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T min	Пункты интродукции	T min	
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	2-5, 10, 11	-56	Якутск	-56	M57
<i>Larix gmelinii</i> (Rupr.) Rupr.	2, 4, 9	-60	Барнаул	-41	E42
<i>Larix ochotensis</i> Kolesn.	2, 9	-26	-	-	E42
<i>Larix kurilensis</i> Mayr	2, 9	-32	Москва	-36	E42
<i>Larix olgensis</i> A. Henry	9	-32	Екатеринбург	-40	9
<i>Larix lubarskii</i> Suk.	9	-32	Москва	-36	9
<i>Larix amurensis</i> Kolesn.	9	-48	-	-	
<i>Larix sukaczewii</i> Dyl.	3, 6	-44	Барнаул	-41	B66
<i>Larix polonica</i> Racib.	6, 8	-24	Москва Караганда	-36 -32	B65

Таблица А-5. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода можжевельник в природных и интродукционных ареалах.

Обозначения: 1 – 11 – индексы ареалогических районов T min – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T min	Пункты интродукции	T min	
1	2	3	4	5	6
<i>Juniperus communis</i> L.	1, 2, 3, 6, 8	-56	Караганда	-32	B70
<i>Juniperus sibirica</i> Burgsd.	2-4,6,11,12	-56	Москва	-36	M57
<i>Juniperus pseudosabina</i> Fisch. et Mey.	3,4,10,11,12	-50	Барнаул	-41	M56

1	2	3	4	5	6
<i>Juniperus sabina</i> L.	3-6,10,11	-40	Благовещенск	-44	M56a
<i>Juniperus davurica</i> Pall.	2,4,9	-41	Барнаул	-41	E42
<i>Juniperus rigida</i> Siebold et Zucc.	9	-36	Москва	-36	9
<i>Juniperus conferta</i> Parl.	9	-32	Алматы	-24	9
<i>Juniperus sargentii</i> (F. Henry) Takeda ex Koidz.	9	-32	Москва	-36	9
<i>Juniperus semiglobosa</i> Regel	10,11,12	-36	Москва	-36	M52
<i>Juniperus turkestanica</i> Kom.	10,11,12	-36	Москва	-36	M52
<i>Juniperus seravschanica</i> Kom.	12	-36	Москва	-36	12
<i>Juniperus turcomanica</i> B. Fedtsch.	12	-20	Москва	-36	12
<i>Juniperus polycarpus</i> C. Koch	12,13,14	-24	Киев	-24	C27
<i>Juniperus oblonga</i> Bieb.	12,13,14	-24	Москва	-36	C27
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	8,12,13,14	-20	Киев	-24	C28
<i>Juniperus depressa</i> Stev.	8,12,13,14	-20	Санкт-Петербург	-28	C28
<i>Juniperus excelsa</i> Bieb.	8,12,13,14	-8	Караганда	-32	C28
<i>Juniperus foetidissima</i> Willd.	8,13,14	-16	Москва	-36	C38

Таблица А-6. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода хвойник в природных и интродукционных ареалах.

Обозначения: 4 – 12 – индексы ареалогических районов; T min – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T min	Пункты интродукции	T min	
1	2	3	4	5	6
<i>Ephedra sinica</i> Stapf	3, 4, 10	-60	-	-	M56
<i>Ephedra distachya</i> L.	3,5,6,8,13	-40	Самара	-32	C35
<i>Ephedra equisetina</i> Bunge	4,10-13	-36	Минск	-24	C25

1	2	3	4	5	6
<i>Ephedra glauca</i> Regel	4,10-12	-36	-	-	M53
<i>Ephedra przewalskii</i> Stapf	4,10-12	-26	-	-	M53
<i>Ephedra pseudodistachya</i> Pachom.	11, 12 10, 11, 12	-40 -36	- -	- -	M52 M52
<i>Ephedra lomatolepis</i> Schrenk	10, 11, 12	-36	Москва	-36	M52
<i>Ephedra intermedia</i> Schrenk ex C. A. Mey.	11, 12 12	-28 -36	Ашхабад Ашхабад	-16 -16	M52 12
<i>Ephedra strobilaceae</i> Bunge	12	-26	-	-	12
<i>Ephedra gerardiana</i> Wall. ex Stapf	12	-24	Ленинабад	-20	12
<i>Ephedra botschantzevii</i> Pachom.					12
<i>Ephedra kokanica</i> Regel					
<i>Ephedra vvedenskyi</i> Pachom.	12, 13	-12	-	-	C24
<i>Ephedra procera</i> Fisch. et Mey.	8,12-14	-20	Феодосия	-20	C28

Таблица А-7. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода ломонос в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 2 – 12 – индексы ареалогических районов T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T min	Пункты интродукции	T min	
1	2	3	4	5	6
<i>Clematis orientalis</i> L.	2, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 14	-44	Барнаул	-41	C31
<i>C. aethusifolia</i> Turcz.	2, 4, 9	-50	-	-	E42
<i>C. fusca</i> Turcz.	9	-44	-	-	9
<i>C. brevicaudata</i> DC.	9	-44	Белокуриха	-40	9
<i>C. serratifolia</i> Rehd.	9	-26	-	-	9
<i>C. tangutica</i> (Maxim.) Korsh.	4, 10, 12	-36	Омск	-42	M53
<i>C. songarica</i> Bunge	4, 10, 11, 12	-28	Омск	-42	M53

1	2	3	4	5	6
<i>C. glauca</i> Willd.	12	-44	Москва	-36	12
<i>C. hilariae</i> Kovalevsk.	12	-24	-	-	12
<i>C. viticella</i> L.	8, 12, 13, 14	-8	Барнаул	-41	С28
<i>C. vitalba</i> L.	6, 8, 13, 14, 15	-20	Барнаул	-41	С40

Таблица А-8. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода княжник (ломоноос) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 2 – 12 – индексы ареалогических районов; T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T_{min}	Пункты интродукции	T_{min}	
<i>Atragene sibirica</i> L.	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12	-56	Якутск	-56	М59
<i>A. ochotensis</i> Pall.	2, 4, 9	-56	Москва	-36	Е42
<i>A. macropetala</i> (Ledeb.) Ledeb.	2, 9	-48	Владивосток	-32	Е42
<i>A. alpina</i> L.	6, 8	-20	Москва	-36	В65

Таблица А-9. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода барбарис в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 2 – 12 – индексы ареалогических районов; T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T_{min}	Пункты интродукции	T_{min}	
1	2	3	4	5	6
<i>Berberis sibirica</i> Pall.	2,3,4,5,11	-50	Иркутск	-44	М57

1	2	3	4	5	6
<i>B. amurensis</i> Rupr.	9	-44	Иркутск	-44	9
<i>B. karkaralensis</i> Kornilova et Potapov	5	-36	Екатеринбург	-40	5
<i>B. heteropoda</i> Schrenk [<i>B. sphaerocarpa</i> Kar. et Kir.]	5,10,11,12	-32	Барнаул	-41	M54
<i>B. iliensis</i> M. Pop.	10,11	-36	Омск	-42	M52
<i>B. kaschgarica</i> Rupr.	10,12	-32	-	-	M52
<i>B. nummularia</i> Bunge	12	-24	Иркутск	-44	12
<i>B. oblonga</i> (Regel) C. K. Schneid.	11,12	-24	Иркутск	-44	M52
<i>B. integerrima</i> Bunge	10,12	-24	Барнаул	-41	M52
<i>B. heterobotrys</i> E. Wolf	12	-24	-	-	12
<i>B. orthobotrys</i> Bienert ex C. K. Schneid.	12	-16	-	-	12
<i>B. vulgaris</i> L.	6,8,12,13, 14	-36	Якутск	-56	C28
<i>B. orientalis</i> C. K. Schneid.	12,13,14 12,13,14	-24 -24	Москва Ереван	-36 -24	C27 C27
<i>B. iberica</i> Stev. et Fisch.					
<i>B. crataegina</i> DC.	12,14	-16	Минск	-24	M61

Таблица А-10. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода курчавка в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 2 – 14 – индексы ареалогических районов T_{min} – средний много-летний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T _{min}	Пункты интродукции	T _{min}	
1	2	3	4	5	6
<i>Atraphaxis frutescens</i> (L.) C. Koch	2-6,10,11	-50	Барнаул	-41	M56
<i>A. pungens</i> (Bieb.) Jaub. et Spach	2-5,10,11	-44	Барнаул	-41	M57
<i>A. compacta</i> Ledeb.	4,5,10-12	-36	-	-	M56
<i>A. virgata</i> (Regel) Krasn.	4,5,10-12	-36	-	-	M56
<i>A. laetevirens</i> (Ledeb.) Jaub. et Spach	5,10,11	-36	-	-	M54
<i>A. canescens</i> Bunge	5,11	-36	-	-	M54
<i>A. decipiens</i> Jaub. et Spach	5,11	-34	-	-	M54

1	2	3	4	5	6
<i>A. pyrifolia</i> Bunge	10,11,12	-36	Москва	-36	M52
<i>A. muschketowii</i> Krasn.	11	-36	Барнаул	-41	11
<i>A. teretifolia</i> (M. Pop.) Kom.	11	-34	-	-	11
<i>A. avenia</i> Botsch.	12	-24	-	-	12
<i>A. seravschanica</i> Pavl.	12	-24	-	-	12
<i>A. karataviensis</i> Lipsch. Et Pavl.	12	-24	-	-	12
<i>A. badghysi</i> Kult.	12	-16	Ашгабад	-16	12
<i>A. kopetdagensis</i> Kovalevsk.	12	-16	-	-	12
<i>A. replicata</i> Lam.	6,11-13	-36	Кривой Рог	-24	C26
<i>A. spinosa</i> L.	10-14	-36	Ереван	-24	C27
<i>A. angustifolia</i> Jaub. et Spach	13,14	-24	-	-	C37
<i>A. caucasica</i> (Hoffm.) Pavl.	13	-28	Ереван	-24	13

Таблица А-11. Условия формирования холодустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода жузгун в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 2 – 15 – индексы ареалогических районов; L T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T _{min}	Пункты интродукции	T _{min}	
1	2	3	4	5	6
<i>Calligonum litvinovii</i>	10,11,12	-36	-	-	M52
<i>Drob.</i>	11,12	-36	-	-	M52
<i>C.</i>	11,12	-36	Караганда	-32	M52
<i>acanthopterum</i> Borszcz.	11,12	-36	Балхаш	-36	M52
<i>C. aphyllum</i> (Pall.) Guerke	10,11,12	-32	Душанбе	-24	M52
<i>C. caput-medusae</i>	10,11	-32	Алматы	-24	M52
<i>Schrenk</i>	11,12	-32	Челкар	-32	M52
<i>C. junceum</i> (Fisch. Et Mey.) Litv.	11	-32	-	-	11
	12	-32	Алматы	-24	12
<i>C. rubicundum</i> Bunge	10,11,12	-28	Челкар	-32	M52
<i>C. murex</i> Bunge					
<i>C. crispum</i> Bunge	11,12	-28	-	-	M52
<i>C. eriopodum</i> Bunge	11,12	-24	Душанбе	-24	M52

1	2	3	4	5	6
<i>C. leucocladum</i> (Schrenk) Bunge	12	-24	-	-	12
<i>C. friste</i> Litv.	12	-20	Ашгабад	-16	12
<i>C. microcarpum</i> Borszcz.	10,12	-16	Душанбе	-24	M52
<i>C. santoanum</i> Korov.					
<i>C. setosum</i> (Litv.) Litv.					
<i>C. arborescens</i> Litv.					
<i>C. rubescens</i> Mattei					
<i>C. polygonoides</i> L.	13-15	-24	Челкар	-32	C39
<i>C. bakuense</i> Litv.	13	-8	-	-	13

Таблица А-12. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Ribes* в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов; T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T _{min}	Пункты интродукции	T _{min}	
1	2	3	4	5	6
<i>Ribes triste</i> Pall.	1,2,9	-60	Якутск	-56	E43
<i>R. spicatum</i> Robson	2-6,8,9,11	-58	Якутск	-56	E50
<i>R. nigrum</i> L.	2-6,11	-56	Якутск	-56	M56a
<i>R. procumbens</i> Pall.	2,3,4,9	-50	Барнаул	-41	E44
<i>R. graveolens</i> Bunge	2,3,4	-50	Харьков	-26	B71
<i>R. altissimum</i> Turcz. ex Pojark.	2,3,4	-50	Томск	-44	B71
<i>R. pauciflorum</i> Turcz. ex Pojark.	2,4,9	-60	Якутск	-56	E42
<i>R. fragrans</i> Pall.	2,4,9	-60	Барнаул	-41	E42
<i>R. diacantha</i> Pall.	2,4,9	-50	Иркутск	-44	E42
<i>R. pulchellum</i> Turcz.	2,4,9	-44	-	-	E42
<i>R. dikuscha</i> Fisch. ex Turcz.	2,9	-60	Якутск	-56	E42
<i>R. pallidiflorum</i> Pojark.	2,9	-48	Москва	-36	E42
<i>R. palczewskii</i> (Jancz.) Pojark.	2,9	-48	Барнаул	-41	E42
<i>R. mandshuricum</i>	9	-40	Барнаул	-41	9

1	2	3	4	5	6
(Maxim.) Kom. R. fontaneum Boczkarņikova	2,9	-36	-	-	E42
R. maximoviczianum Kom.	9	-36	Иркутск	-44	9
R. sachalinense (Fr. Schmidt.) Nakai	9	-32	Москва	-36	9
R. horridum Maxim.	9	-32	Москва	-36	9
R. komarovii Pojark.	9	-32	Иркутск	-44	9
R. latifolium Jancz.	9	-24	Москва	-36	9
R. atropurpureum C. A. Mey.	2-5,11	-50	Томск	-44	M57
R. meyeri Maxim.	3,5,10-12	-44	Новосибирск	-42	M54
R. saxatile Pall.	5,11,12	-36	Москва	-36	M54
R. heterotrichum C. A. Mey.	5,11,12	-40	Новосибирск	-42	M54
R. janczewskii Pojark.	11,12	-36	Барнаул	-41	M52
R. melanamthum Boiss. et Hohen.	12	-28	-	-	12
R. villosum Wall.	12	-24	Москва	-36	12
R. malvifolium Pojark.	12	-20	-	-	12
R. orientale Desf.	8,12-14	-20	Минск	-24	C28
R. biebersteinii Berl. ex DC.	12-14	-24	Томск	-44	C27
R. armenum Pojark.	13,14	-24	-	-	C37
R. alpinum L.	6,8,13	-28	Якутск	-56	C34
R. achurjani Mulk.	13	-24	-	-	13
R. petraeum Wulf.	6,8,15	-20	Москва	-36	B64

Таблица А-13. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Spiraea* (Rosales – Rosaceae – Spiraeoideae – Spiraeaceae) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов; T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
			T _{min}	Пункты интродукции	
<i>Spiraea stevenii</i> (C. K. Schneid.) Rydb.	1,2,9	-56	Москва	-36	Е43
<i>S. betulifolia</i> Pall.	1,2,9	-44	Иркутск	-44	Е43
<i>S. salicifolia</i> L.	2,3,4,8,9	-56	Иркутск	-44	Е44
<i>S. media</i> Fr. Schmidt	2,3,4,6,9,11	-60	Якутск	-56	Е50
<i>S. chamaedryfolia</i> L.	2,3,6,8,10,11	-50	Якутск	-56	Е50
<i>S. hypericifolia</i> L.	2,3,4,6,10,11, 12,13,14	-50	Омск	-42	С31
<i>S. crenata</i> L.	2,3,5,6,8,12,	-42	Барнаул	-41	М62
<i>S. flexuosa</i> Fisch.	2,3,4,9,11	-56	Барнаул	-41	Е50
<i>S. alpina</i> Pall.	2,3,4,10	-50	Омск	-42	М59
<i>S. aquilegifolia</i> Pall.	2,4,9	-48	Москва	-36	Е42
<i>S. sericea</i> Turcz.	2,4,9	-48	Екатеринбург	-40	Е42
<i>S. pubescens</i> Turcz.	2,4,9	-44	Москва	-36	Е42
<i>S. dahurica</i> (Rupr.) Maxim.	2,9	-56	-	-	Е42
<i>S. elegans</i> Pojark.	2,9	-48	Орел	-30	Е42
<i>S. ussuriensis</i> Pojark.	9	-44	Иркутск	-44	9
<i>S. humilis</i> Pojark.	2,9	-44	Новосибирск	-42	Е42
<i>S. beauverdiana</i> C. K. Schneid.	9	-24	Барнаул	-41	9
<i>S. aemiliana</i> C. K. Schneid.	9	-24	Москва	-36	9
<i>S. trilobata</i> L.	3,5,10,11	-28	Иркутск	-44	М54
<i>S. tianschanica</i> Pojark.	10,11	-50	-	-	М52
<i>S. lasiocarpa</i> Kar. et Kir.	11,12	-32	Барнаул	-41	М52
<i>S. baldschuanica</i> B. Fedtsch.	12	-24	Москва	-36	12
<i>S. pilosa</i> Franch.	12	-24	Ташкент	-22	12
<i>S. litwinowii</i> Dobroc.	6	-24	-	-	6
<i>S. pikoviensis</i> Bess.	6	-20	Москва	-36	6

Таблица А-14. Условия формирования холодостойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Rubus* (Rosales – Rosaceae – Rosoidea – Rubeae) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T _{min}	Пункты интродукции	T _{min}	
1	2	3	4	5	6
<i>Rubus idaeus</i> L.	2,3,5,6,8,11,12	-48	Иркутск	-44	M55
<i>R. sachalinensis</i> Levl.	2,3,4,5,9,11	-60	Барнаул	-44	E50
<i>R. komarovii</i> Nakai	2,9	-48	-	-	E42
<i>R. crataegifolius</i> Bunge	9	-36	Иркутск	-44	9
<i>R. caesius</i> L.	3,5,6,8,11,12,13,14	-46	Томск	-44	C30
<i>R. anatolicus</i> (Focke) Focke ex Hausskn.	12,13	-24	Бишкек	-28	C24
<i>R. lanuginosus</i> Stev. ex Ser.	12,13	-16	-	-	C24
<i>R. ochthodes</i> Juz.	12,13	-8	-	-	C24
<i>R. raddeanus</i> Focke	12,13	-8	-	-	C24
<i>R. hyrcanus</i> Juz.	12,13	-8	-	-	C24
<i>R. buschii</i> Grossh. ex Sinjkova	13,14	-24	Минск	-26	C37
<i>R. caucasicus</i> Focke	13,14	-24	Москва	-36	C37
<i>R. georgicus</i> Focke	13	-24	Краснодар	-16	13
<i>R. miszczenkoi</i> Juz.	13	-24	Краснодар	-16	13
<i>R. kachethicus</i> Sanadze	13	-24	-	-	13
<i>R. juzepczukii</i> Sanadze	13	-24	-	-	13
<i>R. platyphyloides</i> Sanadze	13	-24	-	-	13
<i>R. platyphyllus</i> C. Koch	13	-24	-	-	13
<i>R. ossicus</i> Juz.	13	-24	-	-	13
<i>R. cyri</i> Juz.	13	-20	Краснодар	-16	13
<i>R. ibericus</i> Juz.	13	-20	Москва	-36	13
<i>R. longipeliolatus</i> Sanadze	13	-20	-	-	13
<i>R. kudigorensis</i> Sanadze	13	-20	-	-	13
<i>R. ketzchovellii</i> Sanadze	13	-20	-	-	13
<i>R. leptostemon</i> Juz.	13	-20	Краснодар	-16	13
<i>R. tauricus</i> Schlecht. ex Juz.	13	-16	Асканио-Нова	-20	13
<i>R. paratauricus</i> Juz.	13	-16	-	-	13
<i>R. troitzkyi</i> Juz.	13	-16	-	-	13
<i>R. hirtimimus</i> Juz.	13	-16	-	-	13

1	2	3	4	5	6
<i>R. piceetorum</i> Juz.	13	-16	-	-	13
<i>R. nakeralicus</i> Sanadze	13	-16	-	-	13
<i>R. moschus</i> Juz.	13	-16	-	-	13
<i>R. zangezura</i> Mulk.	13	-16	Ереван	-24	13
<i>R. woronowii</i> Sudre	13	-8	-	-	13
<i>R. lepidulus</i> (Sudre) Juz.	13	-8	-	-	13
<i>R. discernendus</i> Sudre	13	-8	Краснодар	-16	13
<i>R. dolichocarpus</i> Juz.	13	-8	-	-	13
<i>R. discolor</i> Weihe et Nees	6,8,13,14	-24	-	-	C38
<i>R. hirtus</i> Waldst. et Kit.	6,8,13,14	-16	Москва	-36	C38
<i>R. canescens</i> DC.	6,8,13,14	-16	Воронеж	-28	C38
<i>R. nessensis</i> W. Hall.	6,8	-36	Москва	-36	B65
<i>R. candicans</i> Weihe	6,8	-28	Бишкек	-28	B65

Таблица А-15. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Rosa* (Rosales – Rosaceae – Rosoideae – Roseae) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T _{min}	Пункты интродукции	T _{min}	
1	2	3	4	5	6
<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	1-7,9,11	-60	Якутск	-56	E51
<i>R. majalis</i> Herm.	2-6,8,11	-50	Иркутск	-44	M59
<i>R. oxyacantha</i> Bieb.	2,3,4	-50	Барнаул	-41	B71
<i>R. jacutica</i> Juz.	2	-56	-	-	2
<i>R. davurica</i> Pall.	2,9	-48	Якутск	-56	E42
<i>R. amblyotis</i> C. A. Mey.	2,9	-48	Якутск	-56	E42
<i>R. ussuriensis</i> Juz.	9	-44	-	-	9
<i>R. rugosa</i> Thunb.	2,9	-32	Якутск	-56	E42
<i>R. maximowicziana</i> Regel	9	-32	Иркутск	-44	9
<i>R. gracilipes</i> Chreshan.	9	-32	-	-	9
<i>R. platyacantha</i> Schrenk	4,10,11,12	-36	Барнаул	-41	M53
<i>R. albertii</i> Regel	4,5,10,11,12	-36	Иркутск	-44	M56
<i>R. kokanica</i> (Regel) ex Juz.	4,10,12	-24	Москва	-36	M53

1	2	3	4	5	6
<i>R. laxa</i> Retz.	3-5,10,12	-40	Якутск	-56	M56
<i>R. fedtschenkoana</i> Regel	10,11,12	-36	Москва	-36	M52
<i>R. potentillaeflora</i> Chrshan. et M. Pop.	11	-36	-	-	11
<i>R. korshinskiana</i> Bouleng.	12	-32	Ташкент	-22	12
<i>R. piptocalyx</i> Juz.	12	-24	Москва	-36	12
<i>R. turkestanica</i> Regel	12	-24	Ташкент	-22	12
<i>R. maracandica</i> Bunge	12	-24	Москва	-36	12
<i>R. nanothamnus</i> Bouleng.	10,11,12	-24	Москва	-36	M52
<i>R. ovczinnikovii</i> Kocz. k.	12	-24	-	-	12
<i>R. achburensis</i> Chrshan.	12	-24	Ташкент	-22	12
<i>R. popovii</i> Chrshan.	12	-24	-	-	12
<i>R. longisepala</i> Kocz. k.	12	-24	-	-	12
<i>R. ecae</i> Aitch.	12	-24	Ташкент	-22	12
<i>R. kuhitangi</i> Nevski	12	-20	Бишкек	-28	12
<i>R. bellicosa</i> Nevski	12	-16	-	-	12
<i>R. karakalensis</i> Kult.	12	-16	Москва	-36	12
<i>R. bungeana</i> Boiss. et Buhse	12	-24	Ташкент	-22	12
<i>R. pulverulenta</i> Bieb.	8,12,13,14	-20	Иркутск	-44	C28
<i>R. iberica</i> Stev.	8,12,13,14	-24	-	-	C28
<i>R. beggeriana</i> Schrenk	10,11,12,14	-36	Иркутск	-44	M61
<i>R. svanetica</i> Crep.	13,14	-20	-	-	C37
<i>R. hirtissima</i> Lonacz.	13,14	-20	-	-	C37
<i>R. boissieri</i> Crep.	13,14	-20	Минск	-26	C37
<i>R. woronowii</i> Lonacz.	13,14	-16	Ташкент	-22	C37
<i>R. kazarjanii</i> Sosn.	13	-44	-	-	13
<i>R. didoensis</i> Boiss	13	-28	-	-	13
<i>R. brotherora</i> Chrshan.	13	-24	-	-	13
<i>R. buschiana</i> Chrshan.	13	-24	-	-	13
<i>R. ermanica</i> Mandenova	13	-24	-	-	13
<i>Rosa andegavensis</i> Bast.	6,8	-26	-	-	B65
<i>R. caryophyllacea</i> Bess.	6,8	-24	Бишкек	-28	B65
<i>R. caesia</i> Smith	6,8	-24	Москва	-36	B65
<i>Rosa afzeliana</i> Fries	6,8	-24	Бишкек	-28	B65
<i>R. elliptica</i> Tausch	6,8	-20	Бишкек	-28	B65
<i>R. nitidula</i> Bess.	6	-20	-	-	6
<i>R. subafzeliana</i> Chrshan.	6	-20	-	-	6
<i>R. vollhyniensis</i> Chrshan.	6	-20	-	-	6
<i>R. pendulina</i> L.	6,8	-20	Москва	-36	B65
<i>Rosa canina</i> L.	6,8,12-15	-36	Якутск	-56	C33
<i>R. corymbifera</i> Borkh.	6,8,12-15	-30	Барнаул	-41	C33

Таблица А-16. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Pyrus* (Rosales – Rosaceae – Pyroidea – Maleae) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов T_{min} – средний много-летний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
			T _{min}	Пункты интродукции	
<i>Pyrus communis</i> L.	6,8,12,13,14	-32	Красноярск	-48	C28
<i>P. elaeagnifolia</i> Pall.	6,8,13,14	-20	Москва	-36	C38
<i>P. salicifolia</i> Pall.	12,13,14	-16	Москва	-36	C27
<i>P. syriaca</i> Boiss.	12,13,14	-16	Краснодар	-16	C27
<i>P. boissieriana</i> Buhse	12,13,14	-12	Москва	-36	C27
<i>P. oxyprion</i> Woronow	13,14	-16	Москва	-36	C37
<i>P. eldarica</i> Grossh.	13	-24	Краснодар	-16	13
<i>P. takhtadzhianii</i> Fed.	13	-24	-	-	13
<i>P. sachokiana</i> Kuth.	13	-24	-	-	13
<i>P. ketzkhovellii</i> Kuth.	13	-24	-	-	13
<i>P. Fedorovii</i> Kuth.	13	-24	-	-	13
<i>P. georgica</i> Kuth.	13	-24	Ереван	-24	13
<i>P. nutans</i> Rubtz.	13	-16	-	-	13
<i>P. caucasica</i> Fed.	13	-16	Москва	-36	13
<i>P. hajastana</i> Mulk.	13	-16	-	-	13
<i>P. voronovii</i> Rubtz.	13	-16	-	-	13
<i>P. theodorovii</i> Mulk.	13	-16	-	-	13
<i>P. tamamschianiae</i> Fed.	13	-16	-	-	13
<i>P. sosnovskii</i> Fed.	13	-16	-	-	13
<i>Pyrus complexa</i> Rubtz.	13	-16	Краснодар	-16	13
<i>P. elata</i> Rubtz.	13	-16	Минск	-24	13
<i>P. medvedevii</i> Rubtz.	13	-16	Москва	-36	13
<i>P. raddeana</i> Woronow	13	-16	Ереван	-24	13
<i>P. zangezura</i> Maleev	13	-16	Ереван	-24	13
<i>P. browiczii</i> Mulk.	13	-16	-	-	13
<i>P. demetrii</i> Kuth.	13	-16	-	-	13
<i>P. balansae</i> Decne	13	-8	Ташкент	-22	13
<i>P. grossheimii</i> Fed.	13	-8	Днепропетровск	-26	13
<i>P. cajon</i> V. Zapr.	12	-24	Москва	-36	12
<i>P. korshinskyi</i> Litv.	12	-24	Москва	-36	12
<i>P. regelii</i> Rehd.	12	-20	Барнаул	-41	12
<i>P. tadshikistanica</i> V. Zapr.	12	-16	Бишкек	-28	12
<i>P. turcomanica</i> Maleev	12	-12	Москва	-36	12
<i>P. ussuriensis</i> Maxim.	9	-36	Иркутск	-44	9

Таблица А-17. Условия формирования холодостойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Sorbus* (Rosales – Rosaceae – Pyroidea – Maleae) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов T_{min} – средний многолетний годово́й минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годово́й минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
			T _{min}	Пункты интродукции	
<i>Sorbus sibirica</i> Hedl.	2,3,4,5,6,11	-56	Москва	-36	M56a
<i>S. anadyrensis</i> Kom.	2	-48	Москва	-36	2
<i>S. amurensis</i> Koehne	9	-44	Барнаул	-41	9
<i>S. kamtschaticensis</i> Kom.	2	-44	Москва	-36	2
<i>S. sambucifolia</i> (Cham. et Schlecht.) M. Roem.	9	-41	-	-	9
<i>S. alnifolia</i> (Siebold et Zucc.) C. Koch	9	-36	Барнаул	-41	9
<i>S. commixta</i> Hedl.	9	-32	Барнаул	-41	9
<i>S. persica</i> Hedl.	12,13,14	-24	Москва	-36	C27
<i>S. subfusca</i> (Ledeb.) Boiss.	12,13,14	-20	Москва	-36	C27
<i>S. takhtajanii</i> Gabr.	12,13,14	-16	Москва	-36	C27
<i>S. luristanica</i> (Bornm.) Schonbeck-Temesy	12,13,14	-16	Москва	-36	C27
<i>S. armeniaca</i> Hedl.	12,13	-16	Москва	-36	C24
<i>S. tamamschjanae</i> Gabr.	13,14	-24	Москва	-36	C37
<i>S. roopiana</i> Bordz.	13,14	-16	-	-	C37
<i>S. tianshanica</i> Rupr.	10,11,12	-36	Барнаул	-41	M52
<i>S. turkestanica</i> (Franch.) Hedl.	12	-32	Москва	-36	12
<i>Sorbus caucasica</i> Zinserl.	13	-20	Москва	-36	13
<i>S. colchica</i> Zinserl.	13	-20	-	-	13
<i>S. hajastana</i> Gabr.	13	-16	Москва	-36	13
<i>S. pseudolatifoliak</i> K. Pop.	13	-16	-	-	13
<i>S. kusnetzovii</i> Zinserl.	8,13,14	-24	Москва	-36	C38
<i>S. torminalis</i> (L.) Crantz	6,8,12-15	-24	Владивосток	-32	C33
<i>S. aucuparia</i> L.	8,12-15	-44	Барнаул	-41	C33
<i>S. umbellata</i> (Desf.) Fritsch	8,12-15	-32	Барнаул	-41	C33
<i>S. domestica</i> L.	8,13-15	-16	Барнаул	-41	C40
<i>S. aria</i> Crantz	6,8	-20	Омск	-42	B65
<i>S. intermedia</i> (Ehrh.) Pers.	6,7,8	-20	Барнаул	-41	B65

Таблица А-18. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Cotoneaster* (Rosales – Rosaceae – Pyroideae – Crataegeae) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов; T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T _{min}	Пункты интродукции	T _{min}	
1	2	3	4	5	6
<i>Cotoneaster melanocarpus</i> Lodd.	2-6,8-14	-56	Якутск	-56	С31
<i>C. uniflorus</i> Bunge	2,3,5,6,10,11,12	-50	Барнаул	-41	М59
<i>C. mongolicus</i> Pojark.	2,4	-44	-	-	В72
<i>C. lucidus</i> Schlecht.	2	-44	Якутск	-56	2
<i>C. multiflorus</i> Bunge	5,10-14	-36	Москва	-36	С29
<i>C. oliganthus</i> Pojark.	5,11,12	-36	Москва	-36	М54
<i>C. zeravschanicus</i> Pojark.	12	-36	Душанбе	-24	12
<i>C. krasnovii</i> Pojark.	11	-36	-	-	11
<i>C. songoricus</i> (Regel et Herd.) M. Pop.	11,12	-36	Рига	-24	М52
<i>C. pojarkoviae</i> Zak.	11,12	-32	Бишкек	-28	М52
<i>C. roborowskii</i> Pojark.	10,11,12	-32	Бишкек	-28	М52
<i>C. allochrous</i> Pojark.	10,11,12	-24	Москва	-36	М52
<i>C. megalocarpus</i> M. Pop.	12	-24	Москва	-36	12
<i>C. karatavicus</i> Pojark.	12	-24	Москва	-36	12
<i>C. insignis</i> Pojark.	12	-24	Москва	-36	12
<i>C. goloskovii</i> Pojark.	11,12	-24	-	-	12
<i>C. subacutus</i> Pojark.	12	-24	Рига	-24	12
<i>C. hissaricus</i> Pojark.	12	-24	-	-	12
<i>C. discolor</i> Pojark.	12	-20	-	-	12
<i>C. ovatus</i> Pojark.	12	-16	-	-	12
<i>C. turcomanicus</i> Pojark.	12	-12	-	-	12
<i>C. tythocarpus</i> Pojark.	12	-12	-	-	12
<i>C. nummularioides</i> Pojark.	12,13	-32	Бишкек	-28	С24
<i>C. nummularius</i> Fisch. et Mey.	12,13,14	-32	Ташкент	-22	С27
<i>C. morulus</i> Pojark.	13,14	-24	-	-	С37
<i>C. transcaasicus</i> Pojark.	13,14	-24	-	-	С37
<i>C. armenus</i> Pojark.	13	-24	-	-	13
<i>C. meyeri</i> Pojark.	13	-24	-	-	13

1	2	3	4	5	6
<i>C. saxatilis</i> Pojark.	13	-16	Москва	-36	13
<i>C. tauricus</i> Pojark.	13	-16	Москва	-36	13
<i>C. soezavianus</i> Pojark.	13	-8	-	-	13
<i>C. antoniae</i> A. Vassil.	6	-36	-	-	6
<i>C. cinnabarinus</i> Juz.	6,7	-28	Москва	-36	В65
<i>C. itegerrimus</i> Medic.	3,5,6,8,14	-40	Иркутск	-44	В64а

Таблица А-19. Условия формирования холодустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Crataegus* (Rosales – Rosaceae – Pyroideae – Crataegene) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
		T min	Пункты интродукции	T min	
1	2	3	4	5	6
<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.	2-6,11,12	-50	Якутск	-56	М56а
<i>C. dahurica</i> Koehne ex C. K. Schneid.	2,4,9	-48	Барнаул	-41	Е42
<i>C. maximowiczii</i> C. K. Schneid.	2,9	-44	Якутск	-56	Е42
<i>C. pinnatifida</i> Bunge	9	-44	Иркутск	-44	9
<i>C. clorosarca</i> Maxim.	2,9	-32	Иркутск	-44	Е42
<i>C. jozana</i> C. K. Schneid.	9	-24	-	-	9
<i>C. pseudosanguinea</i> M. Pop. ex Pojark.	5,11	-36	-	-	М54
<i>C. korolkowii</i> L. Henry	12	-36	Якутск	-56	12
<i>C. turkestanica</i> Pojark.	12	-36	Москва	-36	12
<i>C. knorringiana</i> Pojark.	12	-24	Бишкек	-28	12
<i>C. almaatensis</i> Pojark.	11	-24	Барнаул	-41	11
<i>C. songarica</i> C. Koch	10,11,12	-24	Москва	-36	М52
<i>C. hissarica</i> Pojark.	12	-24	Москва	-36	12
<i>C. necopinata</i> Pojark.	12	-24	-	-	12
<i>C. pamiroalaica</i> V. Zapr.	12	-24	-	-	12
<i>C. remotilobata</i> H. Raik. ex M. Pop.	12	-24	Москва	-36	12

1	2	3	4	5	6
<i>Crataegus transcaspica</i> Pojark.	11	-22	Алматы	-24	11
<i>C. ferganensis</i> Pojark.	12	-20	Москва	-36	12
<i>C. isfajramensis</i> Pachom.	12	-20	-	-	12
<i>C. tianschanica</i> Pojark.	12	-20	Иркутск	-44	12
<i>C. dzhairensis</i> Vass.	12	-20	Санкт-Петербург	-28	12
<i>C. pseudoambigua</i> Pojark.	12	-16	Москва	-36	12
<i>C. turcomanica</i> Pojark.	12	-16	Москва	-36	12
<i>C. pseudomelanocarpa</i> M. Pop. ex Pojark.	12	-12	Москва	-36	12
<i>C. pseudoazarolus</i> M. Pop.	12	-12	Киев	-24	12
<i>C. pontica</i> C. Koch.	12,13,14	-24	Москва	-36	C27
<i>C. microphylla</i> C. Koch.	12,13,14	-20	Москва	-36	C27
<i>C. meyeri</i> Pojark.	12,13,14	-16	Москва	-36	C27
<i>C. atrosanguinea</i> Pojark.	12,13,14	-16	Киев	-24	C27
<i>C. pseudoheterophylla</i> Pojark.	12,13,14	-16	Москва	-36	C27
<i>C. szovitsii</i> Pojark.	12,13	-16	-	-	C24
<i>C. dipyrrena</i> Pojark	13	-16	-	-	13
<i>C. caucasica</i> C. Koch.	13	-16	Москва	-36	13
<i>C. karadaghensis</i> Pojark.	13	-16	-	-	13
<i>C. sphaenophylla</i> Pojark.	13	-16	Ереван	-24	13
<i>C. stankovii</i> Kossyeh	13	-16	Киев	-24	13
<i>C. taurica</i> Pojark.	13	-16	Симферополь	-16	13
<i>C. armena</i> Pojark.	13	-16	-	-	13
<i>C. zangezura</i> Pojark.	13	-16	-	-24	13
<i>C. eriantha</i> Pojark.	13	-16	Ереван Ереван	-24	13
<i>C. curvisepala</i> Lindm.	6,8,13,14	-32	Иркутск	-44	C38
<i>C. pallasii</i> Griseb.	6,13,14	-16	Москва	-36	C38
<i>C. laciniata</i> Ucria	8,13,14	-16	Киев	-24	C38
<i>C. pentagyna</i> Waldst. et Kit.	6,8,13,14	-20	Барнаул	-41	C38
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	6,8,13	-20	Барнаул	-41	C34
<i>C. tournefortii</i> Griseb.	8,13	-16	Караганда	-32	C34
<i>C. ambigua</i> C. A. Mey.	6	-32	Москва	-36	6
<i>C. orientobaltica</i> Cin.	6,8	-28	Киев	-24	B65
<i>C. fallacina</i> Klock.	6	-26	-	-	6
<i>C. klokovii</i> Ivaschin	6	-26	-	-	6
<i>C. ucrainica</i> Pojark.	6	-24	Рига	-24	B65
<i>C. laevigata</i> (Poiz.) DC.	6,8	-24	Киев	-24	B65
<i>C. palmstruchii</i> Lindm.	6,7	-20	Москва	-36	B65
<i>C. subborealis</i> Cin.	6,8	-20	Рига	-24	B65
<i>C. plagiosepala</i> Pojark.	6,8	-20	Рига	-24	B65
<i>C. insularis</i> Cin.	6	-20	-	-	6
<i>C. lindmanii</i> Hrabet Uhr.	6,8	-20	Киев	-24	B65

Таблица А-20. Условия формирования холодостойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Cerasus* (Rosales – Rosaceae – Prunoideae – Pruneeae) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов; T_{min} – средний многолетний годово́й минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годово́й минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
			T _{min}	Пункты интродукции	
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	6,8,12-15	-20	Москва	-36	C33
<i>C. incana</i> (Pall.) Spach	12,13,14	-24	Екатеринбург	-40	C27
<i>C. microcarpa</i> (C. A. Mey) Boiss.	12,13,14	-24	Москва	-36	C27
<i>C. bifrons</i> (Fritsch) Pojark.	12	-36	Барнаул	-41	12
<i>C. tianschanica</i> Pojark.	11,12	-36	Барнаул	-41	12
<i>C. alaica</i> Pojark.	12	-36	Москва	-36	12
<i>C. verrucosa</i> (Franch.) Nevski	12	-32	Москва	-36	12
<i>C. tadshikistanica</i> Vass.	12	-24	Москва	-36	12
<i>C. pseudoprostrata</i> Pojark.	12	-16	Минск	-26	12
<i>C. turcomanica</i> Pojark.	12	-16	Минск	-26	12
<i>C. amygdaliflora</i> Nevski	12	-12	-	-	12
<i>C. fruticosa</i> Pall.	5,6,8,13	-40	Иркутск	-44	C35
<i>C. glandulosa</i> (Thunb.) Lois.	9	-36	Благовещенск	-44	9
<i>C. kurilensis</i> (Miyabe) Kabanov ex Vorobiev	9	-24	Хабаровск	-36	9

Таблица А-21. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Amygdalus* (Rosales – Rosaceae – Prunoideae – Pruneeae) в природном и интродукционном ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов; T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
			T _{min}	Пункты интродукции	
<i>Amygdalus nana</i> L.	3,5,6,8,13	-42	Улан-Удэ	-40	С35
<i>A. communis</i> L.	12,13,14,15	-24	Москва	-36	С32
<i>A. fenzliana</i> (Fritsch.) Lipsky	12,13,14	-16	Алматы	-24	С27
<i>A. georgica</i> Desf.	13	-24	Москва	-36	13
<i>A. nairica</i> Fed. et Takht.	13	-16	Баку	-8	13
<i>A. bucharica</i> Korsh.	12	-32	Москва	-36	12
<i>A. spinosissima</i> Bunge	12	-24	Алматы	-24	12
<i>A. petunnikowii</i> Litv.	12	-24	Барнаул	-41	12
<i>A. susakensis</i> Vass.	12	-22	-	-	12
<i>A. brahuica</i> Boiss.	12	-16	-	-	12
<i>A. scoparia</i> Spach.	12	-16	Ашгабад	-16	12
<i>A. turcomanica</i> Lincz.	12	-16	Ашгабад	-16	12
<i>A. ledeburiana</i> Schlecht.	5,11	-32	Барнаул	-41	М54
<i>A. pedunculata</i> Pall.	2,4,9	-44	Барнаул	-41	Е42

Таблица А-22. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Caragana* в природном и культигенных ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
			T _{min}	Пункты интродукции	
1	2	3	4	5	6
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	2-5,11	-50	Якутск	-56	М57
<i>C. stenophylla</i> Pojark.	2,4,10,12	-44	Новосибирск	-42	М58
<i>C. jubata</i> (Pall.) Poir.	2,4,10-12	-44	Новосибирск	-42	М58

1	2	3	4	5	6
<i>C. microphylla</i> (Pall.) Lam.	2,4,9	-44	Иркутск	-44	Е42
<i>C. fruticosa</i> (Pall.) Bess.	9	-44	Якутск	-56	9
<i>C. ussuriensis</i> (Regel) Pojark.	9	-36	Москва	-36	9
<i>C. spinosa</i> (L.) DC.	2,3,4	-50	Улан-Удэ	-40	В71
<i>C. leucophloea</i> Pojark.	3,4,10,11	-36	Москва	-36	М56
<i>C. pumila</i> Pojark.	3,5,11	-36	Москва	-36	М54
<i>C. frutex</i> (L.) C. Koch	3,5,6,10,11, 12	-40	Иркутск	-44	М55
<i>C. aurantica</i> Koechne	10,11,12	-48	Барнаул	-44	М52
<i>C. pleiophylla</i> (Regel) Pojark.	10,11,12	-32	Москва	-36	М52
<i>C. hololeuca</i> Bunge ex Kom.	10,11	-32	Омск	-42	М52
<i>C. laeta</i> Kom.	10,11,12	-32	Москва	-36	М52
<i>C. turkestanica</i> Kom.	10,12	-24	Барнаул	-41	М52
<i>C. grandiflora</i> (Bieb.) DC.	11,12,13	-24	Харьков	-26	С24

Таблица А-23. Условия формирования холодостойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода *Cornus* в природном и культивируемых ареалах.

Обозначения: 1 – 15 – индексы ареалогических районов;; T_{min} – средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия.

Виды	Индексы районов природного ареала	Средний многолетний годовой минимум температуры воздуха, градусы Цельсия			Характер природного ареала
		В природном ареале	В интродукционном ареале		
			T _{min}	Пункты интродукции	
<i>Cornus alba</i> L.	2,3,4,6,9	-56	Якутск	-56	Е46
<i>C. controversa</i> Hemsl. ex Prain	9,12	-24	Москва	-36	Е47
<i>C. darvasica</i> (Pojark) Pilipenko	12	-24	Барнаул	-41	12
<i>C. australis</i> C. A. Mey	6,8,12-14	-24	Москва	-36	С38
<i>C. mas</i> L.	6,8,12-14	-24	Барнаул	-41	С38
<i>C. meyeri</i> (Pojark) Polipenko	12,13	-16	Москва	-36	С24
<i>C. koenigii</i> C. K. Schneid.	13,14	-16	Ереван	-24	С37
<i>C. iberica</i> Woronow	13	-24	Барнаул	-41	13
<i>C. sanguinea</i> L.	6,8	-28	Улан-Удэ	-40	С65

Таблица А-24. Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских древесных форм Hamamelidanae

Порядки	Виды	Индексы районов природного ареала		Минимумы температуры, градусы		Резерв холодоустойкости скрытый в природе, градусы	Характер природного ареала	
				В природе	В культуре			
					T _{min}			Пункты интродукции
1	2	3	4	5	6	7	8	
Hamamelidales	<i>Parrotia persica</i> (DC.) C. A. Mey.	12, 13	-8	-36	Москва	-28	C24	
	<i>Platanus orientalis</i> L.	8, 12-14	-20	-24	Киев	-4	C28	
Urticales	<i>Morus bombycis</i> Koidz.	9	-24	-36	Москва	-12	9	
Urticales	<i>Ficus carica</i> L.	12-14	-24	-36	Москва	-12	C27	
Urticales	<i>Zelkova carpinifolia</i> (Pall.) Dipp.	12, 13	-16	-36	Москва	-20	C24	
Urticales	<i>Celtis tournefortii</i> Lamarck	8, 13, 14	-16	-24	Алматы	-8	C38	
	<i>Celtis australis</i> L.	8, 12-15	-16	-36	Хабаровск	-20	C33	
	<i>Celtis caucasica</i> Willd.	12, 13	-24	-32	Владивосток	-8	C24	
	<i>Celtis glabrata</i> Stev. ex Planch.	12-14	-24	-36	Москва	-12	C27	
Urticales	<i>Ulmus carpinifolia</i> Rupr. ex G. Suckow	5, 6, 8, 11-12, 15	-32	-41	Барнаул	-9	M63a	
	<i>Ulmus glabra</i> Huds.	6, 8, 12-14	-40	-48	Братск	-8	C28	
	<i>Ulmus japonica</i> (Rehd.) Sarg.	2, 4, 9	-48	-35	Иркутск	-	E42	
	<i>Ulmus laciniata</i> (Trautv.) Mayr	9	-48	-41	Барнаул	-	9	
	<i>Ulmus macrocarpa</i> Hance	2, 4, 9	-48	-41	Барнаул	-	E42	
	<i>Ulmus pumila</i> L.	2, 4, 9, 11	-48	-48	Братск	0	E48	
	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	3, 5, 6, 13	-40	-50	Кызыл	-10	C35	
Juglandales	<i>Pterocarya pterocarpa</i> (Michx.) Kunth	12-14	-16	-36	Москва	-20	C27	

1	2	3	4	5	6	7	8
Juglandales	<i>Juglans regia</i> L.	8, 12-14 9А	-24	-41	Барнаул	-17	С23
	<i>Juglans sieboldiana</i> Maxim. (<i>Juglans ailantifolia</i> Carr.)	9	-32	-56	Якутск	-24	9
	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	9	-44	-56	Якутск		9
Fagales	<i>Castanea sativa</i> Mill.	8, 13, 14	-28	-24	Рига	-	С38
	<i>Fagus sylvatica</i> L.	6, 8, 13	-20	-36	Москва	-16	С34
	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	8, 12-13	-20	-36	Москва	-16	С26
	<i>Quercus hartwissiana</i> Steven	13, 14	-16	-36	Москва	-20	С37
	<i>Quercus castaneifolia</i> C. A. Mey.	12, 13	-16	-36	Москва	-20	С24
	<i>Quercus araxina</i> (Trautv.) Grossh.	12, 3	-16	-36	Москва	-20	С24
	<i>Quercus pontica</i> C. Koch.	13, 14	-20	-36	Москва	-16	С39
	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	6, 8, 13, 14	-20	-36	Москва	-16	С38
	<i>Quercus crispula</i> Blume	9	-24	-28	Бишкек	-4	9
	<i>Quercus macranthera</i> Fisch. et Mey.	12-14	-28	-48	Красноярск	-20	С27
	<i>Quercus dentata</i> Thunb.	9	-28	-48	Красноярск	-20	9
	<i>Quercus mongolica</i> Fisch.	5, 6, 8, 13	-36	-48	Енисейск	-12	С35
	<i>Betula maximowicziana</i> Regel	9	-24	-40	Екатеринбург	-16	9
	<i>Betula medwedewii</i> Regel	13, 14	-28	-36	Москва	-8	С37
	<i>Betula litwinowii</i> Doluch.	13	-28	-36	Москва	-8	13
	<i>Betula raddeana</i> Trautv.	13	-28	-41	Барнаул	-13	13
	<i>Betula schmidtii</i> Regel	9	-32	-41	Барнаул	-9	9
	<i>Betula costata</i> Trautv.	9	-40	-41	Барнаул	-1	9
	<i>Betula ovalifolia</i> Rupr.	9	-44	-41	Барнаул	-	9
	<i>Betula ovalifolia</i> Rupr.	9	-44	-41	Барнаул	-	9

1	2	3	4	5	6	7	8
Fagales	<i>Betula ovalifolia</i> Rupr.	9	-44	-41	Барнаул	-	9
	<i>Betula ermanii</i> Cham.	2, 9	-48	-41	Барнаул	-	E42
	<i>Betula microphylla</i> Bunge	2, 4, 10-12	-40	-41	Барнаул	-1	M58
	<i>Betula davurica</i> Pall.	2, 4, 9	-44	-50	КЫЗЫЛ	-6	E42
	<i>Betula gmelinii</i> Bunge	2, 4	-48	-41	Барнаул	-	B72
	<i>Betula fruticosa</i> Pall.	2-4, 6, 8, 9	-50	-41	Барнаул	-	E51
	<i>Betula nana</i> L.	1-4, 6, 8	-56	-48	Тикси	-	B70
	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	2, 3, 5, 6, 8	-56	-50	КЫЗЫЛ	-	B67
	<i>Betula middendorffii</i> Trautv. et Mey.	2, 9	-60	-52	Хатанга	-	E42
	<i>Betula pendula</i> Roth	2-6, 8-13	-60	-36	Балхаш	-	C26a
Fagales	<i>Carpinus schushaensis</i> H. Winkl.	12, 13	-8	-24	Киев	-16	C24
	<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	6, 8, 12, 13	-20	-41	Барнаул	-21	C26
	<i>Carpinus cordata</i> Blume	9	-32	-41	Барнаул	-9	9
	<i>Carpinus betulus</i> L.	6, 8, 12-14	-24	-41	Барнаул	-17	C27
Fagales	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	8, 13, 14	-20	-36	Москва	-16	C38
Fagales	<i>Corylus colchica</i> Albov	13	-20	-20	Ставрополь	0	13
	<i>Corylus pontica</i> C. Koch.	13, 14	-8	-24	Краснонудск	-16	C37
	<i>Corylus colurna</i> L.	8, 12-14	-20	-44	Кемерово	-24	C28
	<i>Corylus avellana</i> L.	6, 8, 13	-36	-41	Барнаул	-5	C34
	<i>Corylus heterophylla</i> Fisch. ex Trautv.	2, 9	-48	-56	Якутск	-8	E42
	<i>Corylus mandshurica</i> Maxim.	9	-48	-25	Иркутск	-	9

Приложение В.
Оценка методом сравнения выборочных долей
существенности отличий видовой представительности
в ареалогических районах изучаемых
систематических групп

Таблица В-1. Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Coniferophyta.

Числитель – фактический критерий достоверности, знаменатель – достоверность отличий, %

Индексы ареалогических районов	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	<u>3,60</u> 99,9	<u>2,88</u> 99,0	<u>3,05</u> 99,0	<u>1,96</u> -	<u>3,42</u> 99,0	<u>0,59</u> -	<u>3,42</u> 99,0	<u>4,13</u> 99,9	<u>2,22</u> 95,0	<u>2,44</u> 95,0	<u>3,42</u> 99,0	<u>2,88</u> 99,0	<u>2,88</u> 99,0	<u>1,00</u> -
2		<u>0,93</u> -	<u>0,68</u> -	<u>1,99</u> 95,0	<u>0,22</u> -	<u>3,23</u> 99,0	<u>0,22</u> -	<u>1,24</u> -	<u>0,71</u> -	<u>1,43</u> -	<u>0,22</u> -	<u>0,93</u> -	<u>0,93</u> -	<u>4,00</u> 99,0
3			<u>0,25</u> -	<u>1,09</u> -	<u>0,70</u> -	<u>2,44</u> 95,0	<u>0,70</u> -	<u>2,14</u> 95,0	<u>0,80</u> -	<u>0,52</u> -	<u>0,70</u> -	<u>0,00</u> -	<u>0,00</u> -	<u>3,32</u> 99,0
4				<u>1,34</u> -	<u>0,46</u> -	<u>2,66</u> 99,0	<u>0,46</u> -	<u>1,47</u> -	<u>1,04</u> -	<u>0,76</u> -	<u>0,46</u> -	<u>0,25</u> -	<u>0,25</u> -	<u>3,53</u> 99,9
5					<u>1,76</u> -	<u>1,47</u> -	<u>1,76</u> 99,0	<u>3,14</u> 99,0	<u>0,30</u> -	<u>0,58</u> -	<u>1,76</u> -	<u>1,09</u> -	<u>1,09</u> -	<u>2,51</u> 95,0
6						<u>3,04</u> 99,0	<u>0,00</u> -	<u>1,47</u> -	<u>1,74</u> -	<u>1,22</u> -	<u>0,00</u> -	<u>0,70</u> -	<u>0,70</u> -	<u>3,83</u> 99,9
7							<u>3,04</u> 99,0	<u>4,29</u> 99,9	<u>1,74</u> -	<u>1,98</u> 99,0	<u>3,04</u> 95,0	<u>2,44</u> 95,0	<u>2,44</u> 95,0	<u>1,46</u> -
8								<u>1,47</u> -	<u>1,74</u> -	<u>1,22</u> -	<u>0,00</u> -	<u>0,70</u> -	<u>0,70</u> -	<u>3,83</u> 99,9
9									<u>2,88</u> 99,0	<u>2,63</u> 95,0	<u>1,47</u> -	<u>2,14</u> 95,0	<u>2,14</u> 95,0	<u>4,96</u> 99,9
10										<u>0,28</u> -	<u>1,74</u> -	<u>0,80</u> -	<u>0,80</u> -	<u>2,75</u> 99,9
11											<u>1,22</u> -	<u>0,52</u> -	<u>0,52</u> -	<u>2,96</u> 99,9
12												<u>0,70</u> -	<u>0,70</u> -	<u>3,83</u> 99,9
13													<u>0,00</u> -	<u>3,32</u> 99,9
14														<u>3,32</u> 99,0

Таблица В-2. Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Gnetophyta.

Числитель – фактический критерий достоверности, знаменатель – достоверность отличий, %

Индексы ареалогических районов	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	<u>0,00</u>	<u>1,47</u>	<u>1,94</u>	<u>1,01</u>	<u>1,01</u>	<u>0,00</u>	<u>1,47</u>	<u>0,00</u>	<u>2,77</u>	<u>3,05</u>	<u>4,58</u>	<u>1,94</u>	<u>1,01</u>	<u>0,00</u>
2	-	-	-	-	-	-	-	-	95,0	99,0	99,9	-	-	-
3		<u>1,47</u>	<u>1,94</u>	<u>1,01</u>	<u>1,01</u>	<u>0,00</u>	<u>1,47</u>	<u>0,00</u>	<u>2,77</u>	<u>3,05</u>	<u>4,58</u>	<u>1,94</u>	<u>1,01</u>	<u>0,00</u>
4		-	-	-	-	-	-	-	95,0	99,0	99,9	-	-	-
5			<u>0,92</u>	<u>0,62</u>	<u>0,62</u>	<u>1,47</u>	<u>0,00</u>	<u>1,47</u>	<u>1,67</u>	<u>2,02</u>	<u>3,78</u>	<u>0,92</u>	<u>0,62</u>	<u>1,47</u>
6			-	-	-	-	-	-	-	-	99,9	-	-	-
7				<u>1,48</u>	<u>1,48</u>	<u>1,94</u>	<u>0,47</u>	<u>1,94</u>	<u>1,79</u>	<u>1,16</u>	<u>3,05</u>	<u>0,00</u>	<u>1,48</u>	<u>1,94</u>
8				-	-	-	-	-	-	-	99,0	-	-	-
9					<u>0,00</u>	<u>1,00</u>	<u>0,62</u>	<u>1,00</u>	<u>2,15</u>	<u>2,52</u>	<u>3,89</u>	<u>1,48</u>	<u>0,00</u>	<u>1,00</u>
10					-	-	-	-	95,0	95,0	99,9	-	-	-
11						<u>1,00</u>	<u>0,62</u>	<u>1,00</u>	<u>2,15</u>	<u>2,52</u>	<u>3,89</u>	<u>1,48</u>	<u>0,00</u>	<u>1,00</u>
12						-	-	-	95,0	95,0	99,9	-	-	-
13							<u>1,47</u>	<u>0,00</u>	<u>1,77</u>	<u>3,05</u>	<u>4,58</u>	<u>1,94</u>	<u>1,01</u>	<u>0,00</u>
14							-	-	-	99,0	99,9	-	-	-
15								<u>1,47</u>	<u>1,67</u>	<u>2,02</u>	<u>3,78</u>	<u>0,92</u>	<u>0,62</u>	<u>1,47</u>
16								-	-	-	99,9	-	-	-
17									<u>2,7</u>	<u>3,05</u>	<u>4,58</u>	<u>1,94</u>	<u>1,01</u>	<u>0,60</u>
18									95,0	99,0	9,99	-	-	-
19										<u>0,38</u>	<u>2,36</u>	<u>0,79</u>	<u>1,48</u>	<u>2,77</u>
20										-	95,0	-	-	95,0
21											<u>2,03</u>	<u>1,16</u>	<u>1,48</u>	<u>3,05</u>
22											-	-	-	99,0
23												<u>3,00</u>	<u>3,89</u>	<u>4,58</u>
24												99,0	99,9	99,9
25													<u>1,48</u>	<u>1,94</u>
26													-	-
27														<u>1,01</u>
28														-

Таблица В-3. Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Ranunculidae.

Числитель – фактический критерий достоверности, знаменатель – достоверность отличий, %

Индексы ареалогических районов	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	<u>2,55</u> 95,0	<u>1,78</u> -	<u>2,55</u> 95,0	<u>2,36</u> 95,0	<u>2,36</u> 95,0	<u>0,00</u> -	<u>2,07</u> 95,0	<u>2,84</u> 99,0	<u>2,84</u> 99,0	<u>2,84</u> 99,0	<u>5,14</u> 99,9	<u>2,84</u> 99,0	<u>2,55</u> 95,0	<u>1,03</u> -
2		<u>1,09</u> -	<u>0,00</u> -	<u>0,33</u> -	<u>0,33</u> -	<u>2,55</u> 95,0	<u>0,70</u> -	<u>0,32</u> -	<u>0,32</u> -	<u>0,32</u> -	<u>3,25</u> 99,9	<u>0,32</u> -	<u>0,00</u> -	<u>2,02</u> 95,0
3			<u>1,09</u> -	<u>0,77</u> -	<u>0,77</u> -	<u>1,78</u> -	<u>0,41</u> -	<u>1,40</u> -	<u>1,40</u> -	<u>1,40</u> -	<u>4,16</u> 99,9	<u>1,40</u> -	<u>1,09</u> -	<u>1,00</u> -
4				<u>0,33</u> -	<u>0,33</u> -	<u>2,55</u> -	<u>0,70</u> -	<u>0,32</u> -	<u>0,32</u> -	<u>0,32</u> -	<u>3,25</u> 99,0	<u>0,32</u> -	<u>0,00</u> -	<u>2,02</u> 95,0
5					<u>0,00</u> -	<u>2,36</u> -	<u>0,37</u> -	<u>0,65</u> -	<u>0,65</u> -	<u>0,65</u> -	<u>3,54</u> 99,0	<u>0,65</u> -	<u>0,33</u> -	<u>1,74</u> -
6						<u>2,36</u> 95,0	<u>0,37</u> -	<u>0,65</u> -	<u>0,65</u> -	<u>0,65</u> -	<u>3,54</u> 99,0	<u>0,65</u> -	<u>0,33</u> -	<u>1,74</u> -
7							<u>2,07</u> 95,0	<u>2,84</u> 99,0	<u>2,84</u> 99,0	<u>2,84</u> 99,0	<u>5,14</u> 99,9	<u>2,84</u> 99,0	<u>2,55</u> 95,0	<u>1,03</u> -
8								<u>1,01</u> -	<u>1,01</u> -	<u>1,01</u> -	<u>3,82</u> 99,9	<u>1,01</u> -	<u>0,70</u> -	<u>1,38</u> -
9									<u>0,00</u> -	<u>0,00</u> -	<u>2,95</u> 99,0	<u>0,00</u> -	<u>0,65</u> -	<u>2,28</u> 95,0
10										<u>0,00</u> -	<u>2,85</u> 99,0	<u>0,00</u> -	<u>0,65</u> -	<u>2,28</u> 95,0
11											<u>2,95</u> 99,0	<u>0,00</u> -	<u>0,65</u> -	<u>2,28</u> 95,0
12												<u>2,95</u> 99,0	<u>3,25</u> 99,9	<u>4,72</u> 99,9
13													<u>0,65</u> -	<u>2,28</u> 95,0
14														<u>2,02</u> 95,0

Таблица В-4. Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов *Nematelidae*.

Числитель – фактический критерий достоверности, знаменатель – достоверность отличий, %

Индексы ареалогических районов	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	<u>3,70</u> 99,9	<u>1,85</u> -	<u>2,09</u> 95,0	<u>1,05</u> -	<u>2,93</u> 99,0	<u>1,76</u> -	<u>2,74</u> 99,0	<u>4,37</u> 99,9	<u>0,45</u> -	<u>0,39</u> -	<u>2,09</u> 95,0	<u>4,24</u> 99,9	<u>1,59</u> -	<u>0,45</u> -
2		<u>2,02</u> 95,0	<u>1,78</u> -	<u>2,82</u> 99,0	<u>0,86</u> -	<u>5,71</u> 99,0	<u>1,09</u> -	<u>0,82</u> -	<u>4,00</u> 99,9	<u>3,37</u> 99,0	<u>1,78</u> -	<u>0,61</u> -	<u>2,27</u> 95,0	<u>4,00</u> 99,9
3			<u>0,26</u> -	<u>0,85</u> -	<u>1,19</u> -	<u>3,16</u> 99,0	<u>0,96</u> -	<u>2,17</u> 95,0	<u>2,22</u> 95,0	<u>1,49</u> -	<u>0,26</u> -	<u>2,61</u> 95,0	<u>0,27</u> -	<u>2,22</u> 95,0
4				<u>1,10</u> -	<u>0,94</u> -	<u>3,33</u> 99,0	<u>0,71</u> -	<u>2,58</u> 95,0	<u>2,46</u> 95,0	<u>1,74</u> -	<u>0,00</u> -	<u>2,39</u> 95,0	<u>0,52</u> -	<u>2,46</u> 95,0
5					<u>2,00</u> 95,0	<u>2,55</u> 95,0	<u>1,79</u> 99,9	<u>3,56</u> 99,9	<u>1,48</u> -	<u>0,67</u> -	<u>1,10</u> -	<u>3,37</u> 99,0	<u>0,58</u> -	<u>1,48</u> -
6						<u>4,06</u> 99,9	<u>0,22</u> -	<u>1,63</u> -	<u>3,29</u> 99,0	<u>2,60</u> 95,0	<u>0,94</u> -	<u>1,47</u> -	<u>1,45</u> -	<u>3,29</u> 99,0
7							<u>3,88</u> 99,9	<u>5,30</u> 99,9	<u>1,43</u> -	<u>2,05</u> 95,0	<u>3,33</u> 99,0	<u>5,19</u> 99,9	<u>2,96</u> 99,0	<u>1,43</u> -
8								<u>1,89</u> -	<u>3,10</u> 99,0	<u>2,40</u> 95,0	<u>0,71</u> -	<u>1,68</u> -	<u>1,23</u> -	<u>3,10</u> 99,0
9									<u>4,71</u> 99,9	<u>4,09</u> 99,9	<u>2,58</u> 95,0	<u>0,20</u> -	<u>3,04</u> 99,0	<u>4,71</u> 99,9
10										<u>0,85</u> -	<u>2,46</u> 95,0	<u>4,52</u> 99,9	<u>2,00</u> 95,0	<u>0,00</u> -
11											<u>1,74</u> -	<u>3,91</u> 99,9	<u>1,23</u> -	<u>0,85</u> -
12												<u>2,39</u> 95,0	<u>0,52</u> -	<u>1,54</u> -
13													<u>2,86</u> 99,0	<u>4,52</u> 99,9
14														<u>2,00</u> 95,0

Таблица В-5. Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Caryophyllidae.

Числитель – фактический критерий достоверности, знаменатель – достоверность отличий, %

Индексы ареалогических районов	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	<u>1,42</u> -	<u>1,42</u> -	<u>2,04</u> 95,0	<u>2,78</u> 99,0	<u>1,42</u> -	<u>0,00</u> -	<u>0,00</u> -	<u>0,00</u> -	<u>3,77</u> 99,9	<u>5,76</u> 99,9	<u>5,95</u> 99,9	<u>2,57</u> 95,0	<u>1,76</u> -	<u>1,00</u> -
2		<u>0,00</u> -	<u>0,86</u> -	<u>1,78</u> -	<u>0,00</u> -	<u>1,42</u> -	<u>1,42</u> -	<u>1,42</u> -	<u>2,42</u> 95,0	<u>5,16</u> 99,9	<u>5,36</u> 99,9	<u>1,50</u> -	<u>0,47</u> -	<u>0,59</u> -
3			<u>0,86</u> -	<u>1,78</u> -	<u>0,00</u> -	<u>1,42</u> -	<u>1,42</u> -	<u>1,42</u> -	<u>2,42</u> 95,0	<u>5,16</u> 99,9	<u>5,36</u> 99,9	<u>1,50</u> -	<u>0,47</u> -	<u>0,59</u> -
4				<u>0,98</u> -	<u>0,86</u> -	<u>2,04</u> 95,0	<u>2,04</u> 95,0	<u>2,04</u> 95,0	<u>2,25</u> 95,0	<u>4,89</u> 99,9	<u>4,79</u> 99,9	<u>0,68</u> -	<u>0,27</u> -	<u>0,36</u> -
5					<u>1,78</u> -	<u>2,78</u> 99,0	<u>2,78</u> 99,0	<u>2,78</u> 99,0	<u>1,32</u> -	<u>3,80</u> 99,9	<u>4,00</u> 99,9	<u>0,31</u> -	<u>1,37</u> -	<u>2,25</u> 95,0
6						<u>1,42</u> -	<u>1,42</u> -	<u>1,42</u> -	<u>2,42</u> 95,0	<u>5,16</u> 99,9	<u>5,36</u> 99,9	<u>1,50</u> -	<u>0,47</u> -	<u>0,59</u> -
7							<u>0,00</u> -	<u>0,00</u> -	<u>3,77</u> 99,9	<u>5,76</u> 99,9	<u>5,95</u> 99,9	<u>2,57</u> 95,0	<u>1,76</u> -	<u>1,00</u> -
8								<u>0,0</u> -	<u>3,77</u> 99,9	<u>5,76</u> 99,9	<u>5,95</u> 99,9	<u>2,57</u> 95,0	<u>1,76</u> -	<u>1,00</u> -
9									<u>3,77</u> 99,9	<u>5,76</u> 99,9	<u>5,95</u> 99,9	<u>2,57</u> 95,0	<u>1,76</u> -	<u>1,00</u> -
10										<u>2,57</u> 95,0	<u>2,80</u> 99,0	<u>1,62</u> -	<u>2,61</u> 95,0	<u>3,37</u> 99,0
11											<u>0,24</u> -	<u>4,07</u> 99,9	<u>5,41</u> 99,9	<u>5,00</u> 99,9
12												<u>4,27</u> 99,9	<u>5,07</u> 99,9	<u>5,65</u> 99,9
13													<u>1,07</u> -	<u>1,99</u> -
14														<u>1,02</u> -

Таблица В-6. Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Rosidae.

Числитель – фактический критерий достоверности, знаменатель – достоверность отличий, %

Индексы ареалогических районов	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	<u>7,32</u> 99,9	<u>5,13</u> 99,9	<u>5,47</u> 99,9	<u>4,43</u> 99,9	<u>8,33</u> 99,9	<u>0,00</u> -	<u>7,35</u> 99,9	<u>7,35</u> 99,9	<u>4,64</u> 99,9	<u>6,79</u> 99,9	<u>13,04</u> 99,9	<u>14,73</u> 99,9	<u>8,10</u> 99,9	<u>1,44</u> -
2		<u>2,70</u> 99,0	<u>1,42</u> -	<u>3,50</u> 99,9	<u>1,37</u> -	<u>7,32</u> 99,9	<u>0,31</u> -	<u>0,31</u> -	<u>3,22</u> 99,0	<u>0,40</u> -	<u>7,06</u> 99,9	<u>9,18</u> 99,9	<u>1,15</u> -	<u>6,30</u> 99,9
3			<u>0,76</u> -	<u>0,79</u> -	<u>3,92</u> 99,9	<u>5,13</u> 99,9	<u>3,04</u> 99,0	<u>3,04</u> 99,0	<u>0,60</u> -	<u>2,26</u> 95,0	<u>2,53</u> 99,9	<u>11,42</u> 99,9	<u>3,87</u> 99,9	<u>4,00</u> 99,9
4				<u>1,55</u> -	<u>3,28</u> 99,0	<u>5,47</u> 99,9	<u>2,25</u> 95,0	<u>2,25</u> 95,0	<u>1,40</u> -	<u>1,57</u> -	<u>8,77</u> 99,9	<u>10,91</u> 99,9	<u>3,08</u> 99,0	<u>4,71</u> 99,9
5					<u>4,71</u> 99,9	<u>4,43</u> 99,9	<u>3,57</u> 99,9	<u>3,57</u> 99,9	<u>0,16</u> -	<u>3,05</u> 99,0	<u>10,10</u> 99,9	<u>11,87</u> 99,9	<u>4,50</u> 99,9	<u>3,27</u> 99,0
6						<u>8,33</u> 99,9	<u>1,04</u> -	<u>1,04</u> -	<u>4,58</u> 99,9	<u>1,77</u> -	<u>5,94</u> 99,9	<u>8,09</u> 99,9	<u>0,18</u> -	<u>7,36</u> 99,9
7							<u>7,35</u> 99,9	<u>7,35</u> 99,9	<u>4,64</u> 99,9	<u>6,79</u> 99,9	<u>13,04</u> 99,9	<u>14,73</u> 99,9	<u>8,10</u> 99,9	<u>1,44</u> -
8								<u>0,0</u> -	<u>3,57</u> 99,9	<u>0,72</u> -	<u>6,82</u> 99,9	<u>8,94</u> 99,9	<u>1,96</u> -	<u>6,38</u> 99,9
9									<u>3,57</u> 99,9	<u>0,72</u> -	<u>6,82</u> 99,9	<u>8,94</u> 99,9	<u>1,96</u> -	<u>6,38</u> 99,9
10										<u>2,91</u> 99,0	<u>10,00</u> 99,9	<u>11,78</u> 99,9	<u>4,37</u> 99,9	<u>3,47</u> 99,9
11											<u>7,61</u> 99,9	<u>2,48</u> 99,9	<u>1,58</u> -	<u>5,80</u> 99,9
12												<u>2,20</u> 95,0	<u>6,09</u> 99,9	<u>12,14</u> 99,9
13													<u>8,24</u> 99,9	<u>13,84</u> 99,9
14														<u>7,14</u> 99,9

Приложение С.
Оценка методом сравнения выборочных долей
существенности отличий видовой представительности в
ареалогических районах исследуемых систематических
групп растений

Таблица С-1. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 1. Северная Америка

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	0,53 / -	0,73 / -	1,08 / -	0,86 / -	0,60 / -
Gnetophyta		0,00 / -	0,94 / -	0,00 / -	0,37 / -
Ranunculidae			1,33 / -	0,00 / -	0,53 / -
Hamamelidae				1,50 / -	2,42 / 95,0
Caryophyllidae					0,59 / -

Таблица С-2. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 2. Северо-Восточная Азия

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	2,16 / 95,0	0,50 / -	1,05 / -	2,56 / 95,0	2,09 / 95,0
Gnetophyta		1,84 / -	2,65 / 95,0	0,89 / -	1,57 / -
Ranunculidae			1,34 / -	1,95 / -	0,92 / -
Hamamelidae				3,36 / 99,0	3,70 / 99,9
Caryophyllidae					1,58 / -

Таблица С-3. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 3. Западная Сибирь

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	0,37 / -	0,95 / -	0,14 / -	1,85 / -	2,32 / 95,0
Gnetophyta		0,34 / -	0,32 / -	1,00 / -	0,72 / -
Ranunculidae			0,86 / -	0,79 / -	0,36 / -
Hamamelidae				1,75 / -	2,07 / 95,0
Caryophyllidae					0,69 / -

Таблица С-4. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 4. Монголия

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	0,62 / -	0,67 / -	0,10 / -	1,25 / -	2,23 / 95,0
Gnetophyta		0,52 / -	0,69 / -	1,56 / -	1,56 / -
Ranunculidae			0,15 / -	1,18 / -	1,82 / -
Hamamelidae				1,15 / -	2,02 / 95,0
Caryophyllidae					0,10 / -

Таблица С-5. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 5. Борейальный Казахстан

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	0,81 / -	0,82 / -	0,11 / -	1,01 / -	1,05 / -
Gnetophyta		0,94 / -	0,52 / -	1,04 / -	0,01 / -
Ranunculidae			0,72 / -	0,10 / -	2,04 / 95,0
Hamamelidae				0,30 / -	1,05 / -
Caryophyllidae					2,49 / 95,0

Таблица С-6. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 6. Восточная Европа

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	1,43 / -	0,68 / -	0,40 / -	2,36 / 95,0	1,03 / -
Gnetophyta		0,94 / -	1,63 / -	0,23 / -	1,09 / -
Ranunculidae			1,00 / -	1,60 / -	0,08 / -
Hamamelidae				2,69 / 99,0	1,52 / -
Caryophyllidae					2,02 / 95,0

Таблица С-7. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 7. Скандинавия

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	0,75 / -	1,06 / -	1,41 / -	1,19 / -	1,65 / -
Gnetophyta		0,00 / -	0,00 / -	0,00 / -	0,37 / -
Ranunculidae			0,00 / -	0,00 / -	0,53 / -
Hamamelidae				0,00 / -	0,71 / -
Caryophyllidae					0,59 / -

Таблица С-8. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 8. Западная Европа

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	0,82 / -	1,07 / -	0,17 / -	3,27 / 99,0	1,60 / -
Gnetophyta		0,00 / -	0,91 / -	2,34 / 95,0	0,14 / -
Ranunculidae			1,21 / -	2,38 / 95,0	0,70 / -
Hamamelidae				3,38 / 99,0	1,61 / -
Caryophyllidae					2,62 / 99,0

Таблица С-9. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 9. Восточная Азия

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	2,75 / 99,0	1,15 / -	0,65 / -	4,24 / 99,9	3,86 / 99,9
Gnetophyta		2,05 / 95,0	3,06 / 99,0	0,00 / -	1,60 / -
Ranunculidae			1,62 / -	3,21 / 99,0	1,21 / -
Hamamelidae				4,68 / 99,9	4,80 / 99,9
Caryophyllidae					2,62 / 99,9

Таблица С-10. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 10. Западный Китай

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	2,50 / 95,0	1,34 / -	1,64 / -	2,18 / 95,0	1,39 / -
Gnetophyta		1,19 / -	3,84 / 99,9	0,70 / -	4,60 / 99,9
Ranunculidae			2,80 / 99,0	0,65 / -	3,18 / 99,9
Hamamelidae				3,55 / 99,9	0,98 / -
Caryophyllidae					4,78 / 99,9

Таблица С-11. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 11. Туранский Казахстан

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	2,79 / 99,0	1,09 / -	1,13 / -	4,62 / 99,9	0,75 / -
Gnetophyta		1,62 / -	3,68 / 99,9	0,79 / -	3,68 / 99,9
Ranunculidae			2,07 / 95,0	2,48 / 99,0	1,61 / -
Hamamelidae				5,42 / 99,9	1,16 / -
Caryophyllidae					7,32 / 99,9

Таблица С-12. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 12. Центральная Азия

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	9,14 / 99,9	3,49 / 99,9	0,55 / -	3,85 / 99,9	1,86 / -
Gnetophyta		1,45 / -	4,56 / 99,9	1,45 / -	1,40 / -
Ranunculidae			1,50 / -	0,05 / -	2,79 / 99,0
Hamamelidae				4,24 / 99,9	2,43 / 95,0
Caryophyllidae					3,26 / 99,0

Таблица С-13. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 13. Крым, Кавказ

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	0,80 / -	0,64 / -	2,57 / 95,0	0,33 / -	3,65 / 99,9
Gnetophyta		0,25 / -	0,91 / -	1,00 / -	1,23 / -
Ranunculidae			2,07 / 95,0	0,88 / -	2,08 / 95,0
Hamamelidae				2,58 / 95,0	0,43 / -
Caryophyllidae					3,41 / 99,9

Таблица С-14. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 14. Западная Азия

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	1,06 / -	0,27 / -	0,39 / -	1,44 / -	0,16 / -
Gnetophyta		1,17 / -	0,28 / -	0,12 / -	1,05 / -
Ranunculidae			0,59 / -	1,53 / -	0,45 / -
Hamamelidae				1,10 / -	0,35 / -
Caryophyllidae					1,52 / -

Таблица С-15. Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 15. Северная Африка

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Hamamelidae	Caryophyllidae	Rosidae
Coniferophyta	0,00 / -	1,44 / -	1,48 / -	1,23 / -	1,15 / -
Gnetophyta		0,72 / -	0,75 / -	0,63 / -	0,57 / -
Ranunculidae			0,09 / -	0,21 / -	0,43 / -
Hamamelidae				0,32 / -	0,74 / -
Caryophyllidae					0,15 / -

Приложение D.

**Оценка достоверности отличий представительности
исследуемых систематических групп по группам
ареалогических комплексов Евразийского региона**

Таблица D-1. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Coniferophyta по группам комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Группы ареалогических комплексов	Восточно-азиатская	Среднеазиатская	Бореальная
Крымско-Кавказская	2,48 / 95,0	0,00 / -	0,00 / -
Восточноазиатская		2,48 / -95,0	2,48 / 95,0
Среднеазиатская			0,00 / -

Таблица D-2. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Gnetophyta по группам комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Группы ареалогических комплексов	Восточно-азиатская	Среднеазиатская	Бореальная
Крымско-Кавказская	2,17 / 95,0	2,26 / 95,0	2,17 / 95,0
Восточноазиатская		3,94 / 99,9	0,00 / -
Среднеазиатская			3,94 / 99,9

Таблица D-3. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Ranunculidae по группам комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Группы ареалогических комплексов	Восточно-азиатская	Среднеазиатская	Бореальная
Крымско-Кавказская	0,31 / -	2,44 / 95,0	1,51 / -
Восточноазиатская		1,67 / -	1,80 / -
Среднеазиатская			3,73 / 99,9

Таблица D-4. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Caryophyllidae по группам комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Группы ареалогических комплексов	Восточно-азиатская	Среднеазиатская	Бореальная
Крымско-Кавказская	2,57 / 95,0	5,78 / 99,9	2,57 / 95,0
Восточноазиатская		2,90 / 99,0	0,00 / -
Среднеазиатская			7,24 / 99,9

Таблица D-5. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Rosidae по группам комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Группы ареалогических комплексов	Восточно-азиатская	Среднеазиатская	Бореальная
Крымско-Кавказская	9,12 / 99,9	4,66 / 99,9	10,87 / 99,9
Восточноазиатская		4,60 / 99,9	1,96 / -
Среднеазиатская			6,38 / 99,9

Таблица D-6. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Hamamelidae по группам комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Группы ареалогических комплексов	Восточно-азиатская	Среднеазиатская	Бореальная
Крымско-Кавказская	0,69 / -	2,20 / 95,0	1,77 / -
Восточноазиатская		1,65 / -	1,14 / -
Среднеазиатская			0,70 / -

Таблица D-7. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности видов исследуемых систематических групп в Крымско-Кавказской группе комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Caryophyllidae	Rosidae	Hamamelidae
Coniferophyta	0,73 / -	0,44 / -	0,41 / -	3,62 / 99,9	3,90 / 99,9
Gnetophyta		0,63 / -	0,99 / -	1,24 / -	1,71 / -
Ranunculidae			0,40 / -	2,69 / 99,0	3,10 / 99,0
Caryophyllidae				3,64 / 99,9	3,73 / 99,9
Rosidae					1,28 / -

Таблица D-8. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности видов исследуемых систематических групп в Восточноазиатской группе комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Caryophyllidae	Rosidae	Hamamelidae
Coniferophyta	2,94 / 99,0	1,66 / -	4,53 / 99,9	4,73 / 99,9	0,69 / -
Gnetophyta		1,97 / -	0,00 / -	1,58 / -	2,65 / 95,0
Ranunculidae			2,99 / 99,0	1,17 / -	1,18 / -
Caryophyllidae				2,58 / 95,0	4,09 / 99,9
Rosidae					4,00 / 99,9

Таблица D-9. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности видов исследуемых систематических групп в Среднеазиатской группе комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Caryophyllidae	Rosidae	Hamamelidae
Coniferophyta	3,78 / 99,9	2,92 / 99,0	6,07 / 99,9	2,04 / 95,0	3,50 / 99,9
Gnetophyta		0,92 / -	0,95 / -	3,19 / 99,0	7,14 / 99,9
Ranunculidae			1,73 / -	2,41 / 95,0	6,07 / 99,9
Caryophyllidae				6,70 / 99,9	8,8 / 99,9
Rosidae					4,93 / 99,9

Таблица D-10. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности видов исследуемых систематических групп в Бореальной группе комплексов ареалогических районов.

Числитель – фактический критерий значимости отличий; знаменатель – достоверность отличий, %

Систематические группы	Gnetophyta	Ranunculidae	Caryophyllidae	Rosidae	Hamamelidae
Coniferophyta	1,80 / -	1,59 / -	2,88 / 99,0	1,98 / 95,0	1,56 / -
Gnetophyta		1,00 / -	0,00 / -	1,28 / -	1,24 / -
Ranunculidae			1,60 / -	1,65 / -	0,52 / -
Caryophyllidae				2,06 / 95,0	1,98 / -
Rosidae					0,15 / -

Приложение Е.
Классификация исследованных видов по группам
расселения растений рода и характеристики
холодоустойчивости этих видов.

Таблица Е-1. Число исследованных видов лиственницы с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и предельной холодоустойчивости в природном ареале вида (NTmin).

Обозначение групп расселения растений: Т-1 – типичная - 1; Т-2 – типичная – 2.

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале, градусы Цельсия	-56: -60			1Т1			1Т2
	-51:-55						
	-46:-50	1Т1					
	-41:-45		1Т1				
	-36:-40						
	-31:-35	2Т1	1Т2				
	-26:-30		1Т2				
	-21:-25		1Т2				
Число ареалогических районов охваченных природным ареалом	1	2	3	4	5	6	

Таблица Е-2. Анализы взаимосвязи между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения лиственницы

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	5	-0,815	95,0	$NT_{min} = -26 - 10,8n$
Типичная-2	4	-0,977	-	$NT_{min} = -11 - 7,5n$

Таблица Е-3. Классификация исследованных видов *Larix* по группам расселения, группы ареалогических комплексов и ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охвачен. природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Алматы	Баканас, Жезказган	Астана, Риддер
Типичная-1	<i>L. lubarskii</i>	Е	9	1	-32	-36	4	А	Б	В
	<i>L. olgensis</i>	Е	9	1	-32	-40	8	А	Б	В
	<i>L. amurensis</i>	Е	9	1	-48	-	-	А	А	А
	<i>L. sukaczewii</i>	В	3,6	2	-44	-41	0	А	А	А
	<i>L. gmelinii</i>	Е	2,4,9	3	-60	-41	0	А	А	А
Типичная-2	<i>L. polonica</i>	В	6,8	2	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>L. ochotensis</i>	Е	2,9	2	-26	-	-	В	В	В
	<i>L. kurilensis</i>	Е	2,9	2	-32	-36	4	А	Б	В
	<i>L. sibirica</i>	М	2,3,4,5,10,11	6	-56	-56	0	А	А	А

Таблица Е-4. Число исследованных видов пихты с различными сочетаниями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т-типичная; ТИ1 – типично-индефертная – 1; ТИ2 – типично-индефертная -2.

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60						1Т
	-51: -55						
	-46: -50						
	-41: -45	1ТИ1					
	-36: -40	1ТИ1					
	-31: -35	2ТИ1					
	-26: -30	1ТИ1					
	-21: -25	1ТИ1	1ТИ2				
-16: -20		1ТИ2					
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	

Таблица Е-5. Взаимосвязь между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) исследованных видов пихты

Характер выборки (Группы расселения)	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Все исследованные виды (Типичная)	9	-0,703	95,0	$NT_{min} = -22 - 4,8n$
Типично-индефертная 1	6	0,000	-	$n = const = 1$
Типично-индефертная 2	2	0,000	-	$n = const = 2$

Таблица Е-6. Классификация исследованных видов *Abies* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, и предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охваченных ареалом вида	Число ареал. районов, охваченных природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Алматы	Баканас, Жезказган	Астана, Риддер
Типично-индефертная 1	<i>A. mayriana</i>	Е	9	1	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>A. gracilis</i>	В	2	1	-28	-36	8	А	Б	В
	<i>A. holophylla</i>	Е	9	1	-32	-36	4	А	Б	В
	<i>A. sachalinensis</i>	Е	9	1	-32	-36	4	А	Б	В
	<i>A. semenovii</i>	М	12	1	-36	-36	0	А	А	В
	<i>A. nephrolepis</i>	Е	9	9	1	-44	-32	0	А	А
Типично-индефертная 2	<i>A. nordmanniana</i>	С	13,14	2	-16	-44	28	Б	Б	Б
	<i>A. alba</i>	В	6,8	2	-24	-36	12	Б	Б	В
Типичная	<i>A. sibirica</i>	М	2,3,4,5,10,11	6	-56	-48	0	А	А	А

Таблица Е-7 Число исследованных видов ели с различными сочетаниями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т-типичная; ТИ2 – типично-индеферентная (2); ТИзИ2 – типично-изотермическо-индиферентная (2); ТИзИ1 – типично-изотермическо-индиферентная (1); ТИз – типично-изотермическая; И1 – индеферентная -1; И2 – индеферентная - 2

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56:-60						1Т
	-51:-55						
	-46:-50		1ТИ2				
	-41:-45						
	-36:-40	1ТИзИ1	2ТИзИ2	1Из			
	-31:-35						
	-26:-30						
	-21:-25	1И1					
-16:-20		1И2					
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3	4	5	6

Таблица Е-8. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения ели

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	6	-0,812	95,0	$NTmin = -36 - 3,1n$
Изотермическая	4	0,000	-	$NTmin = const = -40$
Индеферентная-1	2	0,000	-	$n = const = 1$
Индеферентная-2	4	0,000	-	$n = const = 2$

Таблица Е-9. Классификация исследованных видов Рісеае по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареало гических ком-плексов	Индексы ареологиче-ских районов, охва-чен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охва-чен. природ. ареалом вида	Холодоу-стойчивость, градусы			Категории интродукцион-ной перспе-ктивы		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Амматы	Ваканас, Жезказган	Астана, РИАСР
Типичная	<i>P. obovata</i>	В	2,3,4,5,6,7	6	-56	-56	0	А	А	А
Типично-индифернтная (2)	<i>P. ajanensis</i>	Е	2,9	2	-48	-56	8	А	А	А
Типично-изотермиче-ская	<i>P. schrenkiana</i>	М	10,11,12	3	-40	-36	0	А	А	А
Типично-изотермиче-ски-индифе рнтная (2)	<i>P. abies</i>	В	6,8	2	-40	-41	1	А	А	А
	<i>P. fenica</i>	В	6,7	2	-40	-	-	А	А	А
Типично-изотермиче-ско-индифе рентная -1	<i>P. koratensis</i>	Е	9	1	-40	-41	1	А	А	А
Индифернтная- 2	<i>P. orientalis</i>	С	13,14	2	-20	-36	16	Б	Б	В
Индифернтная-1	<i>P. glehnii</i>	Е	9	1	-24	-41	17	Б	Б	Б

Таблица Е-10. Число исследованных видов сосны с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т1-типичная-1; Т2 – типичная -2; А - атипичная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60			1Т1			Т2
	-51:-55						
	-46:-50					Т2	
	-41:-45	1Т1А					
	-36:-40	1Т1А					
	-31:-35						
	-26:-30						
	-21:-25						
	-16:-20		2Т2А	1Т2А			
	-11:-15						
	-6:-10						
	0:-5			1Т2А			
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	

Таблица Е-11. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения сосны

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	3	-0,955	-	NTmin = -30 - 10n
Типичная-2	6	-0,858	95,0	NTmin = 10 - 10,5 n
Атипичная	6	+0,930	-99,0	NTmin = 15n - 53

Таблица Е-12. Классификация исследованных видов *Pinus* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологических районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареологических районов, охвачен. природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Аматеры	Ваканас, Жезказган	Астана, РИАСЕР
Типичная-1	<i>P. pumila</i>	Е	2,4,9	3	-60	-41	0	А	А	А
Типично (1)-атипичная	<i>P. funebris</i>	Е	9	1	-36	-41	5	А	А	Б
	<i>P. koraiensis</i>	Е	9	1	-44	-41	0	А	А	А
	<i>P. sembra</i>	В	6,8	2	-20	-36	16	Б	Б	В
Типично (2)-атипичная	<i>P. mugo</i>	В	6,8	2	-20	-41	21	Б	Б	Б
	<i>P. pallasiانا</i>	С	8,13,14	3	-16	-41	25	Б	Б	Б
	<i>P. brutia</i>	С	8,13,14	3	-4	-28	24	В	В	-
Типичная 2	<i>P. sibirica</i>	В	2,3,4,5,6	5	-48	-44	0	А	А	А
	<i>P. sylvestris</i>	В	2,3,4,5,6,8	6	-56	-54	0	А	А	А

Таблица Е-13. Число исследованных видов можжевельника с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т1-типичная-1; Т2 – типичная -2; А - атипичная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60					1Т1	1Т1
	-51:-55						
	-46:-50					1Т1	
	-41:-45			1Т1			
	-36:-40	2Т1А		2Т1			1Т2
	-31:-35	2Т1А					
	-26:-30						
	-21:-25			2Т2А			
	-16:-20	1Т2		1А	2А		
	-11:-15						
	-6:-10				1А		
	0:-5						
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	

Таблица Е-14. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения можжевельника

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	10	-0,925	99,0	$NT_{min} = -28 - 4,5n$
Типичная-2	4	-0,972	-	$NT_{min} = -16 - 4 n$
Атипичная	10	+0,895	99,0	$NT_{min} = 6,1n - 40$

Таблица Е-15. Классификация исследованных видов *Juniperus* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охвачен. природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной переспективности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Аматры	Баканас, Жезказган	Астана, Ринаер
Типичная-1	<i>J. davurica</i>	E	2,4,9	3	-41	-41	0	A	A	A
	<i>J. semiglobosa</i>	M	10,11,12	3	-36	-36	0	A	A	B
	<i>J. turkestanica</i>	M	10,11,12	3	-36	-36	0	A	A	B
	<i>J. pseudosabina</i>	M	3,4,10,11,12	5	-50	-41	0	A	A	A
	<i>J. communis</i>	B	1,2,3,6,8	5	-56	-32	0	A	A	A
	<i>J. sibirica</i>	M	2,3,4,6,11,12	6	-56	-36	0	A	A	A
Типично (1)-атипичная	<i>J. seravschanica</i>	M	12	1	-36	-36	0	A	A	B
	<i>J. rigida</i>	E	9	1	-36	-36	0	A	A	B
	<i>J. sargentii</i>	E	9	1	-32	-36	4	A	B	B
	<i>J. conferta</i>	E	9	1	-32	-24	0	A	B	B
Атипичная	<i>J. depressa</i>	C	8,12,13,14	4	-20	-28	8	B	B	-
	<i>J. oxycedrus</i>	C	8,12,13,14	4	-20	-24	4	B	B	-
	<i>J. excelsa</i>	C	8,12,13,14	4	-8	-32	24	B	B	-
	<i>J. foetidissima</i>	C	8,13,14	3	-16	-36	20	B	B	B
Типично (2) - атипичная	<i>J. oblonga</i>	C	12,13,14	3	-24	-36	12	A	A	B
	<i>J. polycarpus</i>	C	12,13,14	3	-24	-36	12	B	B	B
Типичная 2	<i>J. turcomanica</i>	M	12	1	-20	-36	16	B	B	B
	<i>J. sabina</i>	M	3,4,5,6,10,11	6	-40	-44	4	A	A	B

Таблица Е-16. Число исследованных видов хвойника с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т1-типичная-1; Т2 – типичная -2; Из – изотермическая; Т2Из – типично (2) - изотермическая

Интервалы предельной холодо устойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60			Т1		
	-51:-55					
	-46:-50					
	-41:-45					
	-36:-40	1Из	Т1	2Из	1Из	1Т2 1Т2Из
	-31:-35					
	-26:-30	2Т1			1Т2	
	-21:-25	1Т1				
	-16:-20				1Т2	
-11:-15		1Т2				
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	

Таблица Е-17. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения хвойника

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	5	-0,992	99,0	NTmin = -9 - 16,6n
Типичная-2	5	-0,992	95,0	NTmin = -10 - 4,1n
Изотермическая	5	0,000	-	NTmin = const = -36

Таблица E-18. Классификация исследованных видов *Eriodgia* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологических районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареологических районов, охвачен. природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной переносимости		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Амматы	Баканас, Жезказган	Астана, Ринаер
Типичная-1	<i>E. kokanica</i>	M	12	1	-24	-20	0	B	-	-
	<i>E. botschantzevii</i>	M	12	1	-26	-	-	A	-	-
	<i>E. strobilaceae</i>	M	11,12	2	-28	-16	0	A	B	-
	<i>E. pseudodistachya</i>	M	11,12	2	-40	-	-	A	A	A
	<i>E. sinica</i>	M	3,4,10	3	-60	-	-	A	A	A
Типично 2	<i>E. vvedenskyi</i>	C	12,13	2	-12	-	-	B	B	B
	<i>E. procera</i>	C	8,12,13,14	4	-20	-20	0	B	B	B
	<i>E. przewalskii</i>	M	4,10,11,12	4	-26	-	-	A	B	B
	<i>E. distachya</i>	C	3,5,6,8,13	5	-40	-32	0	A	A	A
Типично (2) – изотермическая	<i>E. equisetima</i>	C	4,10,11,12,13	5	-36	-24	0	A	A	B
Изотермическая	<i>E. gerardiana</i>	M	12	1	-36	-16	0	A	A	B
	<i>E. intermedia</i>	M	10,11,12	3	-36	-30	0	A	A	B
	<i>E. lomatolepis</i>	M	10,11,12	3	-36	-	-	A	A	B
	<i>E. glauca</i>	M	4,10,11,12	4	-36	-	-	A	A	B

Таблица Е-19. Число исследованных видов ломоноса с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т1-типичная-1; Т2 – типичная -2; Т3 – типичная – 3; А1 – атипичная – 1; А2 – атипичная – 2; Т1-А1 – типично (1) – атипичная (1); Т2 -А1 – типично (2) – атипичная (1); Т3 – А1 – типично (3) – атипичная (1); Т2-А2 – типично (2) – атипичная (2); Т3-А2 – типично (3) – атипичная (2)

Интервалы предельной холодо устойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60			1Т1					1Т2
	-51:-55								
	-46:-50		1Т1-А1	1-А1					
	-41:-45	3Т1							1Т3
	-36:-40			1Т2-А1					
	-31:-35								
	-26:-30	1Т2-А2			1Т2-А1				
	-21:-25	1Т2-А2							
	-16:-20		1Т2А2			1Т3-А1			
	-11:-15								
-6:-10				1Т3-А2					
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	8	

Таблица Е-20. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения ломоноса

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	5	-0,986	99,0	NTmin = -38 - 5,8n
Типичная-2	6	-0,790	95,0	NTmin = -19 - 3,9n
Типичная-3	3	-0,996	-	NTmin = 26 - 8,8n
Атипичная-1	5	+0,901	95,0	NTmin = 10n - 71
Атипичная-2	4	+0,993	-	NTmin = 5,7n - 31

Таблица E-21. Классификация исследованных видов *Clematis* и *Atragene* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NТmin) и интродукционном (СТmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охвачен. природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспеcтивности		
					NТmin	СТmin	Δ=NТmin-СТmin	Аматвы	Баканас, Жезказган	Астана, Римаер
Типичная-1	<i>C. brevicaudata</i>	E	9	1	-44	-40	0	A	A	A
	<i>C. glauca</i>	M	12	1	-44	-36	0	A	A	A
	<i>C. fusca</i>	E	9	1	-44	-	-	A	A	A
	<i>A. ochotensis</i>	E	2,4,9	3	-56	-36	0	A	A	A
	<i>A. macroretala</i>	E	2,9	2	-48	-32	0	A	A	A
Типично (1)-атипичная (1)										
Атипичная-1	<i>C. aethusifolia</i>	E	2,4,9	3	-50	-	-	A	A	A
Типично (2) – атипичная (1)	<i>C. tangutica</i>	M	4,10,12	3	-36	-42	6	A	A	B
	<i>C. songarica</i>	M	4,10,11,12	4	-28	-42	14	A	B	B
Типично (3) – атипичная (1)	<i>C. vitalba</i>	C	6,8,12,14,15	5	-20	-41	21	B	B	B
Типичная-2	<i>A. sibirica</i>	M	2,3,4,5,6,10,11,12	8	-56	-	-	A	A	A
Типично (2) – атипичная (2)	<i>C. serratifolia</i>	E	9	1	-26	-	-	A	B	-
	<i>C. hilariae</i>	M	12	1	-24	-	-	B	B	-
	<i>A. alpina</i>	B	6,8	2	-20	-36	16	B	B	B
Типичная-3	<i>C. orientalis</i>	C	2,3,5,6,11,12,13,14	8	-44	-41	0	A	A	B
Типично (3) – атипичная (2)	<i>C. viticella</i>	C	8,12,13,14	4	-8	-41	33	B	B	B

Таблица Е-22. Число исследованных видов барбариса с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т – типичная; А – атипичная; ТА – типично-атипичная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56:-60					
	-51:-55					
	-46:-50					1Т
	-41:-45	1А				
	-36:-40	1А				1Т
	-31:-35		1А			
	-26:-30				1АТ	
	-21:-25	2Т	2Т	2АТ		
	-16:-20	1Т	1Т			
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	

Таблица Е-23. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения барбариса

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	11	-0,821	99,0	$NT_{min} = -14 - 5,3n$
Атипичная	6	+0,712	90,0	$NT_{min} = 4,6n - 43$

Таблица E-24. Классификация исследованных видов *Verberis* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы рас- селения	Виды	Группы ареало- гичес ких комплек- сов	Индексы ареологич районов, охвачен. природ.- ареалом вида	Число ареал. районов, охва- чен. природ.- ареалом вида	Холодоу- стойчивость, градусы			Категории интродукцион- ной переспек- тивности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Аматэ	Ваканас, Жезказган	Астана, Риваер
Типичная	<i>V. orthobotrys</i>	M	12	1	-16	-	-	В	В	В
	<i>V. heterobotrys</i>	M	12	1	-24	-	-	В	В	В
	<i>V. nummularia</i>	M	12	1	-24	-44	20	Б	Б	Б
	<i>V. crataegina</i>	M	12,14	2	-16	-24	8	В	В	В
	<i>V. integririma</i>	M	10,12	2	-24	-41	17	Б	Б	Б
	<i>V. oblonga</i>	M	11,12	2	-24	-44	20	Б	Б	Б
	<i>V. sibirica</i>	M	2,3,4,5,11	5	-50	-44	0	А	А	А
	<i>V. vulgaris</i>	C	6,8,12,13,14	5	-36	-56	20	А	А	А
Атипичная	<i>V. amurensis</i>	E	9	1	-44	-44	0	А	А	А
	<i>V. karkaralinskis</i>	B	5	1	-36	-40	4	А	А	Б
	<i>V. iliensis</i>	M	10,11	2	-36	-42	6	А	А	Б
Типично- атипичная	<i>V. sphaerocarpa</i>	M	5,10,11,12	4	-32	-41	9	А	Б	Б
	<i>V. iberica</i>	C	12,13,14	3	-24	-24	0	В	В	В
	<i>V. orientalis</i>	C	12,13,14	3	-24	-36	12	Б	Б	В

Таблица Е-25. Число исследованных видов дуба с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т – типичная; А1 – атипичная - 1; А2 – атипичная - 2

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-46:-50		1А2		
	-41:-45				1Т
	-36:-40				
	-31:-35				
	-26:-30	1А1		1ТА2	
	-21:-25	1А1			
	-16:-20		4ТА1		1А2
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3	4

Таблица Е-26. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения дуба

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	6	-0,976	99,0	$NT_{min} = 2 - 9,7n$
Атипичная -1	6	+0,928	99,0	$NT_{min} = 9,1n - 35$
Атипичная -2	3	+0,991	-	$NT_{min} = 14n - 76$

Таблица E-27. Классификация исследованных видов *Quercus* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охваченных природо-ареалом вида	Число ареалогических районов, охваченных природо-ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Амзаты	Ваканас, Жезказган	Астана, Ривас
Типичная	<i>Q. robur</i>	C	5,6,8,13	4	-36	-48	12	A	A	B
Типично-атипичная (2)	<i>Q. macranthera</i>	C	12,13,14	3	-28	-48	20	A	B	B
Типично-атипичная (1)	<i>Q. castaneifolia</i>	C	12,13	2	-16	-36	20	B	B	B
	<i>Q. araxina</i>	C	12,13	2	-16	-36	20	B	B	B
	<i>Q. hartwissiana</i>	C	13,14	2	-16	-36	20	B	B	B
	<i>Q. pontica</i>	C	13,14	2	-20	-36	16	B	B	B
Атипичная 1	<i>Q. dentata</i>	E	9	1	-28	-48	20	A	B	B
	<i>Q. crispula</i>	E	9	1	-24	-28	4	B	B	B
Атипичная 2	<i>Q. mongolica</i>	E	2,9	2	-48	-48	0	A	A	A
	<i>Q. pubescens</i>	C	6,8,13,14	4	-20	-36	16	B	B	B

Таблица Е-28. Число исследованных видов вяза с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: А – атипичная; Из - изотермическая

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-46:-50	1Из		2АИз	1АИз		
	-41:-45						
	-36:-40				1А	1А	
	-31:-35						1А
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3	4	5	6

Таблица Е-29 Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения вяза

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Атипичная	6	+0,908	95,0	NTmin = 5,1n-64
Изотермическая	4	0,000	-	NTmin = const=-48

Таблица E-30. Классификация исследованных видов *Ulmus* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогич. районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охвачен. природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	d=N'Tmin-CTmin	Амматы	Ваканас, Жезказган	Астана, Ринар
Атипичная	<i>U. carpinifolia</i>	M	5,6,8,11,12,15	6	-32	-41	9	A	B	B
	<i>U. glabra</i>	C	6,8,12-14	5	-40	-48	8	A	A	A
	<i>U. laevis</i>	C	3,5,6,13	4	-40	-50	10	A	A	A
Атипично-изотермическая	<i>U. pumila</i>	E	2,4,9,11	4	-48	-48	0	A	A	A
	<i>U. macrosarxa</i>	E	2,4,9	3	-48	-41	0	A	A	A
	<i>U. japonica</i>	E	2,4,9	3	-48	-35	0	A	A	A
Изотермическая	<i>U. laciniata</i>	E	9	1	-48	-41	0	A	A	A

Таблица Е-31. Число исследованных видов березы с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т1-типичная-1; Т2 – типичная -2; А – атипичная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60		1А			1Т1	1Т1					1Т2
	-51: -55											
	-46: -50		2Т1А					1Т2				
	-41: -45	1Т1		1Т1А								
	-36: -40	1Т1					1Т2А					
	-31: -35	1Т1										
	-26: -30	2Т2	1Т2									
	-21: -25	1Т2										
	-16: -20											
	-11: -15											
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Таблица Е-32. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения березы

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	8	-0,835	99,0	$NT_{min} = -37 - 3,5n$
Типичная-2	7	-0,975	99,0	$Nt_{min} = -23 - 3,5n$
Атипичная	5	+0,762	95,0	$Nt_{min} = 4,3n - 60$

Таблица Е-33. Классификация исследованных видов *Betula* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы рас- селения	Виды	Группы ареало- гичес ких комплек- сов	Индексы ареологич районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охва- чен. природ. ареалом вида	Холодоу- стойчивость, градусы		Категории интродукцион- ной перспек- тивности			
					NTmin	CTmin	d=N ⁺ Tmin-CTmin	Амгаты	Ваканас, Жезказган	Астана, Риваер
Типичная-1	<i>B. nana</i>	B	1-4,6,8	6	-56	-48	0	A	A	A
	<i>B. pubescens</i>	B	2,3,5,6,8	5	-56	-50	0	A	A	A
	<i>B. ovalifolia</i>	E	9	1	-44	-41	0	A	A	A
	<i>B. costata</i>	E	9	1	-40	-41	1	A	A	A
	<i>B. schmidtii</i>	E	9	1	-32	-41	9	A	B	B
Типично (1) – атипичная	<i>B. ermanii</i>	E	2,9	2	-48	-41	0	A	A	A
	<i>B. gmelinii</i>	B	2,4	2	-48	-41	0	A	A	A
	<i>B. davurica</i>	E	2,4,9	3	-44	-50	0	A	A	A
Атипичная	<i>B. middendorffii</i>	E	2,9	2	-60	-52	0	A	A	A
	<i>B. microphylla</i>	M	2,4,10-12	5	-40	-41	1	A	A	A
Типичная 2	<i>B. pendula</i>	C	2-6,8-13	11	-60	-36	0	A	A	A
	<i>B. fruticosa</i>	E	2-4,6,8,9	6	-50	-41	0	A	A	A
	<i>B. medwedewii</i>	C	13,14	2	-28	-36	8	B	B	B
	<i>B. litwinowii</i>	C	13	1	-28	-36	8	B	B	B
	<i>B. maximowicziana</i>	E	9	1	-24	-40	16	B	B	B

Таблица Е-34. Число исследованных видов курчавки с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т – типичная; И-1 – индеферентная -1; И-2 – индеферентная - 2

Интервалы предельной холодо устойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-46:-50							1Т
	-41:-45						1Т	
	-36:-40	1И-1	1И-2	2Т	1Т	3Т		
	-31:-35	1И-1	1И-2					
	-26:-30	1И-1						
	-21:-25	3Т	1Т					
	-16:-20	2Т						
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	

Таблица Е-35. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения курчавки

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	14	-0,942	99,0	$NT_{min} = -17 - 4,4n$
Индеферентная-1	3	0,000	-	$n = const = 1$
Индеферентная-2	2	0,000	-	$n = const = 2$

Таблица E-36. Классификация исследованных видов *Alnus* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы рас- селения	Виды	Группы ареало- гичес ких комплек- сов	Индексы ареалогич районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охва- чен. природ. ареалом вида	Холодоу- стойчивость, градусы			Категории интродукцион- ной перспек- тивности			
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Алматы	Жезказган	Астана, РИАСР	
Типичная	<i>A. korotdagensis</i>	M	12	1	-16	-	-	В	В	В	
	<i>A. badghysi</i>	M	12	1	-16	-16	0	В	В	В	
	<i>A. karataviensis</i>	M	12	1	-24	-	-	В	В	В	
	<i>A. seravschanica</i>	M	12	1	-24	-	-	В	В	В	
	<i>A. avenia</i>	M	12	1	-24	-	-	В	В	В	
	<i>A. angustifolia</i>	C	13,14	2	-24	-	-	В	В	В	
	<i>A. laetevirens</i>	M	5,10,11	3	-36	-	-	А	А	В	
	<i>A. pyrifolia</i>	M	10,11,12	3	-36	-41	5	А	А	Б	
	<i>A. replicata</i>	C	6,11,12,13	4	-36	-24	0	А	А	В	
	<i>A. spinosa</i>	C	10,11,12,13,14	5	-36	-24	0	А	А	В	
	<i>A. compacta</i>	M	4,5,10,11,12	5	-36	-	-	А	А	В	
	<i>A. virgata</i>	M	4,5,10,11,12	5	-36	-	-	А	А	В	
	<i>A. pungens</i>	M	2,3,4,5,10,11	6	-44	-41	0	А	А	А	
	<i>A. frutescens</i>	M	2,3,4,5,6,10,11	7	-50	-41	0	А	А	А	
	Индифферент- ная1	<i>A. saucasica</i>	C	13	1	-28	-24	0	А	В	В
		<i>A. teretifolia</i>	M	11	1	-34	-	-	А	В	В
		<i>A. muschketowii</i>	M	11	1	-36	-41	5	А	А	Б
Индиффе- рентная 2	<i>A. decipiens</i>	M	5,11	2	-34	-	-	А	В	В	
	<i>A. canescens</i>	M	5,11	2	-36	-	-	А	Б	В	

Таблица Е-37. Число исследованных видов жузгуна с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т – типичная; ТИ – типично-индеферентная; ТАИ – типично-атипично-индеферентная; А – атипичная; И – индифферентная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-36:-40		3И	1Т
	-31:-35	2А	2И	1Т
	-26:-30		1ТАИ	1Т
	-21:-25	1Т	1ТИ	1А
	-16:-20	2Т	1И	
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3

Таблица Е-38. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения жузгуна

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	8	-0,880	99,0	$NT_{min} = -17 - 7,7n$
Атипичная	5	+0,906	95,0	$NT_{min} = 4,3n - 36$
Индифферентная	8	0,000	-	$n = const = 2$

Таблица Е-39. Классификация исследованных видов *Salix* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (STmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охваченных природными ареалами вида	Число ареалов, охваченных природными ареалами вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	STmin	d=NTmin-STmin	Амалты	Ваканас, Жезказган	Астана, Ринаер
Типичная	<i>C. setosum</i>	М	12	1	-20	-16	0	В	В	-
	<i>C. arborescens</i>	М	12	1	-20	-16	0	В	В	-
	<i>C. santoanum</i>	М	12	1	-24	-	-	В	В	-
	<i>C. leucocladum</i>	М	10,11,12	3	-28	-32	4	А	В	-
	<i>C. junceum</i>	М	10,11,12	3	-32	-24	0	А	В	-
	<i>C. litvinovii</i>	М	10,11,12	3	-36	-	-	А	А	В
Типично-индифферентная	<i>C. microcarpum</i>	М	11,12	2	-24	-24	0	В	В	-
Типично-атипично-индифферентная	<i>C. friste</i>	М	11,12	2	-28	-	-	А	В	-
Атипичная	<i>C. eriopodum</i>	М	12	1	-32	-24	0	А	В	-
	<i>C. crispum</i>	М	11	1	-32	-	-	А	В	-
	<i>C. polygonoides</i>	С	13,14,15	3	-24	-32	8	Б	В	-
Индифферентная	<i>C. rubescens</i>	М	10,12	2	-16	-24	8	В	-	-
	<i>C. murex</i>	М	11,12	2	-32	-32	0	А	В	-
	<i>C. rubiceudum</i>	М	10,11	2	-32	-24	0	А	В	-
	<i>C. aphyllum</i>	М	11,12	2	-36	-32	0	А	А	В
	<i>C. caput-medusae</i>	М	11,12	2	-36	-36	0	А	А	В
	<i>C. asanthopterum</i>	М	11,12	2	-36	-	-	А	А	В

Таблица Е-40. Число исследованных видов рододендрона с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т – типичная; А – атипичная

Интервалы предельной холодо устойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56:-60			1Т	2Т
	-51:-55				
	-46:-50			1Т	
	-41:-45				
	-36:-40		1Т		
	-31:-35				
	-26:-30	1А			
	-21:-25	1А	1ТА	1ТА	
	-16:-20				1А
	-11:-15				
	-6:-10		1Т		
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	

Таблица Е-41. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения рододендрона

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	8	-0,800	99,0	NTmin = 15 – 18,8n
Атипичная	5	+0,813	95,0	NTmin = 1,8n - 28

Таблица E-4.2. Классификация исследованных видов *Rhododendron* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охваченных природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охваченных природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной персекутивности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Амраты	Ваканас, Жезказган	Астана, Римаер
Типичная	Rh. parvifolium	E	1,2,4,9	4	-60	-41	0	А	А	А
	Rh. aureum	E	2,3,4,9	4	-60	-44	0	А	А	А
	Rh. camtschaticum	E	1,2,9	3	-56	-36	0	А	А	А
	Rh. dauricum	E	2,3,9	3	-50	-44	0	А	А	А
	Rh. ungerii	C	13,14	2	-36	-36	0	А	А	В
	Rh. smirnovii	C	13,14	2	-8	-36	28	Б	Б	В
Типично-атипичная	Rh. caucasicum	C	13,14	2	-24	-41	17	Б	Б	Б
	Rh. ponticum	C	8,13,14	3	-24	-32	8	Б	В	В
Атипичная	Rh. schlippenbachii	E	9	1	-28	-36	8	А	Б	В
	Rh. tschonoskii	E	9	1	-24	-36	12	Б	Б	В
	Rh. luteum	C	6,8,13,14	4	-20	-36	16	Б	Б	В

Таблица Е-43. Число исследованных видов тополя с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т-типичная; А – атипичная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60											1Т
	-51:-55											
	-46:-50	1А		1А		1Т						1Т
	-41:-45	1А									1Т	
	-36:-40											
	-31:-35		1Т									
	-26:-30						1ТА					
	-21:-25		1Т	1Т								
	-16:-20											
	-11:-15											
	-6:-10	1Т										
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Таблица Е-44. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения тополя

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	9	-0,814	99,0	$NT_{min} = -17 - 3,2n$
Атипичная	4	+0,866	-	$NT_{min} = 4n - 50$

Таблица E-45. Классификация исследованных видов *Populus* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы рас- селения	Виды	Группы ареало- гичес ких комплек- сов	Индексы ареалогич районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охва- чен. природ. ареалом вида	Холодоу- стойчивость, градусы			Категории интродукцион- ной перспек- тивности			
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Аматы	Ваканас, Жезказ- ган	Астана, PINAEP	
Типичная	<i>P. hircana</i>	C	13	1	-8	-8	0	B	-	-	
	<i>P. talassica</i>	M	11,12	2	-24	-41	17	B	B	B	
	<i>P. afghanica</i>	M	11,12	2	-32	-28	0	A	B	-	
	<i>P. pruinosa</i>	M	10,11,12	3	-24	-40	16	B	B	B	
	<i>P. laurifolia</i>	M	2,3,5,10,11	5	-50	-36	0	A	A	A	
	<i>P. alba</i>	C	4-6,10-15	10	-44	-56	12	A	A	A	
	<i>P. nigra</i>	C	2-6,8,10-15	11	-48	-56	8	A	A	A	
	<i>P. tremula</i>	C	2-6,8-13	11	-60	-32	0	A	A	A	
	Типично- атипичная	<i>P. euphratica</i>	C	4,10,12-15	6	-26	-36	10	A	B	B
		<i>P. maximowiczii</i> <i>P. korasana</i> <i>P. suaveolens</i>	E	9	1	-48	-41	0	A	A	A
E			9	1	-44	-41	0	A	A	A	
E	2,4,9		3	-48	-41	0	A	A	A		

Таблица Е-46. Число исследованных видов смородины с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т-типичная; А – атипичная; АТ – атипично-типичная; И-2 – индифферентная – 2; И-3 – индифферентная - 3

Интервалы предельной холодо устойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60		1И-2	3И-3				1Т
	-51:-55						1Т	
	-46:-50		2И-2	3И-3	1Т	1Т		
	-41:-45			1Т		1Т		
	-36:-40	2А	2А	2Т				
	-31:-35	3А						
	-26:-30	1А		1АТ				
	-21:-25	2Т	1АТ	1АТ				
	-16:-20	1Т		1А	1А			
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица Е-47. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения смородины

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	14	-0,892	99,0	$NT_{min} = -17 - 5,8n$
Атипичная	13	+0,721	99,0	$Nt_{min} = 4,5n - 39$
Индифферентная -2	3	0,000	-	$n = const = 2$
Индифферентная -3	6	0,000	-	$n = const = 3$

Таблица E-48. Классификация исследованных видов *Ribes* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы рас- селения	Виды	Группы ареало- гических комплек- сов	Индексы ареа- логич районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охва- чен. природ. ареалом вида	Холодоу- стойчивость, градусы				Категории интродукцион- ной перспек- тивности		
					NTmin	CTmin	D=NTmin- CTmin	Амалты	Баканас, Жезказган	Астана, Рыаср	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Типичная	<i>R. malvifolium</i>	M	12	1	-20	-	-	В	В	-	
	<i>R. villosum</i>	M	12	1	-24	-36	12	Б	Б	В	
	<i>R. latifolium</i>	E	9	1	-24	-36	12	Б	Б	В	
	<i>R. saxatile</i>	M	5,11,12	3	-36	-36	0	А	А	В	
	<i>R. heterotrichum</i>	M	5,11,12	3	-40	-42	2	А	А	А	
	<i>R. pulchellum</i>	E	2,4,9	3	-44	-	-	А	А	А	
	<i>R. procumbens</i>	E	2,3,4,9	4	-50	-41	0	А	А	А	
	<i>R. meyeri</i>	M	3,5,10,11,12	5	-44	-42	0	А	А	А	
	<i>R. atropurpureum</i>	M	2,3,4,5,11	5	-50	-44	0	А	А	А	
	<i>R. nigrum</i>	M	2,3,4,5,6,11	6	-56	-56	0	А	А	А	
	<i>R. spicatum</i>	E	2,3,4,5,6,8,9,11	8	-58	-60	2	А	А	А	
	Атипичная	<i>R. mandshuricum</i>	E	9	1	-40	-41	1	А	А	А
		<i>R. maximoviczanum</i>	E	9	1	-36	-44	8	А	А	Б
<i>R. sachalinense</i>		E	9	1	-32	-36	4	А	Б	В	
<i>R. horridum</i>		E	9	1	-32	-36	4	А	Б	В	
<i>R. komarovii</i>		E	9	1	-32	-44	12	А	Б	В	
<i>R. melananthum</i>		M	12	1	-28	-	-	А	В	В	
<i>R. janczewskii</i>		M	11,12	2	-36	-41	5	А	А	Б	
<i>R. fontaneum</i>		E	2,9	2	-36	-	-	А	А	В	
<i>R. petraeum</i>		B	6,8,15	3	-20	-36	16	Б	Б	В	
<i>R. orientale</i>		C	8,12,13,14	4	-20	-24	4	В	В	В	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Атипично-типичная	<i>R. aurcum</i>	C	13,14	2	-24	-	-	B	B	B
	<i>R. biebersteinii</i>	C	12,13,14	3	-24	-44	20	B	B	B
	<i>R. alpinum</i>	C	6,8,13	3	-28	-56	28	A	B	B
Индифферентная -2	<i>R. pallidiflorum</i>	E	2,9	2	-48	-36	0	A	A	A
	<i>R. palczewskii</i>	E	2,9	2	-48	-41	0	A	A	A
	<i>R. dikuscha</i>	E	2,9	2	-60	-56	0	A	A	A
Индифферентная-3	<i>R. diasantha</i>	E	2,4,9	3	-50	-44	0	A	A	A
	<i>R. graveolens</i>	B	2,3,4	3	-50	-26	0	A	A	A
	<i>R. altissimum</i>	B	2,3,4	3	-50	-44	0	A	A	A
	<i>R. pauciflorum</i>	E	2,4,9	3	-60	-56	0	A	A	A
	<i>R. fragrans</i>	E	2,4,9	3	-60	-41	0	A	A	A
	<i>R. triste</i>	E	1,2,9	3	-60	-56	0	A	A	A

Таблица Е-49. Число исследованных видов таволги с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: T1 – типичная - 1; T2 – типичная – 2

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60		1T1	1T1		2T1	1T1			
	-51:-55									
	-46:-50		2T1	2T1	1T1			1T2		1T2
	-41:-45	1T1	1T1	2T1				1T2		
	-36:-40									
	-31:-35		1T1							
	-26:-30				1T2					
	-21:-25	5T1-2								
	-16:-20	1T1-2								
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица Е-50. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения таволги

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	21	-0,785	99,0	$NT_{min} = -25 - 7n$
Типичная-2	10	-0,966	99,0	$NT_{min} = -19 - 3,5n$

Таблица Е-51. Классификация исследованных видов *Spiraea* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологических районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охвачен. природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной устойчивости			
					NTmin	CTmin	D=NTmin-CTmin	Алматы	Жақазған	Астана	
Типичная-1	<i>S. media</i>	E	2,3,4,6,9,11	6	-60	-56	0	A	A	A	
	<i>S. salicifolia</i>	E	2,3,4,6,9	5	-56	-44	0	A	A	A	
	<i>S. flexuosa</i>	M	2,3,5,6,8,12,14	5	-56	-41	0	A	A	A	
	<i>S. alpina</i>	M	2,3,4,10	4	-50	-42	0	A	A	A	
	<i>S. stevenii</i>	E	1,2,9	3	-56	-36	0	A	A	A	
	<i>S. aquilegifolia</i>	E	2,4,9	3	-48	-36	0	A	A	A	
	<i>S. sericeae</i>	E	2,4,9	3	-48	-40	0	A	A	A	
	<i>S. pubescens</i>	E	2,4,9	3	-44	-36	0	A	A	A	
	<i>S. betulifolia</i>	E	1,2,9	3	-44	-44	0	A	A	A	
	<i>S. dahurica</i>	E	2,9	2	-56	-	-	A	A	A	
	<i>S. tianschanica</i>	M	10,11	2	-50	-	-	A	A	A	
	<i>S. elegans</i>	E	2,9	2	-48	-30	0	A	A	A	
	<i>S. humilis</i>	E	2,9	2	-44	-42	0	A	A	A	
	<i>S. lasiocarpa</i>	M	11,12	2	-32	-41	9	A	B	B	
	<i>S. ussuriensis</i>	E	9	1	-44	-44	0	A	A	A	
	Типично (1) – типичная (2)	<i>S. beaverdiana</i>	E	9	1	-24	-41	17	B	B	B
		<i>S. aemiliana</i>	E	9	1	-24	-36	12	B	B	B
<i>S. baldschuanica</i>		M	12	1	-24	-36	12	B	B	B	
<i>S. pilosa</i>		M	12	1	-24	-22	0	B	B	B	
<i>S. firwinowii</i>		B	6	1	-24	-	-	B	B	B	
Типичная (2)	<i>S. pikovensis</i>	B	6	1	-20	-36	16	B	B	B	
	<i>S. trilobata</i>	M	3,5,10,11	4	-28	-44	16	A	B	B	
	<i>S. crenata</i>	M	2,3,5,6,8,12,14	7	-42	-41	0	A	A	A	
	<i>S. chamaedryfolia</i>	E	2,3,6,8,9,10,11	7	-50	-56	6	A	A	A	
	<i>S. hypericifolia</i>	C	2,3,4,6,10-14	9	-50	-42	0	A	A	A	

Таблица Е-52. Число исследованных видов малины с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т – типичная; А – атипичная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56:-60						1Т		
	-51:-55								
	-46:-50		1А					1Т	1Т
	-41:-45								
	-36:-40	1А	1А						
	-31:-35								
	-26:-30		1Т						
	-21:-25	7Т	3Т		1А				
	-16:-20	14Т	1Т		2А				
	-11:-15								
	-6:-10	4Т	3Т						
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	8	

Таблица Е-53. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения малины

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	36	-0,776	99,0	$NT_{min} = -12 - 5,2n$
Атипичная	6	+0,830	95,0	$NT_{min} = 8n - 51$

Таблица Е-54. Классификация исследованных видов *Rubus* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологических районов, охваченных природными ареалами вида	Число ареологических районов, охваченных природными ареалами вида	Холодоустойчивость, градусы				Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	D=NTmin-CTmin	Амалы	Баканас, Жезказган	Астана, Римаер	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Типичная	<i>R. discernendus</i>	C	13	1	-8	-16	8	B	-	-	
	<i>R. woronowii</i>	C	13	1	-8	-	-	B	-	-	
	<i>R. lepidulus</i>	C	13	1	-8	-	-	B	-	-	
	<i>R. dolichocarpus</i>	C	13	1	-8	-	-	B	-	-	
	<i>R. paratauricus</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>R. hirtimus</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>R. troitzkyi</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>R. piceiflorum</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>R. nakeralicus</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>R. moschus</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>R. tauricus</i>	C	13	1	-16	-20	4	B	-	-	
	<i>R. zangezura</i>	C	13	1	-16	-24	8	B	-	-	
	<i>R. leptostemon</i>	C	13	1	-20	-16	0	B	B	B	
	<i>R. ibericus</i>	C	13	1	-20	-36	16	B	B	B	
	<i>R. cyri</i>	C	13	1	-20	-16	0	B	B	B	
	<i>R. longipetiolatus</i>	C	13	1	-20	-	-	B	B	B	
	<i>R. kudigorensis</i>	C	13	1	-20	-	-	B	B	B	
	<i>R. ketzchovelli</i>	C	13	1	-20	-	-	B	B	B	
	<i>R. ossicus</i>	C	13	1	-24	-	-	B	B	B	
	<i>R. platyphyllus</i>	C	13	1	-24	-	-	B	B	B	
<i>R. platyphylloides</i>	C	13	1	-24	-	-	B	B	B		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Типичная	R. juzepeczukii R. kachethicus R. miszezenkoi R. georgicus R. hyrcanus R. raddeanus R. ochthodes R. lanuginosus R. anatolicus R. buschii R. caucasicus R. candicans R. sachalinensis R. idacus R. caesius	C C C C C C C C C C C B E M C	13 13 13 13 12,13 12,13 12,13 12,13 12,13 13,14 13,14 6,8 2-5,9,11 2,3,5,6,8,11,12 3,5,6,8,11,12,13,14	1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 6 7 8	-24 -24 -24 -24 -8 -8 -8 -16 -24 -24 -24 -28 -60 -48 -46	- - -16 -16 - - - - -28 -26 -36 -28 -44 -44 -44	- - 0 0 - - - - 4 2 12 0 0 0 0 0	B B B B B B B B B B B A A A A	B B B B - - - - B B B A A A A	- - - - - - - - - B B B A A A
Атипичная	R. crataegifolius R. komarovii R. nessenis R. discolor R. canescens R. hirtus	E E B C C C	9 2,9 6,8 6,8,13,14 6,8,13,14 6,8,13,14	1 2 2 4 4 4	-36 -48 -36 -24 -16 -16	-44 - -36 - -28 -36	8 - 0 - 12 20	A A A B B B	A A A B B B	Б А В В В В

Таблица Е-55. Число исследованных видов розы с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т – типичная; А1 – атипичная – 1; А2 – атипичная – 2

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60	1А1								1Т
	-51:-55									
	-46:-50		2А1	1А1				1Т		
	-41:-45	2А2								
	-36:-40	1А2		1А1	2А1	2Т	1Т			
	-31:-35	2А2	1А2							
	-26:-30	1Т	1ТА2		1Т		1А1			
	-21:-25	14Т	3Т	2ТА2	5ТА2					
	-16:-20	22Т	6Т	3ТА2	3А2					
	-11:-15									
	-6:-10	1Т								
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Таблица Е-56. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения розы

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	65	-0,787	99,0	$NT_{min} = -16 - 3,7n$
Атипичная -1	8	+0,960	99,0	$NT_{min} = 5,6n - 60$
Атипичная -2	19	+0,796	99,0	$NT_{min} = 5,2n - 41$

Таблица E-57. Классификация исследованных видов *Rosa* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологич. районов, охвачен. природа. ареалом вида	Число ареал. районов, охвачен. природа. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы				Категории интродукционной переспективности		
					NTmin	CTmin	dNTmin	CTmin	Амалты	Баканас, Жезказган	Астана, Риаар
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Типичная	<i>R. acicularis</i>	E	1-7,9,11	9	-60	-56	0	A	A	A	
	<i>R. majalis</i>	M	2-6,8,11	7	-50	-44	0	A	A	A	
	<i>R. canina</i>	C	6,8,12-15	6	-36	-56	20	A	A	B	
	<i>R. laxa</i>	M	3-5,10,12	5	-40	-56	16	A	A	A	
	<i>R. albertii</i>	M	4,5,10-12	5	-36	-44	8	A	A	B	
	<i>R. rubiginosa</i>	C	6,8,13,14	4	-28	-41	13	A	B	B	
	<i>R. caesia</i>	B	6,8	2	-24	-36	12	B	B	B	
	<i>R. caryophyllacea</i>	B	6,8	2	-24	-28	4	B	B	B	
	<i>R. atzeliana</i>	B	6,8	2	-24	-28	4	B	B	B	
	<i>R. elliptica</i>	B	6,8	2	-24	-28	4	B	B	B	
	<i>R. pendulina</i>	B	6,8	2	-20	-28	4	B	B	B	
	<i>R. svanetica</i>	C	13,14	2	-20	-36	16	B	B	B	
	<i>R. hirtissima</i>	C	13,14	2	-20	-	-	B	B	B	
	<i>R. boissieri</i>	C	13,14	2	-20	-26	6	B	B	B	
	<i>R. woronowii</i>	C	13,14	2	-16	-22	6	B	B	B	
	<i>R. didoensis</i>	C	13	1	-28	-	-	A	B	B	
	<i>R. oxyodon</i>	C	13	1	-24	-36	12	B	B	B	
<i>R. brotherora</i>	C	13	1	-24	-	-	B	B	B		
<i>R. buschiana</i>	C	13	1	-24	-	-	B	B	B		
<i>R. ermanica</i>	C	13	1	-24	-	-	B	B	B		
<i>R. koslowskii</i>	C	13	1	-24	-	-	B	B	B		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Типичная	<i>R. ovczinnikovii</i>	M	12	1	-24	-	-	B	B	-
	<i>R. popovii</i>	M	12	1	-24	-	-	B	B	-
	<i>R. longispala</i>	M	12	1	-24	-	-	B	B	-
	<i>R. bungeana</i>	M	12	1	-24	-22	0	B	B	-
	<i>R. ecae</i>	M	12	1	-24	-22	0	B	B	-
	<i>R. achburensis</i>	M	12	1	-24	-22	0	B	B	-
	<i>R. turkestanica</i>	M	12	1	-24	-22	0	B	B	-
	<i>R. maracandica</i>	M	12	1	-24	-36	12	B	B	B
	<i>R. piptocalyx</i>	M	12	1	-24	-36	12	B	B	B
	<i>R. kuhetangi</i>	M	12	1	-20	-28	8	B	B	-
	<i>R. prokhanovii</i>	C	13	1	-20	-	-	B	B	-
	<i>R. ossethica</i>	C	13	1	-20	-	-	B	B	-
	<i>R. sosnovskiyi</i>	C	13	1	-20	-	-	B	B	-
	<i>R. pubicaulis</i>	C	13	1	-20	-	-	B	B	-
	<i>R. balcarica</i>	C	13	1	-20	-16	0	B	B	-
	<i>R. adenophylla</i>	C	13	1	-20	-16	0	B	B	-
	<i>R. borissoviae</i>	C	13	1	-20	-22	2	B	B	-
	<i>R. nitidula</i>	B	6	1	-20	-	-	B	B	-
	<i>R. subafzeliana</i>	B	6	1	-20	-	-	B	B	-
	<i>R. vothyniensis</i>	B	6	1	-20	-	-	B	B	-
	<i>R. karakalensis</i>	M	12	1	-16	-36	20	B	B	B
	<i>R. bellicosa</i>	M	12	1	-16	-	-	B	B	-
	<i>R. moschus</i>	C	13	1	-16	-16	0	B	B	-
	<i>R. zangezura</i>	C	13	1	-16	-	-	B	B	-
	<i>R. transcaucasica</i>	C	13	1	-16	-	-	B	B	-
	<i>R. teberdensis</i>	C	13	1	-16	-	-	B	B	-
	<i>R. sosnovskyana</i>	C	13	1	-16	-	-	B	B	-
	<i>R. karjagini</i>	C	13	1	-16	-	-	B	B	-
	<i>R. atropatana</i>	C	13	1	-16	-	-	B	B	-
	<i>R. azerbaijdzhianica</i>	C	13	1	-16	-	-	B	B	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Типичная	<i>R. alexeankoi</i>	C	13	1	-8	-	-	B	-	-	
Типично- атипичная-2	<i>R. andegavensis</i>	B	8,6	2	-26	-	-	A	B	B	
	<i>R. nanothamnus</i>	M	10,11,12	3	-24	-36	12	B	B	B	
	<i>R. kokanica</i>	M	4,10,12	3	-24	-36	12	B	B	B	
	<i>R. agrestis</i>	C	6,8,13	3	-20	-36	16	B	B	B	
	<i>R. horrida</i>	C	8,13,14	3	-16	-36	20	B	B	B	
	<i>R. tschatyrdagi</i>	C	6,13,14	3	-16	-	-	B	B	B	
	<i>R. iberica</i>	C	8,12,13,14	4	-24	-	-	B	B	B	
	<i>R. tomentosa</i>	C	6,8,13,14	4	-24	-36	12	B	B	B	
	<i>R. obtusifolia</i>	C	6,8,13,14	4	-24	-36	12	B	B	B	
	<i>R. jundzilli</i>	C	6,8,13,14	4	-24	-40	16	B	B	B	
	<i>R. villosa</i>	C	6,8,13,14	4	-24	-56	32	B	B	B	
	Атипичная -2	<i>R. ussuriensis</i>	E	9	1	-44	-	-	A	A	A
		<i>R. kazarjani</i>	C	13	1	-44	-	-	A	A	A
<i>R. potentillaeflora</i>		M	11	1	-36	-	-	A	A	B	
<i>R. korshinskiana</i>		M	12	1	-32	-22	0	A	A	B	
<i>R. maximowicziana</i>		E	9	1	-32	-44	12	A	B	B	
<i>R. rugosa</i>		E	2,9	2	-32	-56	24	A	B	B	
<i>R. pulverulenta</i>		C	8,12,13,14	4	-20	-44	24	B	B	B	
<i>R. gallica</i>		C	6,8,13,14	4	-20	-36	16	B	B	B	
<i>R. micrantha</i>		C	6,8,13,14	4	-20	-44	24	B	B	B	
Атипичная -1		<i>R. jaceutica</i>	B	2	1	-56	-	-	A	A	A
		<i>R. davurica</i>	E	2,9	2	-48	-56	8	A	A	A
		<i>R. amblyotis</i>	E	2,9	2	-48	-56	8	A	A	A
		<i>R. oxyacantha</i>	B	2,3,4	3	-50	-41	0	A	A	A
	<i>R. fedtschenkoana</i>	M	10,11,12	3	-36	-36	0	A	A	B	
	<i>R. platycantha</i>	M	4,10,11,12	4	-36	-41	5	A	A	B	
	<i>R. beggeriana</i>	M	10,11,12,14	4	-36	-44	8	A	A	B	
	<i>R. corymbifera</i>	C	6,8,12-15	6	-30	-41	11	A	A	B	

Таблица Е-58. Число исследованных видов рябины с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т – типичная; А1 – атипичная – 1; А2 – атипичная – 2; И – индифферентная.

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60						1Т
	-51: -55						
	-46: -50	1А1И					
	-41: -45	2А1И				1Т	
	-36: -40	1А2И		1А1			
	-31: -35	2А2И					
	-26: -30						
	-21: -25		1Т	2А2			1А1
	-16: -20	2Т	2Т	4А2	1А2		
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	

Таблица Е-59. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения рябины

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	7	-0,969	99,0	$NT_{min} = -7 - 7,7n$
Атипичная -1	6	0,970	99,0	$NT_{min} = 4,8n - 52,5$
Атипичная -2	10	0,919	99,0	$NT_{min} = 7,7n - 40$
Индифферентная	6	0,000	-	$n = const = 1$

Таблица E-60. Классификация исследованных видов *Sorbus* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареало-гических комплексов	Индексы ареалогич-районов, охвачен. природа. ареалом вида	Число ареал. районов-охвачен. природ. ареалом вида	Холодоу-стойчивость, градусы			Категории интродукцион-ной перестек-тливности			
					NTmin	CTmin	PTmin	Аматы	Жезказган	Астана, Ринаер	
Типичная	<i>S. hajastana</i>	C	13	1	-16	-36	20	Б	Б	В	
	<i>S. caucasica</i>	C	13	1	-20	-36	16	Б	Б	В	
	<i>S. tamamschjanae</i>	C	13,14	2	-24	-36	12	Б	Б	В	
	<i>S. armeniaca</i>	C	12,13	2	-16	-36	20	Б	Б	В	
	<i>S. aria</i>	B	6,8	2	-20	-42	22	Б	Б	В	
	<i>S. aucuparia</i>	C	8,12,13,14,15	5	-44	-41	0	А	А	А	
Атипичная-1	<i>S. sibirica</i>	M	2,3,4,5,6,11	6	-56	-36	0	А	А	А	
	<i>S. tianshanica</i>	M	10,11,12	3	-36	-41	5	А	А	Б	
	<i>S. umbellata</i>	C	8,12,13,14,15	5	-32	-41	9	А	Б	Б	
	<i>S. torminalis</i>	C	6,8,12,13,14,15	6	-24	-32	8	Б	Б	В	
	Атипично (1) – индиффе-рентная	<i>S. anadyrensis</i>	B	2	1	-48	-36	0	А	А	А
		<i>S. amurensis</i>	E	9	1	-44	-41	0	А	А	А
<i>S. kamtschatcensis</i>		B	2	1	-44	-36	0	А	А	А	
Атипичная -2	<i>S. persica</i>	C	12,13,14	3	-24	-36	12	Б	Б	В	
	<i>S. kusnetzovii</i>	C	8,13,14	3	-24	-36	12	Б	Б	В	
	<i>S. subfusca</i>	C	12,13,14	3	-20	-36	16	Б	Б	В	
	<i>S. intermedia</i>	B	6,7,8	3	-20	-41	21	Б	Б	Б	
	<i>S. takhtajanii</i>	C	12,13,14	3	-16	-36	20	Б	Б	В	
	<i>S. luristanica</i>	C	12,13,14	3	-16	-36	20	Б	Б	В	
	<i>S. domestica</i>	C	8,13,14,15	4	-16	-41	25	Б	Б	В	
	Атипично (2) - индиффе-рентная	<i>S. alnifolia</i>	E	9	1	-36	-41	5	А	А	Б
<i>S. turkestanica</i>		M	12	1	-32	-36	4	А	Б	В	
<i>S. commixta</i>		E	9	1	-32	-41	9	А	Б	Б	

Таблица Е-61. Число исследованных видов груши с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т – типичная; ТИ – типично-индифферентная; И – индифферентная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-36:-40	1И				
	-31:-35					1Т
	-26:-30					
	-21:-25	8И				
	-16:-20	16И	2Т	2Т	1Т	
	-11:-15	1ТИ		1Т		
	-6:-10	2ТИ				
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3	4	5

Таблица Е-62. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения груши

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	10	-0,878	99,0	$NT_{min} = -5 - 4,5n$
Индифферентная	28	0,000	-	$n = const = 1$

Таблица Е-63. Классификация исследованных видов *Populus* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологических районов, охваченных природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охваченных природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы				Категории интродукционной перектливности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Амалы	Баканас, Жезказган	Астана, Ринаер	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Типичная	<i>P. hircana</i>	C	12,13	2	-16	-	-	B	B	B	
	<i>P. oxyptrion</i>	C	13,14	2	-16	-36	20	B	B	B	
	<i>P. boissieriana</i>	C	12,13,14	3	-12	-36	24	B	B	B	
	<i>P. syriaca</i>	C	12,13,14	3	-16	-10	0	B	B	-	
	<i>P. salicifolia</i>	C	12,13,14	3	-16	-36	20	B	B	B	
	<i>P. elaeagnifolia</i>	C	6,8,13,14	4	-20	-36	16	B	B	B	
	<i>P. communis</i>	C	6,8,12,13,14	5	-32	-48	16	A	A	A	
Типичноиндифферентная	<i>P. turcomanica</i>	M	12	1	-12	-36	24	B	B	B	
	<i>P. balansae</i>	C	13	1	-8	-22	14	B	B	B	
	<i>P. grossheimii</i>	C	13	1	-8	-26	18	B	B	B	
Индифферентная	<i>P. demetrii</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>P. browiczii</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>P. sosnovskii</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>P. tamamschianiae</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>P. theodorovii</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>P. voronovii</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>P. hajastana</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>P. nutans</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>P. saucasica</i>	C	13	1	-16	-36	20	B	B	B	
	<i>P. complexa</i>	C	13	1	-16	-16	0	B	-	-	
	<i>P. elata</i>	C	13	1	-16	-24	8	B	-	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Инди- ффе- рентная	<i>P. medvedevii</i>	C	13	1	-16	-36	20	Б	Б	Б
	<i>P. raddiana</i>	C	13	1	-16	-24	8	В	-	-
	<i>P. zangezura</i>	C	13	1	-16	-24	8	В	-	-
	<i>P. tadshikistanica</i>	M	12	1	-16	-28	12	Б	В	-
	<i>P. regelii</i>	M	12	1	-20	-41	21	Б	Б	Б
	<i>P. korshinskyi</i>	M	12	1	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>P. cajon</i>	M	12	1	-24	-36	12	Б	Б	-
	<i>P. eldarica</i>	C	13	1	-24	-16	0	В	-	-
	<i>P. georgica</i>	C	13	1	-24	-24	0	В	-	-
	<i>P. takhtadzhianii</i>	C	13	1	-24	-	-	-	В	-
	<i>P. sachokiana</i>	C	13	1	-24	-	-	-	В	-
	<i>P. ketzkhoveli</i>	C	13	1	-24	-	-	-	В	-
	<i>P. fedorovi</i>	C	13	1	-24	-	-	-	В	-

Таблица Е-64. Число исследованных видов кизильника с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т-типичная; А – атипичная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56: -60												1Т
	-51:-55												
	-46:-50							1Т					
	-41:-45	1А	1А										
	-36:-40	3А	1А	1А		1Т	1Т						
	-31:-35		2А	2ТА									
	-26:-30		1Т										
	-21:-25	7Т	3Т	1Т									
	-16:-20	4Т											
	-11:-15	2Т											
	-6:-10	1Т											
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

Таблица Е-65. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения кизильника

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	25	-0,888	99,0	$NT_{min} = -17 - 3,8n$
Атипичная	11	+0,439	-	$NT_{min} = 2n - 40$

Таблица Е-66. Классификация исследованных видов *Cotoneaster* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (STmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охваченных природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охваченных природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы				Категории интродукционной переспективности		
					NTmin	STmin	dNTmin	AMATY	BAKAS	JKAZGTAN	ASTANA, PИMEP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Типичная	<i>C. soczavianus</i>	C	13	1	-8	-	-	B	-	-	
	<i>C. turcomanicus</i>	M	12	1	-12	-	-	B	-	-	
	<i>C. tyttocarpus</i>	M	12	1	-12	-	-	B	-	-	
	<i>C. ovatus</i>	M	12	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>C. tauricus</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>C. saxatilis</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-	
	<i>C. discolor</i>	M	12	1	-20	-	-	B	-	-	
	<i>C. megalocarpus</i>	M	12	1	-24	-36	12	B	B	B	
	<i>C. karatavicus</i>	M	12	1	-24	-36	12	B	B	B	
	<i>C. insignis</i>	M	12	1	-24	-36	12	B	B	B	
	<i>C. subacutus</i>	M	12	1	-24	-24	0	B	B	B	
	<i>C. hissaricus</i>	M	12	1	-24	-	-	B	B	B	
	<i>C. armenus</i>	C	13	1	-24	-	-	B	B	B	
	<i>C. meyeri</i>	C	13	1	-24	-	-	B	B	B	
	<i>C. morulus</i>	C	13,14	2	-24	-	-	B	B	B	
	<i>C. transcausicus</i>	C	13,14	2	-24	-	-	B	B	B	
	<i>C. goloskovii</i>	M	11,12	2	-24	-	-	B	B	B	
<i>C. cinnabarinus</i>	B	6,7	2	-28	-36	8	B	B	B		
<i>C. allochrous</i>	M	10,11,12	3	-24	-36	12	B	B	B		
<i>C. integerrimus</i>	B	3,5,6,8,14	5	-40	-44	4	A	A	A		
<i>C. multiflorus</i>	C	5,10-14	6	-36	-36	0	A	A	A		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Типичная	<i>C. uniflorus</i>	М	2,3,5,6,10,11,12	7	-50	-41	0	А	А	А
	<i>C. melanocarpus</i>	С	2-6,8-14	12	-56	-56	0	А	А	А
Типично-атипичная	<i>C. nummularius</i>	С	12,13,14	3	-32	-22	0	А	В	В
	<i>C. roborowskii</i>	М	10,11,12	3	-32	-28	0	А	В	В
Атипичная	<i>C. oliganthus</i>	М	5,11,12	3	-36	-36	0	А	А	В
	<i>C. pojarkoviae</i>	М	11,12	2	-32	-28	0	А	В	В
	<i>C. nummularioides</i>	С	12,13	2	-32	-28	0	А	В	В
	<i>C. songoricus</i>	М	11,12	2	-36	-24	0	А	А	В
	<i>C. mongolicus</i>	В	2,4	2	-44	-	-	А	А	А
	<i>C. zeravschanicus</i>	М	12	1	-36	-24	0	А	А	В
	<i>C. krasnovii</i>	М	11	1	-36	-	-	А	А	В
	<i>C. antoninae</i>	В	6	1	-36	-	-	А	А	В
	<i>C. lucidus</i>	В	2	1	-44	-56	12	А	А	А

Таблица Е-67. Число исследованных видов боярышника с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т1-типичная - 1; Т2 – типичная – 2; А – атипичная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-46:-50			1Т1				1Т2
	-41:-45	1Т1	1Т1					
	-36:-40	2Т1А	1А					
	-31:-35	1А	1А		1Т2			
	-26:-30	2Т2	1Т2А					
	-21:-25	9Т2	1Т2А	2Т2А				
	-16:-20	26Т2	6Т2	7А	1А			
-11:-15	2Т2							
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	6	7	

Таблица Е-68. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения боярышника

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	5	-0,792	95,0	$NT_{min} = -34 - 4,8n$
Типичная -2	41	-0,825	99,0	$NT_{min} = -14 - 4,7n$
Атипичная	17	+0,838	99,0	$NT_{min} = 7,4n - 42$

Таблица E-69. Классификация исследованных видов *Stataegus* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы рас- селения	Виды	Группы ареало гичес ких комплекс- сов	Индексy ареалогич районов, охвачен. природ. ареалом вида	Число ареал. районов- вохвачен. природ. ареалом вида	Холодоу- стойчивость, градусы				Категории интродукцион- ной переспек- тивности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin- CTmin	CTmin	Амкаты	Баканас, Жезказган	Астана, РивасР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Типичная-1	<i>C. dahuica</i>	E	2,4,9	3	-48	-41	0	A	A	A	
	<i>C. maximowiczii</i>	E	2,9	2	-44	-56	12	A	A	A	
	<i>C. pinnatifida</i>	E	9	1	-44	-44	0	A	A	A	
Типично (1)-атипичная	<i>C. korolkowii</i>	M	12	1	-36	-56	20	A	A	B	
	<i>C. turkestanica</i>	M	12	1	-36	-36	0	A	A	B	
Атипичная	<i>C. ambigua</i>	B	6	1	-32	-36	4	A	A	B	
	<i>C. pseudosanguinea</i>	M	5,11	2	-36	-	-	A	A	B	
	<i>C. chlorosarca</i>	E	2,9	2	-32	-44	12	A	B	B	
	<i>C. microphylla</i>	C	12,13,14	3	-20	-36	16	B	B	B	
	<i>C. monogyna</i>	C	6,8,13	3	-20	-41	21	B	B	B	
	<i>C. meyeri</i>	C	12,13,14	3	-16	-36	20	B	B	B	
	<i>C. atrosanguinea</i>	C	12,13,14	3	-16	-24	8	B	B	B	
	<i>C. pseudoheterophylla</i>	C	12,13,14	3	-16	-36	20	B	B	B	
	<i>C. pallasii</i>	C	6,13,14	3	-16	-20	4	B	B	B	
	<i>C. laciniata</i>	C	8,13,14	3	-16	-24	8	B	B	B	
	<i>C. pentogyna</i>	C	6,8,13,14	4	-20	-41	21	B	B	B	
Типично (2)-атипичная	<i>C. orientobaltica</i>	B	6,8	2	-28	-24	0	A	B	B	
	<i>C. laevigata</i>	B	6,8	2	-24	-24	0	B	B	B	
	<i>C. pontica</i>	C	12,13,14	3	-24	-36	12	B	B	B	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Типично	<i>C. songarica</i>	M	10,11,12	3	-24	-36	13	B	B	B
(2)-атипичная										
Типичная -2	<i>C. sanguinea</i>	M	2-6,11,12	7	-50	-56	6	A	A	A
	<i>C. curvisepala</i>	C	6,8,13,14	4	-32	-44	12	A	B	B
	<i>C. palmstruochii</i>	B	6,8	2	-20	-36	16	B	B	B
	<i>C. subborealis</i>	B	6,8	2	-20	-24	4	B	-	-
	<i>C. plagiosepala</i>	B	6,8	2	-20	-24	4	B	-	-
	<i>C. lindmani</i>	B	6,8	2	-20	-24	4	B	-	-
	<i>C. szovitsii</i>	C	12,13	2	-16	-24	4	B	-	-
	<i>C. tournefortii</i>	C	8,13	2	-16	-32	16	B	B	B
	<i>C. fallacina</i>	B	6	1	-26	-	-	A	B	B
	<i>C. klokovii</i>	B	6	1	-26	-	-	A	B	B
	<i>C. knorringiana</i>	M	12	1	-24	-28	4	B	B	B
	<i>C. almaatensis</i>	M	11	1	-24	-41	17	B	B	B
	<i>C. remotilobata</i>	M	12	1	-24	-36	12	B	B	B
	<i>C. hissarica</i>	M	12	1	-24	-36	12	B	B	B
	<i>C. ucrainica</i>	B	6	1	-24	-24	0	B	B	B
	<i>C. jozana</i>	E	9	1	-24	-	-	B	B	B
	<i>C. necopinata</i>	M	12	1	-24	-	-	B	B	B
	<i>C. pamiroalata</i>	M	12	1	-24	-	-	B	B	B
	<i>C. transcaspica</i>	M	11	1	-22	-24	2	B	B	B
	<i>C. ferganensis</i>	M	12	1	-20	-36	16	B	B	B
	<i>C. tianshanica</i>	M	12	1	-20	-44	24	B	B	B
	<i>C. dzhairensis</i>	M	12	1	-20	-28	8	B	B	B
	<i>C. insularis</i>	B	6	1	-20	-	-	B	B	B
	<i>C. isfaramensis</i>	M	12	1	-20	-	-	B	B	B
	<i>C. pseudoambigua</i>	M	12	1	-16	-36	20	B	B	B
	<i>C. turcomanica</i>	M	12	1	-16	-36	20	B	B	B
Типичная -2	<i>C. dipyrrena</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-
	<i>C. karadaghensis</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	-
	<i>C. armena</i>	C	13	1	-16	-	-	B	-	B
	<i>C. caucasica</i>	C	13	1	-16	-36	20	B	B	B
	<i>C. sphaenophylla</i>	C	13	1	-16	-24	8	B	B	B
	<i>C. stankovii</i>	C	13	1	-16	-24	8	B	B	B
	<i>C. taurica</i>	C	13	1	-16	-16	0	B	B	B
	<i>C. zangezura</i>	C	13	1	-16	-24	8	B	B	B
	<i>C. eriantha</i>	C	13	1	-16	-24	8	B	B	B
	<i>C. pseudomelanocarpa</i>	M	12	1	-12	-36	24	B	B	B
	<i>C. pseudoazarolus</i>	M	12	1	-12	-24	12	B	B	B

Таблица Е-70. Число исследованных видов вишни с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т-типичная ; А – атипичная

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-36:-40	3А	1А		1Т		
	-31:-35	1А					
	-26:-30						
	-21:-25	2Т		2ТА			
	-16:-20	2Т					1А
	-11:-15	1Т					
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3	4	5	6

Таблица Е-71. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения вишни

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	8	-0,788	95,0	$NT_{min} = -12 - 3,4n$
Атипичная	8	+0,884	99,0	$NT_{min} = 3,4n - 38$

Таблица Е-72. Классификация исследованных видов *Cerasus* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологических районов, охваченных природными ареалами вида	Число ареологических районов, охваченных природными ареалами вида	Холодоустойчивость, грааусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Амматы	Баканас, Жезказган	Астана, Ринаер
Типичная	<i>C. turcomanica</i>	M	12	1	-16	-26	10	Б	В	-
	<i>C. pseudoprostrata</i>	M	12	1	-16	-26	10	Б	В	-
	<i>C. amygdaliflora</i>	M	12	1	-12	-	-	В	В	-
	<i>C. tadshikistanica</i>	M	12	1	-24	-36	12	Б	В	В
	<i>C. kurlensis</i>	E	9	1	-24	-36	12	Б	В	В
	<i>C. fruticosa</i>	C	5,6,8,13	4	-40	-44	4	А	А	А
Типично-атипичная	<i>C. incana</i>	C	12,13,14	3	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>C. microcarpa</i>	C	12,13,14	3	-24	-36	12	Б	Б	В
Атипичная	<i>C. bifrons</i>	M	12	1	-36	-41	5	А	А	А
	<i>C. alaiica</i>	M	12	1	-36	-36	0	А	А	В
	<i>C. glandulosa</i>	E	9	1	-36	-40	4	А	Б	В
	<i>C. verrucosa</i>	M	12	1	-32	-36	4	А	А	Б
	<i>C. tianschanica</i>	M	11,12	2	-36	-41	5	А	А	Б
	<i>C. avium</i>	C	6,8,12-15	6	-24	-40	16	Б	Б	Б

Таблица Е-73. Число исследованных видов миндаля с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т1-типичная - 1; Т2 – типичная – 2

Интервалы предельной холодо устойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-41:-45			1Т1		1Т2
	-36:-40					
	-31:-35	1Т1	1Т1			
	-26:-30					
	-21:-25	4Т1			1Т2	
	-16:-20	4Т1		1Т2		
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	

Таблица Е-74. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения миндаля

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	11	-0,835	99,0	NTmin = -9 – 11,6n
Типичная -2	3	-0,975	-	NTmin = -23 – 13n

Таблица Е-75. Классификация исследованных видов *Amudalus* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологических районов, охваченных природным ареалом вида	Число ареологических районов, охваченных природным ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности			
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Аматты	Баканас, Жезказган	Астана, Римаер	
Типичная -1	<i>A. brahuica</i>	М	12	1	-16	-	-	В	В	В	
	<i>A. turcomanica</i>	М	12	1	-16	-16	0	В	В	В	
	<i>A. scoparia</i>	М	12	1	-16	-16	0	В	В	В	
	<i>A. nairca</i>	С	13	1	-16	-8	0	В	В	В	
	<i>A. georgica</i>	С	13	1	-24	-36	12	Б	Б	В	
	<i>A. spinosissima</i>	М	12	1	-24	-24	0	В	В	В	
	<i>A. petunilkowii</i>	М	12	1	-24	-41	17	Б	Б	В	
	<i>A. susakensis</i>	М	12	1	-22	-	-	В	В	В	
	<i>A. bucharica</i>	М	12	1	-32	-36	4	Б	Б	В	
	<i>A. ledeburiana</i>	М	5,11	2	-32	-41	9	Б	Б	В	
	<i>A. pedunculata</i>	Е	2,4,9	3	-44	-41	0	А	А	А	
	Типичная -2	<i>A. fenziana</i>	С	12,13,14	3	-16	-24	8	В	В	В
		<i>A. communis</i>	С	12,13,14,15	4	-24	-36	12	Б	Б	В
<i>A. nana</i>		С	3,5,6,8,13	5	-42	-40	0	А	А	А	

Таблица Е-76. Число исследованных видов караганы с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т-типичная; ТА1 – типично-атипичная -1; ТА2 – типично-атипичная – 2; А1 – атипичная -1; А2 – атипичная - 2

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-46:-50			2А2		1Т	
	-41:-45	1А1		1А2	1ТА2	1ТА2	
	-36:-40	1А1		1Т	1Т		1А2
	-31:-35		1ТА1	2ТА1			
	-26:-30						
	-21:-25		1Т	1А1			
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3	4	5	6

Таблица Е-77. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения караганы

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	9	-0,902	99,0	NTmin = -15– 6,4 n
Атипичная-1	6	+0,787	95,0	NTmin = 5,1 n – 43
Атипичная-2	6	-0,812	99,0	NTmin = 3,2 n – 58

Таблица Е-78. Классификация исследованных видов Сагадана по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологических районов, охваченных природ. ареалом вида	Число ареологических районов, охваченных природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Аматы	Ваканас, Жезказган	Астана, Ринаср
Типичная (Г)	<i>C. turkestanica</i>	М	11,12	2	-24	-41	17	Б	Б	Б
	<i>C. pumila</i>	М	3,5,11	3	-36	-36	0	А	А	В
	<i>C. leucophloea</i>	М	3,4,10,11	4	-36	-36	0	А	А	В
	<i>C. arborescens</i>	М	2,3,4,5,11	5	-50	-56	6	А	А	А
Типично – атипичная -1 (ГА-1)	<i>C. hololeuca</i>	М	10,11	2	-32	-42	10	А	А	Б
	<i>C. lacta</i>	М	10,11,12	3	-32	-36	4	А	Б	В
	<i>C. pleiophylla</i>	М	10,11,12	3	-32	-36	4	А	Б	В
Типично – атипичная-2 (ГА-2)	<i>C. stenophylla</i>	М	2,4,10,12	4	-44	-42	0	А	А	А
	<i>C. jubata</i>	М	2,4,10,11,12	5	-44	-42	0	А	А	А
Атипичная -1 (А-1)	<i>C. fruticosa</i>	Е	9	1	-44	-56	12	А	А	А
	<i>C. ussuriensis</i>	Е	9	1	-36	-36	0	А	А	В
	<i>C. grandiflora</i>	С	11,12,13	3	-24	-26	2	Б	В	В
Атипичная -2 (А-2)	<i>C. spinosa</i>	В	2,3,4	3	-50	-40	0	А	А	А
	<i>C. aurantiaca</i>	М	10,11,12	3	-48	-44	0	А	А	А
	<i>C. microphylla</i>	Е	2,4,9	3	-44	-44	0	А	А	А
	<i>C. frutex</i>	М	3,5,6,10,11,12	6	-40	-44	4	А	А	А

Таблица E-79. Число исследованных видов дерена с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т-типичная; ТИ – типично-индифферентная; И - индифферентная

Интервалы предельной холодо устойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56:-60					1ТИ
	-51:-55					
	-46:-50					
	-41:-45					
	-36:-40					
	-31:-35					
	-26:-30		1Т			
	-21:-25	2Т	1Т			2И
	-16:-20		2Т			
Число ареалогических районов в природном ареале вида	1	2	3	4	5	

Таблица E-80. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения дерена

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная	7	-0,850	95,0	NTmin= -10– 8,5 n
индифферентная	3	0,000	-	n = const = 5

Таблица Е-81. Классификация исследованных видов *Cornus* по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареалогических комплексов	Индексы ареалогических районов, охваченных природными ареалами вида	Число ареалогических районов, охваченных природными ареалами вида	Холодоустойчивость, градусы			Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Аматеры	Ваканас, Жезказган	Астана, Ринаер
Типичная	<i>C. iberica</i>	C	13	1	-24	-41	17	Б	Б	Б
	<i>C. darvasica</i>	M	12	1	-24	-41	17	Б	Б	Б
	<i>C. meyeri</i>	C	12,13	2	-16	-36	20	Б	Б	Б
	<i>C. koenigii</i>	C	13,14	2	-16	-24	8	Б	Б	-
	<i>C. cotroversa</i>	E	9,12	2	-24	-36	12	Б	Б	Б
	<i>C. sanguinea</i>	B	6,8	2	-28	-40	12	А	Б	Б
Типично-индифферентная	<i>C. alba</i>	E	2,3,4,6,9	5	-56	-56	0	А	А	А
Индифферентная	<i>C. mas</i>	C	6,8,12,13,14	5	-24	-41	17	Б	Б	Б
	<i>C. australis</i>	C	6,8,12,13,14	5	-24	-36	12	Б	Б	Б

Таблица Е-82. Число исследованных видов жимолости с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).

Обозначения групп расселения растений: Т1 – типичная - 1; Т2 – типичная - 2; А1 атипичная -1; А2 – атипичная -2; И1 – индифферентная -1; И2 – индифферентная -2

Интервалы предельной холодоустойчивости в природном ареале вида, градусы Цельсия	-56:-60				1Т1А2			
	-51:-55							
	-46:-50		1Т1	1Т1		1Т2А2		
	-41:-45	2Т1И1	1Т1	1Т1И2	1Т2		1Т2А2	
	-36:-40	1Т1И1	1Т1	1Т2И2	1Т2			
	-31:-35	4Т1А1И1		1Т2И2				
	-26:-30			3Т2И2				
	-21:-25	Т2И1	5Т2А1	2Т2И2	1Т2			
	-16:-20	3Т2И1	3Т2А1					
	-11:-15							
-6:-10			1А1И2					
Число ареалогических районов в природном ареале вида		1	2	3	4	5	6	7

Таблица Е-83. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения жимолости

Группы расселения	Объем выборки	Коэффициенты корреляции	Достоверность корреляции, %	Уравнения
Типичная-1	13	-0,839	99,0	$NT_{min} = -26 - 7,9 n$
Типичная-2	20	-0,870	99,0	$NT_{min} = -15 - 4,9 n$
Атипичная-1	13	+0,994	99,0	$NT_{min} = 11,3n - 44$
Атипичная-2	3	+1,000	-	$NT_{min} = 4n - 72$
Индифферентная-1	11	0,000	-	$n = const = 1$
Индифферентная-2	10	0,000	-	$n = const = 3$

Таблица Е-84. Классификация исследованных видов *Lonicera* по группам расселения, группы ареологических комплексов, ареологические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах

Группы расселения	Виды	Группы ареологических комплексов	Индексы ареологических районов, охваченных природ. ареалом вида	Число ареал. районов, охваченных природ. ареалом вида	Холодоустойчивость, градусы				Категории интродукционной перспективности		
					NTmin	CTmin	d=NTmin-CTmin	Аматты	Баканас, Жезказган	Астана, Ринаер	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Типично (1)-атипично (1)-индифферентная (1)	<i>L. sachalinensis</i>	E	9	1	-32	-36	4	A	B	B	
	<i>L. tolmachevii</i>	E	9	1	-32	-36	4	A	B	B	
	<i>L. praeflorens</i>	E	9	1	-32	-41	9	A	B	B	
	<i>L. maackii</i>	E	9	1	-32	-44	12	A	B	B	
Типично (1)-индифферентная (1)	<i>L. glehnii</i>	E	9	1	-36	-41	5	A	A	B	
	<i>L. maximowiczii</i>	E	9	1	-44	-56	12	A	A	A	
	<i>L. ruprechtiana</i>	E	9	1	-44	-44	0	A	A	A	
Типичная -1	<i>L. ilensis</i>	M	10,11	2	-36	-36	0	A	A	B	
	<i>L. chamissoi</i>	E	2,9	2	-44	-44	0	A	A	A	
	<i>L. edulis</i>	E	2,9	2	-48	-56	8	A	A	A	
Типично (1)-индифферентная (2)	<i>L. xylosteum</i>	B	3,6,8	3	-44	-44	0	A	A	A	
	<i>L. chrysantha</i>	E	2,4,9	3	-48	-56	8	A	A	A	
Типично (1)-атипичная (2)	<i>L. altaica</i>	M	2,3,4,11	4	-56	-41	0	A	A	A	

Продолжение таблицы Е-84

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Типично (2)- атипичная (2)	<i>L. microphylla</i>	М	3,4,5,10,11,12	6	-48	-41	0	А	А	А
	<i>L. hispida</i>	М	2-5,10-12	7	-44	-41	0	А	А	А
Типичная (2)	<i>L. tatarica</i>	М	5,6,10,11	4	-44	-56	12	А	А	А
	<i>L. stenantha</i>	М	5,10-12	4	-36	-36	0	А	Б	В
	<i>L. nummularifolia</i>	М	8,11,12,14	4	-24	-42	18	Б	Б	Б
	<i>L. karelinii</i>	М	10,11,12	3	-36	-36	0	А	Б	В
Типично (2) – индифферентная (2)	<i>L. alberti</i>	М	5,10,11	3	-32	-16	0	А	В	В
	<i>L. albertii</i>	М	10,11,12	3	-28	-41	13	А	Б	Б
	<i>L. simulatrix</i>	М	10,11,12	3	-28	-36	8	А	Б	В
	<i>L. altmannii</i>	М	10,11,12	3	-28	-42	14	А	Б	Б
	<i>L. caucasica</i>	С	12,13,14	3	-24	-41	17	Б	Б	Б
	<i>L. caprifolium</i>	С	8,13,14	3	-24	-41	17	Б	Б	Б
	<i>L. stevensiana</i>	С	13	1	-24	-24	0	В	В	-
Типично (2) – индифферентная (1)	<i>L. zaravschanica</i>	М	12	1	-20	-36	16	Б	Б	В
	<i>L. paradoxa</i>	М	12	1	-20	-36	16	Б	Б	В
	<i>L. lanata</i>	М	12	1	-20	-36	16	Б	Б	В
	<i>L. nigra</i>	В	6,8	2	-20	-44	24	Б	Б	Б
Типично (2) – атипичная (1)	<i>L. floribunda</i>	С	12,13	2	-20	-36	16	Б	Б	В
	<i>L. saerulea</i>	В	6,8	2	-20	-44	24	Б	Б	Б
	<i>L. bracteolaris</i>	С	12,13	2	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>L. cinerea</i>	М	11,12	2	-24	-28	4	Б	В	В
	<i>L. iberica</i>	С	12,13	2	-24	-36	12	Б	Б	В
	<i>L. korolkowii</i>	М	11,12	2	-24	-41	17	Б	Б	Б
	<i>L. olgae</i>	М	11,12	2	-24	-42	18	Б	Б	Б
Атипично (1) – индифферент- ная (2)	<i>L. etrusca</i>	С	13,14,15	3	-8	-36	28	Б	Б	В

Приложение F.
Характеристики территорий Казахстана по холодovým
стрессам

Таблица F-1. Характеристика минимальных температур воздуха в лесостепных и степных (засушливых и сухих) ландшафтных подзонах Казахстана

Подзоны	Меридиональные сектора	Индексы постав	Наименование поставленных наблюдений	Высота над уровнем моря	Средний много-летней минимум (T _{min} M, градусы)	Абсолютный минимум (T _{min} A, градусы)	Год установления T _{min} A	Год начала гидромет. наблюдений	Условный тепловой ресурс (RTR, тыс градусов)	T _{min} A - T _{min} M
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Колочная лесостепь	-	1	Булаево	132	-39	-48	1968	1938	2,4	9
		2	Петропавловск	140	-38	-44	1929,40	1895	2,4	6
Лесостепь низкогорье	-	13	Володарское	315	-38	-45	1943,76	1939	2,5	7
		15	Щучинск	393	-38	-46	1976	1936	2,4	8
		16	Рузаевка	226	-39	-48	1943	1936	2,6	9
Засушливые и сухие степи	Западный	30	Уральск	35	-34	-43	1942	1910	3,2	9
		31	Чингирлау	103	-34	-42	1969	1936	3,2	8
		32	Джамбейты	31	-34	-42	1969	1932	3,4	8
		46	Маргук	177	-35	-45	1940	1927	3,1	10
		47	Актобинск	219	-35	-48	1940	1926	3,1	13
		48	Карабутақ	230	-35	-43	1969	1940	3,1	8
		3	Благовещенка	150	-38	-45	1951	1937	2,5	7
		4	Явленка	114	-39	-48	1907	1907	2,5	9
		5	Комсомолец	177	-38	-44	1943,51	1931	2,6	6
	Восточный	6	Урицк	212	-37	-45	1951	1940	2,6	8
		7	Кустанай	151	-38	-48	1951	1904	2,7	10
		9	Купшунун	109	-38	-44	1951,72	1940	2,9	6
		10	Джетыгора	279	-37	-44	1943,51	1936	2,7	7
		12	Красноармейск	155	-38	-46	1976	1933	2,5	8
		14	Кокчетав	228	-37	-46	1907	1904	2,6	9
		17	Казгородок	254	-38	-45	1943	1940	2,8	7
		18	Аржакык	386	-36	-43	1969	1953	2,8	7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Засушливые и сухие степи	Восточный	21	Алексеевка	383	-38	-45	1951	1936	2,5	7
		22	Атбасар	301	-39	-57	1893	1893	2,6	18
		23	Астана	347	-38	-52	1893	1893	2,6	14
		24	Берлик	350	-39	-49	1955	1950	2,8	10
		25	Михайловка	113	-40	-48	1931	1913	2,5	8
		26	Иртышск	93	-39	-45	1938,69	1936	2,7	6
		27	Павлодар	120	-39	-47	1907	1907	2,8	8
		28	Экибастуз	197	-36	-43	1951	1951	2,9	7
		29	Баянаул	465	-35	-45	1938	1931	3,0	10
		56	Караганда	554	-36	-43	1938	1936	2,7	7
		57	Каркаралинск	810	-37	-45	1919	1901	2,3	8
		58	Бес-оба	715	-39	-45	1955	1941	2,4	6
		68	Семиарка	148	-40	-45	1938	1936	3,0	5
		69	Семипалатинск	195	-40	-49	1910	1910	3,0	9

Таблица F-2. Характеристика минимальных температур воздуха в ландшафтной подзоне опустыненной степи Казахстана.

Меридиональные сектора	Индексы постов наблюдения	Наименование постов наблюдения	Высота над уровнем моря, м	Средний минимум (T _{min} M, гр)	Абсолютный минимум температур (T _{min} A, гр)	Год установления T _{min} A	Год начала гидромет. наблюдений.	Условный тепловой ресурс (RTR тыс.гр)	T _{min} A - T _{min} M
Западный	33	Фурманова	8	-32	-39	1969	1932	3,5	7
	49	Упал	102	-33	-42	1969	1898	3,5	9
	51	Караулкелды	198	-33	-44	1940	1938	3,5	11
	53	Мутоджарская	399	-32	-47	1951	1932	3,3	15
	20	Тургай	133	-35	-41	1951	1901	3,4	6
	Восточный	11	Наурызымский заповедник	130	-38	-46	1940	1936	3,2
19		Амангельды	142	-37	-45	1943	1939	3,1	8
59		Жана - Арка	488	-38	-47	1943	1940	2,9	9
60		Актогай	779	-40	-50	1943	1939	2,5	10
61		Кызылжар	361	-38	-48	1943	1940	3,2	10
63		Ажесказган	345	-36	-43	1943	1936	3,3	7
64		Монкты	582	-36	-41	1951	1941	3,1	5
72		Баршагас	646	-35	-42	1938	1938	2,9	7
73		Аягуз	653	-38	-45	1951	1933	2,8	7

Таблица F-3. Характеристики минимальных температур воздуха в ландшафтной подзоне северный пустынь Казахстана

Меридиальный сектор	Индексы постов наблюдений	Наименование постов наблюдений	Высота над уровнем моря, М	Средний многолетний годово́й минимум (T _{min} , М, градуса́)	Абсолютный минимум темпе́ры (T _{min} A, градуса́)	Го́да установления T _{min} A	Го́да начала гидрометеоролог. наблюдения	Условно́й тепловóй ресурс (КТР, тыс. градуса́)	T _{min} A – T _{min} M
Западный	35	Калмыково	1	-33	-41	1943	1932	3,7	8
	36	Урла	5	-30	-38	1954	1907	3,7	8
	37	Атырау	-24	-29	-38	1909, 46, 51	1898	3,8	9
	38	Забурунье	-25	-28	-36	1951, 54, 74	1936	3,7	8
	39	Ганошкыно	-25	-27	-36	1954	1940	3,8	9
	52	Иргиз	117	-34	-47	1951	1904	3,6	13
	54	Челкар	175	-34	-45	1928	1926	3,6	11
	55	Лякум	111	-32	-40	1951	1950	3,8	8
	88	Саксаульская	78	-32	-39	1951	1928	3,9	7
	89	Аральское море	62	-32	-38	1969	1911	3,8	6
Восточный	65	Жетгыкомыр	273	-35	-42	1969	1948	3,6	7
	67	Бетпак-дала	328	-34	-42	1969	1940	3,7	8
	62	Карсакай	505	-33	-40	1943	1933	3,2	7
	66	Балхаш	347	-32	-41	1938	1936	3,4	9

Таблица 7-4. Характеристика минимальных температур воздуха в ландшафтной подзоне средних и южных пустынь Казахстана

Меридиальный сектор	Индексы постов наблюдений	Наименование постов наблюдений	Высота над уровнем моря, М	Средний многолетний годовая миним. (T _{min} М, градусы)	Абсолютный минимум (T _{in} А, градусы)	Гоа установления T _{min} А	Гоа начала наблюдения	Усредненные годовые ресурсы (RTR, тыс. градусов)	T _{min} А - T _{min} М
Западный	42	Форт Шевченко	-25	-17	-26	1911	1908	4,3	9
	43	Тушбек	240	-19	-28	1969	1957	4,3	9
	44	Шевченко	-28	-18	-28	1969	1963	4,2	10
	40	Сам	86	-29	-38	1972	1947	4,1	9
Центральный	41	Бейнеу	74	-26	-35	1973	19,52	4,2	9
	90	Казалинск	66	-29	-40	1893	1893	3,9	11
	91	Кызылорда	128	-28	-38	1893	1893	4,1	10
	92	Уялы	57	-23	-33	1974	1946	4,0	10
	94	Тасты	192	-31	-43	1969	1950	4,1	12
	102	Уланбель	264	-30	-42	1969	1951	4,0	12
	103	Фурмановка	351	-30	-45	1969	1946	3,9	15
	105	Уюк	373	-32	-49	1931	1931	4,1	17
Восточный	117	Куйган	344	-33	-43	1931	1929	3,6	10
	118	Баканас	396	-35	-45	1951	1936	3,8	10
	111	Наймансурек	380	-35	-43	1969	1947	3,6	8
	110	Магай	416	-36	-43	1944	1937	3,7	7
Южные пустыни	119	Курты	429	-36	-46	1969	1931	3,8	10
	93	Чарын-Рабаг	85	-29	-37	1969	1944	4,4	8
	97	Кызылкум	184	-27	-40	1969	1950	4,8	13
	45	Аккулык	78	-24	-35	1973	1952	4,7	7

Таблица F-5. Характеристика минимальных температур воздуха горно-предгорных районов Казахстана

Горно-предгорные районы	Индексы постав. наблюдас.	Наименование постов наблюдений	Высота над уровнем моря, м	Средний многолетний годово́й минимум ($T_{min} M$, градусы)	Абсолютный минимум температуры ($T_{min} A$, градусы)	$T_{min} A$ установления	$T_{min} A$ начала гидрометеорологического наблюдения	Условный температурный ресурс (КТР, тыс. гр.)	$T_{min} A$ – $T_{min} M$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зайсан-Алакульский	74	Аксуат	535	-40	-45	1966	1941	2,9	5
	75	Бахты	441	-38	-49	1951	1932	3,5	11
	87	Зайсан	604	-34	-43	1929	1903	3,3	9
	109	Учарал	395	-35	-44	1951	1939	3,6	9
	112	Жаланапшкколь	385	-28	-34	1974	1961	3,9	6
	113	Саркана	764	-29	-41	1951	1931	3,5	12
	114	Талыкорган	601	-31	-42	1951	1934	3,5	11
Джунгаро-Тяньшанский	115	Куталы	1410	-27	-36	1944	1927	2,6	9
	116	Ажаркент	643	-28	-42	1951	1915	4,0	14
	121	Чилжик	606	-26	-39	1951	1935	4,0	13
	122	Киргизсай	1273	-22	-36	1951	1936	3,1	14
	123	Аматы	847	-25	-38	1951	1900	3,8	13
	125	Верх.Горельник	2268	-22	-28	1951	1938	1,7	6
	126	Усть-Горельник	1943	-21	-28	1951	1943	2,1	7
	127	Мынжилки	3017	-27	-32	1969	1938	0,8	5
	128	Бол.Алмат. озеро	2516	-24	-29	1944	1938	1,4	5
	129	Кегень	1845	-32	-40	1956	1932	2,1	8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	130	Сарыджаз	1956	-28	-34	1947	1932	2,1	6
	131	Нарынкол	1799	-30	-36	1951	1948	2,0	6
	104	Шокпар	769	-23	-32	1951	1943	4,0	9
	106	Курдай	1141	-24	-38	1951	1941	3,3	14
	107	Луговой	682	-29	-42	1951	1933	3,4	13
	108	Тараз	650	-28	-41	1930, 1956	1985	3,9	13
Джунгаро-Тяньшанский	95	Ачисай	821	-20	-32	1969	1936	4,1	12
Западно-Тяньшанский и Центрально-	96	Туркестан	206	-27	-39	1969	1934	4,7	12
	98	Шымкент	606	-20	-30	1969	1924	4,3	10
	99	Байркум	215	-24	-41	1969	1940	4,7	17
	100	Чарлара	271	-23	-33	1969	1936	5,0	10
	101	Пахтаарал	266	-22	-35	1930	1930	4,7	13

СОДЕРЖАНИЕ

Приложение А. Ареалы видов по родам, холодоустойчивость видов в природном и интродукционном ареалах

<i>Таблица А-1.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода сосна в природных и интродукционных ареалах.	6
<i>Таблица А-2.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода ель в природных и интродукционных ареалах.	6
<i>Таблица А-3.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода пихта в природных и интродукционных ареалах.	7
<i>Таблица А-4.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода лиственница в природных и интродукционных ареалах.	8
<i>Таблица А-5.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода можжевельник в природных и интродукционных ареалах.	8
<i>Таблица А-6.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода хвойник в природных и интродукционных ареалах.	9
<i>Таблица А-7.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода ломонос в природном и интродукционном ареалах.	10
<i>Таблица А-8.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода княжник (ломонос) в природном и интродукционном ареалах.	11
<i>Таблица А-9.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода барбарис в природном и интродукционном ареалах.	11
<i>Таблица А-10.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода курчавка в природном и интродукционном ареалах.	12
<i>Таблица А-11.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода жузгун в природном и интродукционном ареалах.	13
<i>Таблица А-12.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода Ribes в природном и интродукционном ареалах.	14
<i>Таблица А-13.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода Spiraea (Rosales – Rosaceae – Spiraeoideae – Spiraceae) в природном и интродукционном ареалах.	16
<i>Таблица А-14.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода Rubus (Rosales – Rosaceae – Rosoidea – Rubeae) в природном и интродукционном ареалах.	17
<i>Таблица А-15.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода Rosa (Rosales – Rosaceae – Rosoidea – Roseae) в природном и интродукционном ареалах.	18
<i>Таблица А-16.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода Pyrus (Rosales – Rosaceae – Pyroidea – Maleae) в природном и интродукционном ареалах.	20
<i>Таблица А-17.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода Sorbus (Rosales – Rosaceae – Pyroidea – Maleae) в природном и интродукционном ареалах.	21
<i>Таблица А-18.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода Cotoneaster (Rosales – Rosaceae – Pyroidea – Crataegeae) в природном и интродукционном ареалах.	22

<i>Таблица А-19.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода <i>Crataegus</i> (Rosales – Rosaceae – Pyroideae – Crataegene) в природном и интродукционном ареалах.	23
<i>Таблица А-20.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода <i>Cerasus</i> (Rosales – Rosaceae – Prunoideae – Pruneeae) в природном и интродукционном ареалах.	25
<i>Таблица А-21.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода <i>Amygdalus</i> (Rosales – Rosaceae – Prunoideae – Pruneeae) в природном и интродукционном ареалах.	26
<i>Таблица А-22.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода <i>Sargaea</i> в природном и культурных ареалах.	26
<i>Таблица А-23.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских видов рода <i>Cornus</i> в природном и культурных ареалах.	27
<i>Таблица А-24.</i> Условия формирования холодоустойчивости и холодоустойчивость евроазиатских древесных форм Hamamelidanae	28

Приложение В. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий видовой представительности в ареалогических районах изучаемых систематических групп

<i>Таблица В-1.</i> Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Coniferophyta.	32
<i>Таблица В-2.</i> Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Gnetophyta.	33
<i>Таблица В-3.</i> Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Ranunculidae.	34
<i>Таблица В-4.</i> Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Hamamelidae.	35
<i>Таблица В-5.</i> Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Caryophyllidae.	36
<i>Таблица В-6.</i> Оценка существенности отличий представительности в ареалогических районах исследованных видов Rosidae.	37

Приложение С. Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий видовой представительности в ареалогических районах исследуемых систематических групп растений

<i>Таблица С-1.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 1. Северная Америка.	40
<i>Таблица С-2.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 2. Северо-Восточная Азия	40
<i>Таблица С-3.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 3. Западная Сибирь.	40
<i>Таблица С-4.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 4. Монголия.	40
<i>Таблица С-5.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 5. Бореальный Казахстан.	41

<i>Таблица С-6.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 6. Восточная Европа.	41
<i>Таблица С-7.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 7. Скандинавия	41
<i>Таблица С-8.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 8. Западная Европа.	41
<i>Таблица С-9.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 9. Восточная Азия.	42
<i>Таблица С-10.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 10. Западный Китай	42
<i>Таблица С-11.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 11. Туранский Казахстан	42
<i>Таблица С-12.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 12. Центральная Азия.	42
<i>Таблица С-13.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 13. Крым, Кавказ	43
<i>Таблица С-14.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 14. Западная Азия.	43
<i>Таблица С-15.</i> Оценка существенности отличий представительности исследуемых систематических групп в ареалогическом районе 15. Северная Африка	43

Приложение D. Оценка достоверности отличий представительности исследуемых систематических групп по группам ареалогических комплексов Евразийского региона

<i>Таблица D-1.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Coniferophyta по группам комплексов ареалогических районов.	46
<i>Таблица D-2.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Gnetophyta по группам комплексов ареалогических районов.	46
<i>Таблица D-3.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Ranunculidae по группам комплексов ареалогических районов.	46
<i>Таблица D-4.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Caryophyllidae по группам комплексов ареалогических районов.	46
<i>Таблица D-5.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов Rosidae по группам комплексов ареалогических районов.	47

<i>Таблица D-6.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности исследованных видов <i>Hamamelidae</i> по группам комплексов ареалогических районов.	47
<i>Таблица D-7.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности видов исследуемых систематических групп в Крымско-Кавказской группе комплексов ареалогических районов.	47
<i>Таблица D-8.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности видов исследуемых систематических групп в Восточноазиатской группе комплексов ареалогических районов.	48
<i>Таблица D-9.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности видов исследуемых систематических групп в Среднеазиатской группе комплексов ареалогических районов.	48
<i>Таблица D-10.</i> Оценка методом сравнения выборочных долей существенности отличий представительности видов исследуемых систематических групп в Бореальной группе комплексов ареалогических районов.	48

Приложение Е. Классификация исследованных видов по группам расселения растений рода и характеристики холодоустойчивости этих видов

<i>Таблица E-1.</i> Число исследованных видов лиственницы с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и предельной холодоустойчивости в природном ареале вида ($N T_{min}$).	50
<i>Таблица E-2.</i> Анализы взаимосвязи между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале ($N T_{min}$, градусы Цельсия) по группам расселения лиственницы.	50
<i>Таблица E-3.</i> Классификация исследованных видов <i>Larix</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов и ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном ($N T_{min}$) и интродукционном ($C T_{min}$) ареалах ...	51
<i>Таблица E-4.</i> Число исследованных видов пихты с различными сочетаниями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале ($N T_{min}$).	51
<i>Таблица E-5.</i> Взаимосвязь между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале ($N T_{min}$, градусы Цельсия) исследованных видов пихты.	52
<i>Таблица E-6.</i> Классификация исследованных видов <i>Abies</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, и предельные характеристики холодоустойчивости в природном ($N T_{min}$) и интродукционном ($C T_{min}$) ареалах ...	52
<i>Таблица E-7.</i> Число исследованных видов ели с различными сочетаниями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале ($N T_{min}$).	53
<i>Таблица E-8.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале ($N T_{min}$, градусы Цельсия) по группам расселения ели.	53

Таблица Е-9. Классификация исследованных видов <i>Picea</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	54
Таблица Е-10. Число исследованных видов сосны с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	55
Таблица Е-11. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения сосны	55
Таблица Е-12. Классификация исследованных видов <i>Pinus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	56
Таблица Е-13. Число исследованных видов можжевельника с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	57
Таблица Е-14. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения можжевельника	57
Таблица Е-15. Классификация исследованных видов <i>Juniperus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	58
Таблица Е-16. Число исследованных видов хвойника с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	59
Таблица Е-17. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения хвойника	59
Таблица Е-18. Классификация исследованных видов <i>Ephedra</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	60
Таблица Е-19. Число исследованных видов ломоноса с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	61
Таблица Е-20. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения ломоноса	61
Таблица Е-21. Классификация исследованных видов <i>Clematis</i> и <i>Atroгене</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	62

<i>Таблица Е-22.</i> Число исследованных видов барбариса с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	63
<i>Таблица Е-23.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения барбариса.	63
<i>Таблица Е-24.</i> Классификация исследованных видов Berberis по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	64
<i>Таблица Е-25.</i> Число исследованных видов дуба с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	65
<i>Таблица Е-26.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения дуба.	65
<i>Таблица Е-27.</i> Классификация исследованных видов Quercus по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	66
<i>Таблица Е-28.</i> Число исследованных видов вяза с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	67
<i>Таблица Е-29.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения вяза	67
<i>Таблица Е-30.</i> Классификация исследованных видов Ulmus по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	68
<i>Таблица Е-31.</i> Число исследованных видов березы с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	69
<i>Таблица Е-32.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения березы.	69
<i>Таблица Е-33.</i> Классификация исследованных видов Betula по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	70
<i>Таблица Е-34.</i> Число исследованных видов курчавки с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	71
<i>Таблица Е-35.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения курчавки	71

<i>Таблица Е-36.</i> Классификация исследованных видов <i>Atraphaxis</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	72
<i>Таблица Е-37.</i> Число исследованных видов жужгуна с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	73
<i>Таблица Е-38.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения жужгуна	73
<i>Таблица Е-39.</i> Классификация исследованных видов <i>Calligonum</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	74
<i>Таблица Е-40.</i> Число исследованных видов рододендрона с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	75
<i>Таблица Е-41.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения рододендрона	75
<i>Таблица Е-42.</i> Классификация исследованных видов <i>Rhododendron</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	76
<i>Таблица Е-43.</i> Число исследованных видов тополя с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	77
<i>Таблица Е-44.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения тополя.	77
<i>Таблица Е-45.</i> Классификация исследованных видов <i>Populus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	78
<i>Таблица Е-46.</i> Число исследованных видов смородины с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	79
<i>Таблица Е-47.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения смородины.	79

Таблица E-48. Классификация исследованных видов <i>Ribes</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	80
Таблица E-49. Число исследованных видов таволги с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	82
Таблица E-50. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения таволги . .	82
Таблица E-51. Классификация исследованных видов <i>Spiraea</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	83
Таблица E-52. Число исследованных видов малины с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	84
Таблица E-53. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения малины . .	84
Таблица E-54. Классификация исследованных видов <i>Rubus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	85
Таблица E-55. Число исследованных видов розы с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	87
Таблица E-56. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения розы	87
Таблица E-57. Классификация исследованных видов <i>Rosa</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	88
Таблица E-58. Число исследованных видов рябины с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	91
Таблица E-59. Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения рябины	91
Таблица E-60. Классификация исследованных видов <i>Sorbus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	92
Таблица E-61. Число исследованных видов груши с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	93

<i>Таблица Е-62.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения груши . . .	93
<i>Таблица Е-63.</i> Классификация исследованных видов <i>Pyrus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	94
<i>Таблица Е-64.</i> Число исследованных видов кизильника с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	96
<i>Таблица Е-65.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения кизильника	96
<i>Таблица Е-66.</i> Классификация исследованных видов <i>Cotoneaster</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	97
<i>Таблица Е-67.</i> Число исследованных видов боярышника с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	99
<i>Таблица Е-68.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения боярышника	99
<i>Таблица Е-69.</i> Классификация исследованных видов <i>Crataegus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	100
<i>Таблица Е-70.</i> Число исследованных видов вишни с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	102
<i>Таблица Е-71.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения вишни . . .	102
<i>Таблица Е-72.</i> Классификация исследованных видов <i>Cerasus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	103
<i>Таблица Е-73.</i> Число исследованных видов миндаля с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	104
<i>Таблица Е-74.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения миндаля . . .	104

<i>Таблица Е-75.</i> Классификация исследованных видов <i>Amygdalus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах	105
<i>Таблица Е-76.</i> Число исследованных видов караганы с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	106
<i>Таблица Е-77.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения караганы . . .	106
<i>Таблица Е-78.</i> Классификация исследованных видов <i>Caragana</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	107
<i>Таблица Е-79.</i> Число исследованных видов дерена с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	108
<i>Таблица Е-80.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения дерена	108
<i>Таблица Е-81.</i> Классификация исследованных видов <i>Cornus</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	109
<i>Таблица Е-82.</i> Число исследованных видов жимолости с различными соотношениями числа ареалогических районов в природном ареале вида и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NT min).	110
<i>Таблица Е-83.</i> Анализ взаимосвязей между числом ареалогических районов, охваченных природным ареалом вида (n), и его предельной холодоустойчивостью в природном ареале (NTmin, градусы Цельсия) по группам расселения жимолости	110
<i>Таблица Е-84.</i> Классификация исследованных видов <i>Lonicera</i> по группам расселения, группы ареалогических комплексов, ареалогические районы, охваченные природными ареалами видов, их предельные характеристики холодоустойчивости в природном (NTmin) и интродукционном (CTmin) ареалах . . .	111

Приложение F. Характеристики территорий Казахстана по холодовым стрессам

<i>Таблица F-1.</i> Характеристика минимальных температур воздуха в лесостепных и степных (засушливых и сухих) ландшафтных подзонах Казахстана	114
<i>Таблица F-2.</i> Характеристика минимальных температур воздуха в ландшафтной подзоне опустыненной степи Казахстана.	116
<i>Таблица F-3.</i> Характеристики минимальных температур воздуха в ландшафтной подзоне северный пустынь Казахстана	117
<i>Таблица F-4.</i> Характеристика минимальных температур воздуха в ландшафтной подзоне средних и южных пустынь Казахстана	118
<i>Таблица F-5.</i> Характеристика минимальных температур воздуха горно-предгорных районов Казахстана	119

Чекалин Сергей Владимирович
Ситпаева Гульнара Токбергеновна
Масалова Велта Аркадьевна

botanyphyto@mail.ru

**РАССЕЛЕНИЕ
И
ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ
ДРЕВЕСНЫХ
РАСТЕНИЙ
ЕВРАЗИИ**

Том 2