

УДК 631.2

А.А. ВИНОКУРОВ

ОСОБЕННОСТЬ ПЕРЕЗИМОВКИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА РУДНОМ АЛТАЕ

(ДГП «Алтайский ботанический сад», г. Риддер)

Рассматриваются особенности перезимовки дальневосточных древесных растений на Рудном Алтае. Показано, что генотипическая разнородность древесных пород Дальнего Востока в условиях Западного Алтая демонстрирует широкий диапазон термоустойчивости в зимние и переходные периоды.

Возможность произрастания вида за пределами ареала связана с параметрами внешних факторов среды, включающими климатические, эдафические и биотические условия существования. Приспосабливаясь в процессе эволюции к определенным почвенно-климатическим условиям при интродукции, растения сталкиваются с разной интенсивностью действия того или иного внешнего фактора. Незначительные изменения вызывают модификационную перестройку организма, проявляющуюся в динамике роста и развития в вегетационном сезоне, зимостойкости, полноте прохождения годового цикла, жизненной формы и т. д. При значительных расхождениях возможна потеря адаптационных качеств растений, нередко приводящая к их гибели.

Среди многочисленных параметров среды в умеренных и континентальных областях северного полушария ведущим фактором выступает термический. Влияя на жизнеспособность растений, он определяет успех интродукции, лимитируя произрастание вида в границах экологического оптимума.

Реакция растений в процессе адаптации на температурный режим, прежде всего, отражается на особенностях переноса воздействий неблагоприятных факторов зимы. Поэтому зимостойкость растений рассматривается нами как один из основных параметров, определяющий возможность культивара интродуцироваться на территории региона. В то же время амплитуда зимних повреждений позволяет судить об устойчивости древесных растений для прогнозирования адаптации растений с тех или иных мест естественного произрастания. Данный процесс зависит не только от характера зимних условий, но и от под-

готовки растений к этому периоду в процессе вегетации, обеспечивающий им морозоустойчивое состояние. Поэтому преимущество имеют виды, обладающие широким диапазоном адаптивных возможностей, позволяющих завершать необходимые морфофизиологические процессы в течение вегетационного сезона.

Климатические условия зимнего периода Рудного Алтая довольно суровы, что вызывает существенные подмерзания интродуцентов. Их особенностями является длинная и суровая зима с резкими суточными и декадными перепадами температурного режима. Средняя температура зимы составляет $-12,6^{\circ}\text{C}$, с кратковременными морозами в $-35-45^{\circ}\text{C}$ и возможными оттепелями в дневное время выше 0°C . Средняя высота снегового покрова на открытых пространствах достигает 50-60 см с глубиной промерзания почвы от 40 до 119 см [1]. Величина вынужденного покоя древесных растений достигает 5,9–6,4 мес. в году. Особенности климата летнего периода, ухудшающими параметры вегетационного сезона и влияющими на физиологическое состояние растений для перехода фаз закаливания [2], служат короткий безморозный период и ограниченная сумма активных температур с обильными летними осадками. Величина безморозного периода колеблется от 91 до 120 дней с минимумом в 51 и максимумом 139 дней. Активная вегетация связана с переходом среднесуточных температур через 10°C во второй половине мая, достигающая за сезон $1000-1800^{\circ}\text{C}$. Особенностью осени-весны является укороченный переходный период с резкими перепадами температур. Весна поздняя и продолжительная, с нередкими заморозками в $-1-3(-7)^{\circ}\text{C}$ до конца мая –

начала июня, осень, наоборот, ранняя. Первые заморозки на почве возможны уже в конце августа. А непосредственно сам зимний период наступает при устойчивом переходе среднесуточных температур через 0° уже в третьей декаде октября – начале ноября. Благодаря особенностям климата и генотипической разнородности интродуценты показывают разную ритмику развития в вегетационный сезон и различные типы зимних повреждений из различных климатических зон.

Среди источников интродукции в ботаническом саду большой интерес представляет Дальневосточная дендрофлора, которая уникальна разнообразными условиями макро- и микроклимата, богатым видовым составом, прошедшим сложный процесс филогенеза. Как отмечают многие исследователи, растительность региона обладает фенотипической разнородностью популяций с широкими амплитудами адаптивных признаков и свойств [3,4,5 и др.].

Основные термические повреждения зимы у культивируемых растений Дальнего Востока в дендрарии Алтайского ботанического сада можно распределить по следующим группам:

1. Повреждения годичных образований:

- Сердцевинная паренхима и другие ткани однолетнего прироста.
- Ткани зоны узла однолетнего прироста проводящей системы почек.
- Вегетативные и репродуктивные почки.
- Хвоя у хвойных пород.

2. Повреждения скелетных частей и многолетних побегов:

- Вымерзание древесины и стволов.
- Морозобойное растрескивание стволов.
- Выпревание ствольной части.
- Солнечные ожоги ветвей и стволов.
- Повреждение камбия и коры.

3. Обмерзания, вызванные заморозками в осенне-осенний период.

Повреждение годичных образований.

Наиболее чувствительным к низким температурам и ее колебаниям является однолетний прирост. Как правило, причиной повреждений является незавершенность ростовых процессов и периода вызревания к термическому режиму пункта культивирования.

Процесс вызревания побегов древесных видов растянут во времени. После прекращения роста в тканях растений проходит период накоп-

ления запасных питательных веществ, лигнификация, изменение водного режима и ряд других физиологических процессов [6–9 и др.], регулирующих темпы одревеснения в различных частях побегов. Нарушение процесса окончания вегетации ведет к недоразвитию зимующих почек и низкой морозоустойчивости тканей однолетнего прироста. По данным исследований Петровской-Барановой [10], повышение морозоустойчивости древесины и ее переход в глубокий покой начинается у растений через 1-2 месяца после окончания роста. А максимальную зимостойкость в фазе вынужденного покоя растения приобретают только через 2-4 месяца. Для местных древесных растений глубокий покой наступает в сентябре-октябре, а вынужденный – с конца октября по ноябрь. Растения при непродолжительном росте успевают пройти фазы закаливания и приобретают морозоустойчивое состояние.

У интродуцентов Дальнего Востока ритм фенологического развития зачастую сталкивается с несоответствием экологических условий новой среды, что сдвигает окончание вегетации и фазы покоя на более поздние сроки до одного и более месяцев в зависимости от происхождения исходного материала. Из-за продолжительного роста побегов древесные растения не успевают в достаточной мере подготовиться к зиме и повреждаются уже при незначительных понижениях температур начала осеннего периода.

Наиболее чувствительны к ранним морозам слабодревесневшие ткани флоэмы и камбия, годичного слоя древесины и сердцевины. Как правило, вымерзание данных тканей отмечается у слабодревесневших побегов поздней осенью в условиях резких колебаний среднесуточных температур от 15 до 20 °С, мешающих прохождению закалки растений. Нередко после перезимовки отмечается та или иная степень повреждения вегетативных и генеративных почек. Их зимостойкость зависит от адаптационных свойств растений, определяющихся в вегетационном сезоне временем закладки и степенью дифференциации почек.

Сформировавшаяся развитая почка обладает относительно высокой морозоустойчивостью. Но при преждевременном выходе из состояния покоя осенью-весной, с изменчивыми температурами от оттепелей до морозов происходит потеря закалки. Как следствие, низкая зимостойкость

как самих почек, так и годичных побегов в целом. Нередко наблюдается частичное повреждение листовых зачатков и спорогенной ткани. А в негативных случаях возобновление роста происходит из резервных почек, менее развитых и поэтому более зимостойких.

Сроки начала и темпы развития почек у разных видов зависят от географического происхождения. Виды Дальнего Востока, интродуцированные из районов более короткого вегетационного периода, раньше формируют почки и входят в состояние зимнего покоя, являясь более устойчивыми к резким перепадам температур – жимолость камчатская, ель аянская, калина Саржента, курильский чай даурский и др. Напротив, вегетативные почки представителей широколиственных лесов юга Приморья нередко повреждаются морозами зимы из-за позднего формирования зимних почек – ясень, клены, дуб, свободнойгодник, пихта цельнолистная и др.

Хуже переносят зимний период виды с ранним периодом зацветания. Формируя развитые генеративные ткани в год, предшествующему цветению, растения в начале весны с частыми оттепелями и возвратами холодов попадают в неблагоприятные метеоусловия. Часто это сказывается на характере цветения и последующем развитии жизнеспособных семян – ольха, вяз, лещина, абрикос, форзиция и др. Весной, в период распускания генеративных почек, у таких видов наблюдаются отмерзшие цветы, либо гибель основной части соцветий. К примеру, повреждение цветков в соцветии черемухи Маака ведет к неполному и недружному цветению.

Дальнейший термический диапазон повреждений однолетнего прироста распространяется на одну из самых неустойчивых тканей – сердцевинную паренхиму. При данном типе зимних повреждений однолетних побегов нередко наблюдается полное или частичное повреждение зоны узла кущения однолетнего прироста и проводящей системы почек. На продольных срезах хорошо просматривается побурение тканей от почки к побегу на примере барбариса корейского.

Поврежденные клетки и ткани в дальнейшем изменяют свою структуру и функцию, нарушающие питание почек после выхода из состояния покоя. Визуально нарушение функционирования проводящей ткани проявляется в снижении активности ростового развития побега, в засыхании набухших весной почках.

Подвержены сезонным изменениям и клетки камбиальной зоны и коры, влияющие на изменение физиологических процессов, вплоть до выпадения образований клеток вторичной ксилемы и флоэмы. На годовых побегах коры и камбия появляются темно-коричневые пятна различных размеров – смородина боярышничколистная, древогубец круглолистный, вейгела ранняя и др.

При незначительных повреждениях ткани со временем восстанавливаются, хотя увеличивается вероятность повторных повреждений в последующие зимы. Существенные обмерзания ухудшают поступление органических и минеральных веществ в ткани растений, сдвигая процессы метаболизма на более поздние сроки. Сильные повреждения, окольцовывающие побег, ведут к постепенному засыханию всей ветви или приводят к запаздыванию вегетативного развития растения.

Повреждение или гибель хвои после перезимовки также имеет место среди характерных повреждений хвойных интродуцентов Дальнего Востока. Наиболее часто хвоя желтеет над снежным покровом у пихты цельнолистной, реже ели аянской и сосны корейской.

Повреждение скелетных частей многолетних побегов. Существенное влияние на интродуценты оказывает повреждение многолетних вегетативных побегов. Они не только снижают декоративность и долговечность культивара, но нередко ведут к изменению природного габитуса, роста и развития, потере репродуктивной стадии (уменьшая вероятность акклиматизации), вплоть до гибели всего растения или биогруппы.

Вымерзание древесины ветвей и стволов – наиболее распространенный тип зимних повреждений у видов южных районов Дальнего Востока. На поперечных и продольных срезах хорошо прослеживается степень и характер повреждений тканей от зимних морозов. Наиболее сильно поврежденные участки приобретают бурый или коричневый оттенок. Несмотря на потемнение основной части древесины, жизнеспособность камбиальной зоны сохраняется, позволяя формировать здоровые ткани до последующих суровых зим – тополь корейский, боярышник перистонадрезанный, барбарис амурский и др. Вымерзание основной части древесины вызывает повышенную хрупкость ветвей, отпад завязи и снижение долговечности. К примеру, абрикос сибирский,

несмотря на обильное ежегодное цветение, не образует плодов из-за регулярного осыпания завязи в течение 1-3 недель после окончания цветения.

Помимо повреждения древесины в стволовой части растений Дальневосточного региона отмечаются морозобоины, что является следствием воздействия низких температур и резких колебаний в нагреве тканей в течение суток, что вкуче приводит к продольным трещинам коры, древесины и солнечным ожогам.

При солнечных ожогах первоначально наблюдаются небольшие локальные пятна, изменяющие цвет коры, которые постепенно расширяются в течение нескольких лет. Происходит разрушение и отмирание поверхностных слоев коры и камбия. Вскоре кора отстает, оголяя древесину. Морозобойное растрескивание проходит динамичнее. Неравномерное охлаждение и расширение слоев коры и древесины приводит к образованию трещин в течение одной зимы.

Преимущественно морозобоины и солнечные ожоги встречаются с южной и юго-западной стороны стволовой части растений. Как известно, данные типы повреждений связаны с физиологическим состоянием растения. Затягивание ростовых процессов латеральной меристемы и степени ее вызревания вместе с повышенной обводненностью тканей способствует разрыву и повреждению участков коры и камбия в зимний, зимне-весенний период – ель аянская, вяз японский, клен мелколистный, клен зеленокорый, липа маньчжурская, ива цельнолистная и др.

Необходимо отметить, что данные типы повреждений встречаются не только среди интродуцированных видов, но и обычны у ряда аборигенных видов, таких как рябина сибирская, пихта сибирская, тополь дрожащий и др. В благоприятные годы по периферии трещин и ожогов образуется травматический каллус, способствующий постепенному заживлению оголенных участков. В случаях их зарастания остаются рубцы. Но при неоднократных повреждениях происходит расширение морозобоин и ожогов, оставляющих после себя оголенную древесину.

Среди надземных повреждений наиболее серьезные изменения наблюдаются с вымерзанием тканей коры и камбиальной зоны у многолетних побегов, нарушающих деятельность проводящей системы. В зависимости от степени и характера повреждений разнообразны и их послед-

ствия. Кольцевые повреждения на уровне снегового покрова или вымерзания до корневой шейки интродуцентов приводят к гибели основной части вегетативной массы у слабовзрослых растений с длинным сезонным развитием. Как следствие, морфологические изменения, связанные с преобразованием ритмов и полноты сезонного развития, отклонения в форме и энергии роста, семеношении, качестве семян и других реакций. При частичных повреждениях на поверхности коры проявляются отдельные пятна или трещины различной величины и формы. Хотя порой их можно обнаружить лишь по изменению окраса на срезах тканей – роза мелкоцветковая, малина боярышниковлистная, чубушник Шренка и др.

В одних случаях ткани постепенно заживляются, предупреждая дальнейшее распространение существующих повреждений. В других, снижение эффективности работы проводящей системы способствует увеличению существующих повреждений на фоне ослабленной вегетации развития побега. А локализация лидирующего побега ниже уровня вымерзания приводит к обновлению ветви, предопределяя постепенное отмирание поврежденного участка. При регулярных повреждениях древесные растения ослабевают и постепенно погибают – ясень носолистный, калопанакс семилопастный, вейгела Миддендорфа, бузина сахалинская, орех Зибольда и др.

Наконец, у отдельных древесных видов Дальнего Востока на уровне корневой шейки отмечаются повреждения в виде растрескивания, отслоения или побурения коры, связанные с выпреванием. Как известно, выпреванию способствует запаздывание камбиального роста и вызревание нижней части ствола на фоне переувлажнения, а также в связи с ранним наступлением низких температур осени. Развитие данного типа повреждений ведет к отслаиванию коры, гибели камбиального слоя, покровных и проводящих тканей. В результате у растений отмечается ослабленное вегетативное развитие поврежденных побегов, способствующее росту новых порослевых побегов (таволга березолистная, т. уссурийская, рододендрон даурский, чубушник и др.).

Обмерзания, вызванные заморозками в весенне-осенний период. Наблюдения за фенологическим развитием дальневосточных растений показывают дружный характер распускания почек у подавляющей части видов с наступ-

лением положительных температур второй половины апреля. В отличие от местных видов, дальневосточные интродуценты быстро теряют закалку при динамичном развитии начальных фенофаз. Происходя из мест с суровой зимой, но без резких колебаний зимних и весенних условий, переменчивый климат Алтая является дополнительным фактором, вызывающим повреждение древесных пород. Несоответствие периода ростовых процессов, вызревания и глубины покоя к понижению температур в переходные периоды сезона вызывают существенные повреждения интродуцентов Дальнего Востока. Меньшее влияние заморозков отмечается в начальной фазе вегетативного развития растений и у видов, занимающих северные ареалы распространения. Ранний выход из состояния покоя при существенных колебаниях дневных и ночных температур замедляет развитие растений, но позволяет сохранить морозоустойчивое состояние – калина Саржента, клен приречный, бересклет Маака и др. Наиболее сильный ущерб приносит возврат холодов второй половины мая и начала июня. Незначительные понижения температур ниже 0° С ведут к вымерзанию в той или иной степени тронувшихся в рост побегов, молодых листьев и генеративных органов – ясень, бархат, клены, бузины, чубушники, лещины, орехи, лианы и т.д.

Неблагоприятна для растений и короткая, неустойчивая осень Алтая – противоположность теплоте и плавному переходу осени к зиме на Дальнем Востоке. Поэтому у интродуцентов региона нередко наблюдается запаздывание в завершении вегетационных процессов, обуславливающих негативное влияние ранних заморозков осени на слабодревесневшие ткани. Первые заморозки в 2-3(7) °С ранней осени вызывают подмораживание, а затем отмирание недревесневших окончаний годового прироста ряда растений – луносемянник даурский, леспедеца двуцветная, яблоня Цуми, актинидии, виноград, бузина корейская и др. У других таксонов заморозки осени вызывают преждевременный листопад, который нарушает последовательность физиологических процессов прохождения морозоустойчивого состояния – клен ложно-Зибольдов, аралия, ясень носолистный, калопанакс семилопастный и др. Необходимо отметить, что запаздывание вегетативного развития нередко отмечается у видов, получивших серьезные повреждения в

позднеосенние заморозки. Вынужденный, 1-2 недельный перерыв, необходимый для восстановления последствий весенних повреждений, ведет к увеличению периода сезонного развития.

В целом, визуальная оценка зимних повреждений и заморозков, состояние тканей и почек свидетельствуют о разных адаптивных возможностях видов Дальнего Востока к конкретным условиям произрастания. Среди многообразия повреждений именно зимостойкость скелетных ветвей кроны определяет морозоустойчивость интродуцентов. Многолетние побеги, завершив свое развитие, оказываются более подготовленными к закаливанию, чем молодые и поэтому, определяют характер зимостойкости вида в целом. И хотя генетическая особенность растительного организма позволяет ему в определенной степени адаптироваться к сезонной структуре метеорологических ритмов, влияние крайних значений факторов зимы относительно постоянно для видов из различных географических зон. Среди древесных пород островной части Дальневосточного региона и полуострова Корея наблюдается слабая и неустойчивая зимостойкость. Она зависима от характера развития растений в предыдущий вегетационный сезон, прохождения фаз закаливания и глубины покоя, определяющаяся генотипическими особенностями растений. Среди интродуцированных видов региона они выделяются самым коротким зимним покоем от 6,3-6,5 месяцев при вегетационном сезоне в 5-5,5 месяцев. Даже в обычные для региона зимы отмечаются повреждения однолетнего и части многолетних побегов. Поэтому для них характерна большая или меньшая уродливость габитуса по сравнению с типичной формой вида, выравниваемая величиной снегового покрова. Слабая зимостойкость, ослабленный рост, отсутствие семенной продуктивности и другие последствия перемены экологических условий позволяют поддерживать жизнеспособность таких растений лишь в условиях культуры – бирючина ибота, черемуха Греля, актинидии, древогубец, луносемянник и др. Хотя и среди данной группы встречаются относительно зимостойкие виды, успевающие пройти основной цикл сезонного развития и рекомендуемые нами к практическому применению в культуре Рудного Алтая – боярышник Шредера, боярышник зеленомясый, жимолость Морроу и др.

Часть низкорослых кустарников южных регионов сохраняют высокую зимостойкость, находясь в зимний период под защитой снегового покрова. Сохраняя вегетативную массу, они успешно цветут и плодоносят – смородина сахалинская, барбарис Тунберга и др. Другие виды в новых условиях произрастания приобретают характер многолетников, успевающих пройти за сезон основные фазы вегетативного развития, что является положительным показателем жизнеспособности – к примеру, таволга японская.

Удовлетворительную зимостойкость показывают растения, занимающие Сахалино-Маньчжурский ареал распространения. После перезимовки у них обычно вымерзает незначительное количество годового прироста. А в неблагоприятные зимы отмечаются повреждения части многолетних побегов, реже гибель до уровня снегового покрова или отдельных осевых побегов. Период зимнего покоя возрастает до 6,8-7,8 месяцев, что является наиболее длительным сроком среди рассматриваемых фенологических групп. Поздний выход из состояния покоя позволяет растениям избежать действий резких суточных амплитуд весеннего периода. Но в случае возврата холодов поздней весной они отличаются большей чувствительностью к заморозкам, которые повреждают распустившиеся вегетативные и генеративные органы.

Хорошая зимостойкость отмечается у древесных пород Охотско-Камчатской и Маньчжурской провинции Приамурья, а также у видов, занимающих обширные Евразийские ареалы. Растения выходят после перезимовки лишь с незначительными повреждениями неодревесневшей части годового прироста. В наиболее суровые зимы возможна гибель основной части многолетних побегов. Величина зимнего покоя стабилизируется в пределах 6,5-6,6 месяцев. Несответствие в характере климатических условий Алтая и Дальнего Востока ограничивает период закалки растений, сказываясь на их зимостойкости. Но сдвиг фенологического ритма к ранним срокам начала и конца вегетации позволяет им не терять или, наоборот, приобретать морозоустойчивое состояние в переходные периоды.

Как видим, характер повреждений древесных пород связан с физиологическим состоянием растений, определяющих степень вызревания тканей и адаптацию к низким температурам. Среди

ведущих факторов, влияющих на зимостойкость дальневосточных растений в климатических условиях Рудного Алтая являются:

- недостаток тепла в летний период, действующий на динамику формирования тканей;
- короткий, с высокими перепадами температур осенний период, ограничивающий вызревание побега и весенний период, способствующий потере закалки;
- неустойчивая зима с резкими похолоданиями и оттепелями, усиливающая характер зимних повреждений.

Но генотипическая разнородность древесных пород Дальнего Востока в условиях Западного Алтая демонстрирует широкий диапазон термостойкости в зимние и переходные периоды. Нередко виды одинакового географического происхождения показывают разные адаптивные возможности, раскрывая перспективы в интродукционном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматические ресурсы Восточно-Казахстанской области Казахской ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 158 с.
2. *Ветовская Т.Н.* Интродукция древесных растений Дальнего Востока в Западной Сибири – Новосибирск: Наука, 1983. 194 с.
3. *Головкин Б.Н.* Культурный ареал растений. М.: Наука, 1988. 176 с.
4. *Климаченко А.Ф.* Активность окислительных ферментов у интродуцированных древесных растений в осенний период. // В кн.: Физиологические механизмы адаптации и устойчивости растений. Новосибирск, 1973. С. 48-59.
5. *Лучник З.И.* Интродукция деревьев и кустарников в Алтайском крае. // В кн.: Успехи интродукции растений. М.: Наука, 1973. 168 с.
6. *Петровская-Баранова Т.П.* Физиология адаптации и интродукция растений. М.: Наука, 1983. 151 с.
7. *Петухова И.П.* Эколого-физиологические основы интродукции древесных растений. М.: Наука, 1981. 117 с.
8. *Плотникова Л.С.* Интродукция древесных растений китайско-японской флористической подобласти в Москве. М.: Наука, 1971. 135 с.
9. *Крамер Пол Д., Козловский Теодор Т.* Физиология древесных растений. – М.: Лесная промышленность, 1983.- 128 с.
10. *Туманов И.И.* Физиология закаливания и морозоустойчивость растений. М.: Наука, 1979. 348 с.

Резюме

Қиыршығыс Алтай ағаш тектес өсімдіктерінің экологиялық бейімділігі жоғары. Олар Кенді Алтай жағдайларында жақсы қыстап шығуда.

Summary

Trees from Far East region has wide ecological range and very good passing the winter to the Vein Altai climatic conditions.