

УДК 630\*181.351

## ЗИМОСТОЙКОСТЬ ГРУШИ УССУРИЙСКОЙ В УСЛОВИЯХ РЕЗКО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Рунова Е.М., Аношкина Л.В., Золотухина Г.И.

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», Братск, e-mail: runova0710@mail.ru

Проведено исследование морозоустойчивости груши уссурийской в условиях резко континентального климата г. Братска. Зимостойкость оценивалась по методике М.М. Тюриной и Г.А. Гоголевой. По I компоненту исследуемые растения испытывались в естественных условиях без видимых внешних изменений. Максимальная морозоустойчивость в закаленном состоянии (II компонент) проводилась в лабораторных условиях, методом промораживания в камере искусственного климата MKF-240. Всего обработано более 50 образцов для получения достоверных результатов. Дана характеристика климатических особенностей, прослежена динамика зимних температур. Климат в г. Братске резко континентальный, средняя температура января составляет  $-21^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум температур зафиксирован в 2001 г.  $-45,9^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность вегетационного периода в среднем составляет 136 дней. Для оценки морозоустойчивости были сделаны поперечные срезы однолетних побегов груши уссурийской, выдержавшие ранние зимние морозы. В климатической камере моделировались отрицательные температуры воздуха:  $-35$ ;  $-40$  и  $-45^{\circ}\text{C}$ , характерные для января. Степень повреждения древесины оценивалась по пятибалльной шкале. После испытаний в полевых условиях по I компоненту наблюдались только повреждения перидермы. При промораживании побегов до температуры  $-35^{\circ}\text{C}$  по II компоненту, перидерма повреждена у всех образцов, также наблюдаются повреждения флоэмы. При температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ , кроме повреждений перидермы и флоэмы, у нескольких образцов наблюдается разрыв камбиального слоя. При снижении температуры до  $-45^{\circ}\text{C}$  у двенадцати образцов повреждена ксилема. Кора и камбий, находящиеся в состоянии глубокого органического покоя, обладают высокой морозоустойчивостью (1–2 балла), ксилема только при понижении температуры до  $-45^{\circ}\text{C}$  имеет частичные незначительные повреждения. Сердцевина при воздействии низких температур не пострадала. Основываясь на полученных результатах и учитывая высокие декоративные качества груши уссурийской, данный интродуцент рекомендуется использовать в городском озеленении, при наличии поврежденных однолетних побегов рекомендуется проведение санитарной формовки кроны.

**Ключевые слова:** интродуцент, зимостойкость, морозоустойчивость, перидерма, флоэма, камбий, ксилема

## IN WINTER-HARDY PEAR USSURIISK HARSH CONTINENTAL CLIMATE OF EASTERN SIBERIA

Runova E.M., Anoshkina L.V., Zolotukhina G.I.

Bratsk State University, Bratsk, e-mail: runova0710@mail.ru

The study of cold hardiness Ussuri pear in a sharply continental climate of Bratsk. Winter hardiness was evaluated by the method of MM Tyurin and GA Gogoleva. As I researched component of plants were tested under natural conditions without visible external measurable-tions. Maximum frost resistance in the hardened condition (II component) conducted in-labo-valued conditions by freezing the camera MKF-240 artificial climate. Total Obrat bot more than 50 samples to obtain reliable results. The characteristic climatic features, traces dynamics of winter temperatures. The climate in the town of Bratsk is sharply continental, the average January temperature is  $-21^{\circ}\text{C}$ . The absolute minimum temperature was recorded in 2001 –  $45,9^{\circ}\text{C}$ . The growing season averages 136 days. To evaluate the hardiness were made cross sections of annual shoots Ussuri pear, vyder-huddling early winter frosts. In the climatic chamber simulated the negative temperature  $-35$ ;  $-40$  and  $-45^{\circ}\text{C}$ , typical for January. The extent of wood failure was assessed on a scale. After Field Test at I component damage observed only periderm. At freezing temperature shoots up to  $-35^{\circ}\text{C}$  for component II, periderm intact for all samples, and observed damage to the phloem. At a temperature of  $-40^{\circ}\text{C}$  but damages the periderm and phloem, several samples observed cambial layer break. When temperatures drop to  $-45^{\circ}\text{C}$  in twelve samples damaged xylem. The bark and the cambium, are in a state of deep organic rest has a high frost resistance (1–2 points), xylem only when the temperature is lowered to  $-45^{\circ}\text{C}$  has a partial minor in damage. The core when exposed to low temperatures is not affected. Based on the results obtained-tion and given the high quality decorative pear Ussuriisk, the introduced plant is recommended to use in urban landscaping, sanitary crown molding is recommended in the presence of damaged annual shoots.

**Keywords:** introduced tree, winter hardiness, frost, periderm, phloem, cambium, xylem

Суровый климат Восточной Сибири с длительными морозными зимами и коротким периодом вегетации, а также сложная экологическая обстановка промышленного города сказываются на системе озеленения г. Братска. Ассортимент городской растительности довольно беден. Чаще всего в озеленении встречается тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), акация жел-

тая карагана (*Caragana arborescens* Lam.), а также участки естественных насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth), березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh), осины (*Populus tremula* L.). Одним из перспективных направлений обогащения скудного ассортимента сибирской флоры является интродукция [3, 4]. Известно также,

что многие европейские и дальневосточные виды, отличающиеся высокой декоративностью, экологическими и санитарно-гигиеническими свойствами, часто оказываются более долговечными и устойчивыми в городских посадках, чем местные виды [1]. Исследования по введению в ассортимент городских посадок на территории г. Братска видов древесно-кустарниковых насаждений, природным ареалом которых являются Европа, Северная Америка, Дальний Восток и др. регионы, ранее не проводились. В настоящее время изучением инорайонных растений занимаются сотрудники кафедры воспроизводства и переработки лесных ресурсов Братского государственного университета. Ведутся работы по изучению акклиматизации, сезонных ритмов развития, зимостойкости растений.

Интродуценты, произрастающие в настоящее время на территории г. Братска, адаптировались к суровым климатическим условиям и являются украшением городских улиц. Среди них – представитель дальневосточной флоры – груша уссурийская (*Pyrus ussuriensis* Maxim), высаженная в 1988 г. трехлетним саженцем на территории университета в виде живых изгородей.

**Целью настоящих исследований** является изучение адаптивности груши уссурийской (*Pyrus ussuriensis* Maxim) к климатическим особенностям Восточной Сибири по компонентам зимостойкости и выявление потенциала использования данного вида в городских посадках.

#### Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2011–2015 гг. В качестве объекта исследований взяты однолетние побеги груши уссурийской. Зимостойкость оценивалась по методике М.М. Тюриной и Г.А. Гоголевой (1978) [5]. I компонент – устойчивость вида к ранним морозам; II – максимальная морозоустойчивость в закаленном состоянии; III – способность сохранять высокую устойчивость к морозам в период оттепели; IV компонент – способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепелей.

По I компоненту исследуемые растения испытывались в естественных условиях без видимых внешних изменений. По II компоненту – в лабораторных условиях, методом промораживания в камере искусственного климата MKF-240. Однолетние побеги, вы-

державшие ранние зимние морозы, были заготовлены в середине декабря и подверглись испытаниям при заданных режимах (табл. 1).

Степень повреждения древесины оценивалась по пятибалльной шкале: 0 баллов – повреждения отсутствуют; 1 балл – 20% повреждений; 2 балла – 40%; 3 балла – 60%; 4 балла – 80%; 5 баллов – 100% повреждений, ткани погибли. Полученные результаты обрабатывались статистически с использованием программы Excel. Всего обработано более 50 образцов для получения достоверных результатов. До и после промораживания делались срезы однолетних побегов и оценивалась их анатомическая структура с помощью микроскопа Микмед-5. Полученные срезы фиксировались с помощью цифровой фотокамеры и выводились на монитор компьютера.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Зимостойкость и морозоустойчивость характеризуют результат адаптации древесно-кустарниковой растительности и являются важнейшими показателями при выборе ассортимента насаждений для озеленения городских территорий. Особенно важно учитывать данные показатели в условиях озеленения северных городов.

Географическое положение г. Братска в центре Среднесибирского плоскогорья, вдали от морских побережий, придает климату резко континентальный характер. Средняя температура самого холодного месяца – января составляет  $-21^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум температур в 2001 г. составил  $-45,9^{\circ}\text{C}$ . Наиболее теплые зимы за последние десятилетия наблюдались в 1990-е гг., зимой 2015 г. температура воздуха не опустилась ниже  $-28,5^{\circ}\text{C}$  (рис. 1).

По многолетним наблюдениям дата первых осенних заморозков была отмечена 3 сентября в 1965 г., последних весенних – 9 июня в 1987 г. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 114 дней. Причем, если в 1960-е гг. продолжительность безморозного периода составляла 106 дней, в 1990-е гг. – 119, а с 2000 по 2015 гг. – 125 дней. Продолжительность вегетационного периода в среднем составляет 136 дней [2]. В таких суровых условиях довольно проблематично использование в городском озеленении инорайонных видов деревьев и кустарников.

Таблица 1

Параметры испытаний по II компоненту

Климатические воздействия	Моделирование мороза до температуры					
	$-35^{\circ}\text{C}$		$-40^{\circ}\text{C}$		$-45^{\circ}\text{C}$	
Закалка	5 дней	$t-5^{\circ}\text{C}$	5 дней	$t-5^{\circ}\text{C}$	5 дней	$t-5^{\circ}\text{C}$
Закалка	5 дней	$t-10^{\circ}\text{C}$	5 дней	$t-10^{\circ}\text{C}$	5 дней	$t-10^{\circ}\text{C}$
Промораживание	12 часов	$t-35^{\circ}\text{C}$	12 часов	$t-40^{\circ}\text{C}$	12 часов	$t-45^{\circ}\text{C}$



Рис. 1. Динамика зимних температур (по данным метеостанции г. Братска)

Для оценки зимостойкости были сделаны поперечные срезы однолетних побегов груши уссурийской (*Pyrus ussuriensis* Maxim), на которых выделяются основные зоны: перидерма, флоэма, камбий, ксилема, сердцевина (рис. 2).

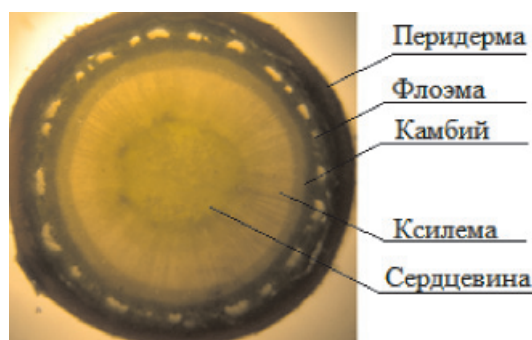


Рис. 2. Зоны среза однолетнего побега

После испытаний в полевых условиях по I компоненту максимальные повреждения 41,3% наблюдаются в зоне перидермы, в среднем при проверке устойчивости данного вида к ранним морозам повреждения составляют 25,8%. Далее, в камере искусственного климата смоделирована температура, близкая к минимальным температурам воздуха в зимний период.

При промораживании побегов до температуры  $-35^{\circ}\text{C}$  по II компоненту перидерма повреждена у всех образцов, повреждения варьируют от 24,6 до 55,4%, в среднем 36,5%. Флоэма оказалась поврежденной у девятнадцати образцов от 3 до 12%. В остальных зонах среза повреждений не наблюдается.

Затем проверялась морозоустойчивость в закаленном состоянии при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ . После промораживания в камере искусственного климата перидерма повреждена у всех образцов. Максимальные повреждения составили 58,5%, кроме того, у двадцати двух образцов отмечаются повреждения флоэмы от 2,5 до 18,7%. Повреждения камбия на 0,5–2,8% отмечаются у трех образцов, что не оказывает значительного влияния на жизнеспособность побегов и при наступлении вегетационного периода будет компенсировано восстановительными тканями, в т.ч. феллемой.

При достижении температуры промораживания  $-45^{\circ}\text{C}$  видны повреждения жизненно важных тканей, перидерма повреждена у всех образцов, повреждения флоэмы наблюдаются у сорока четырех образцов и варьируют в пределах от 2,3 до 32,6%.

Таблица 2

Средние значения повреждений однолетних срезов побегов груши уссурийской при промораживании

Зона	Повреждения, % при температуре промораживания					
	$-35^{\circ}\text{C}$		$-40^{\circ}\text{C}$		$-45^{\circ}\text{C}$	
	после I компонента	после II компонента	после I компонента	после II компонента	после I компонента	после II компонента
Перидерма	19,3	36,5	29,5	40,3	28,8	38,0
Флоэма	–	7,7	–	9,8	–	15,5
Камбий	–	–	–	0,1	–	1,5
Ксилема	–	–	–	–	–	2,25
Серцевина	–	–	–	–	–	–

Отмечаются повреждения камбия в виде разрывов у 18 образцов на 0,8–5,8%. Ксилема повреждена у двенадцати образцов на 1,2–8,7%. Повреждений сердцевины на срезах

побегов не наблюдалось. Средние значения повреждений представлены в табл. 2.

Наиболее характерные образцы срезов показаны на рис. 3.

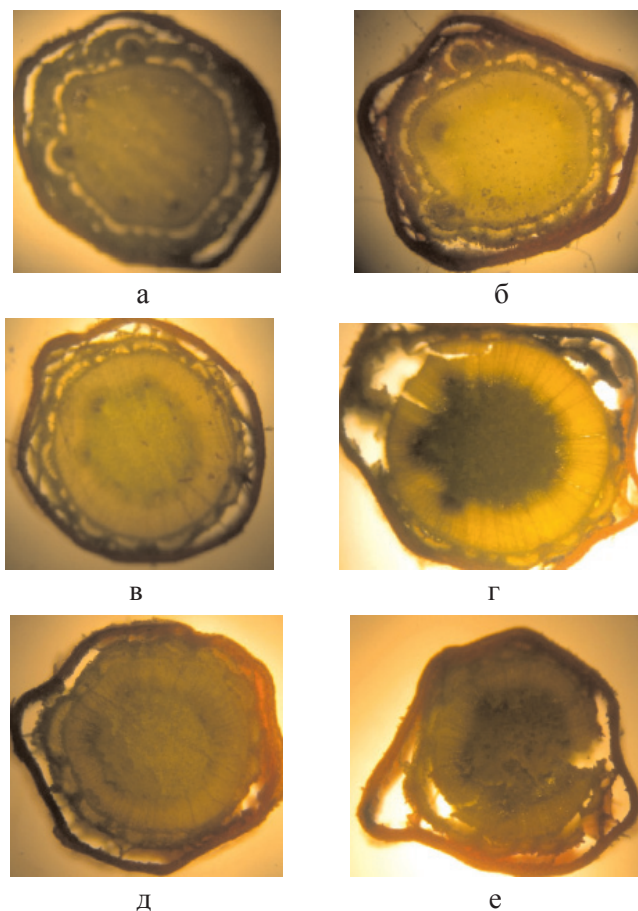


Рис. 3. Образцы срезов однолетних побегов после испытания при отрицательных температурах: а – после I компонента при температуре  $-35^{\circ}\text{C}$ ; б – после II при температуре  $-35^{\circ}\text{C}$ ; в – после I компонента при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ ; г – после II при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ ; д – после I компонента при температуре  $-45^{\circ}\text{C}$ ; е – после II при температуре  $-45^{\circ}\text{C}$

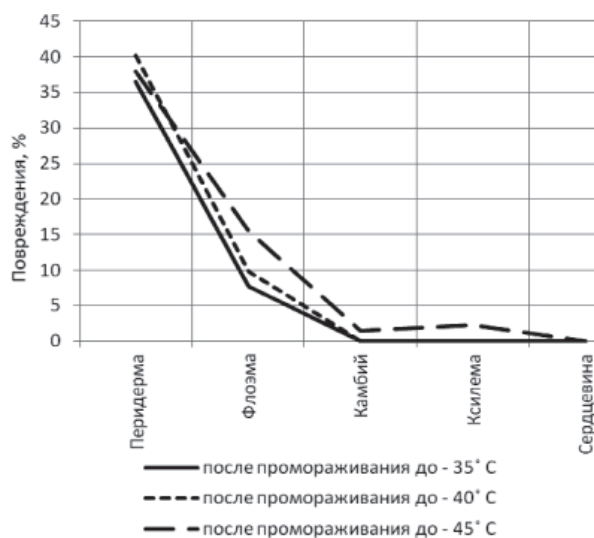


Рис. 4. Изменение морозоустойчивости однолетних побегов груши уссурийской при различных отрицательных температурах воздуха.

По результатам оценки морозоустойчивости однолетних побегов груши уссурийской построен график (рис. 4), на котором можно отметить, что у испытуемых образцов устойчивость тканей к температурным стрессам возрастает в следующем порядке: перидерма, флоэма, камбий, ксилема.

Оценивая степень повреждений древесины по пятибалльной шкале, следует отметить, что у большинства образцов наблюдаются в среднем около 40% повреждений перидермы, что соответствует 2 баллам, повреждения флоэмы до 15,5% – 1 балл, повреждения камбия при понижении температуры до –40 и –45°C, соответствующие 1 баллу, и при понижении температуры воздуха до –45°C зафиксированы повреждения ксилемы в 1 балл (табл. 3).

**Таблица 3**  
Оценка морозостойкости образцов по II компоненту в баллах

Наименование зоны среза	Температура промораживания		
	–35°C	–40°C	–45°C
Перидерма	2	2	2
Флоэма	1	1	1
Камбий	–	1	1
Ксилема	–	–	1
Сердцевина	–	–	–

### Выводы и рекомендации

По результатам проведенных исследований можно отметить, что зимостойкость *Pyrus ussuriensis* Maxim в Братском районе позволяет переносить морозы до –45°C с незначительными повреждениями основных тканей побегов. Кора и камбий, находящиеся в состоянии глубокого органического покоя, обладают высокой морозоустойчивостью (1–2 балла), ксилема только при понижении температуры до –45°C имеет частичные незначительные повреждения. Камбий и флоэма, имеющие повреждения, соответствующие 1 баллу, за счет восстановительной ткани – филлемы с частичным торможением

ростового процесса и ослаблением образования генеративных почек в начале вегетационного периода способны восстановить свою жизнедеятельность. Сердцевина при воздействии низких температур не пострадала.

Основываясь на полученных результатах и учитывая, что данный интродуцент не является производителем плодов для употребления в пищу, но при этом обладает высокими декоративными свойствами, *Pyrus ussuriensis* Maxim рекомендуется использовать в городском озеленении в виде живых изгородей и солитеров.

При наличии поврежденных однолетних побегов рекомендуется проведение санитарной формовки кроны, что придает большую декоративность, создает дополнительные побеги, в результате чего кроны груши уссурийской увеличивают плотность, что является важным фактором при формировании живых изгородей.

В настоящее время ведутся обширные исследования по морозостойкости других интродуцентов, произрастающих в условиях г. Братска (клен остролистный *Acer platanoides* L., липа мелколистная *Tilia cordata* Mill, дуб монгольский *Quercus mongolica* Fisch и др.). Полученные результаты позволят разработать биологические и агротехнические методы для повышения устойчивости интродуцентов в условиях севера Восточной Сибири.

### Список литературы

1. Бабич Н.А., Залывская О.С., Травникова Г.И. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов: монография – Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2008. – 144 с.
2. Климат Братска / под ред. Ц.А. Шепер, В.Н. Бабиченко. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 168 с.
3. Рунова Е.М., Аношкина Л.В., Золотухина Г.И. Использование груши уссурийской (*Pyrus ussuriensis* Maxim.) в озеленении городов Сибири // Вестник КрасГАУ. – 2015. – Вып. 5. – С. 121–126.
4. Рунова Е.М., Аношкина Л.В., Крамская Н.В. Перспективы интродукции древесно-кустарниковой растительности г. Братска // Труды Братского государственного университета: Сер.: Естественные и инженерные науки: в 2 т. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – 217 с.
5. Тюрина М.М., Гоголева Г.А. Ускоренная оценка зимостойкости плодовых и годных растений: методические рекомендации. – М., 1978. – 48 с.