

5-бөлім  
**ӨСІМДІКТЕР ФИЗИОЛОГИЯСЫ  
ЖӘНЕ БИОХИМИЯСЫ**

---

Раздел 5  
**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ  
РАСТЕНИЙ**

---

Section 5  
**PLANTS PHYSIOLOGY  
AND BIOCHEMISTRY**

Андрианова Н.Г., Сиротина Т.О.

**Устойчивость сортов груши к неблагоприятным абиотическим факторам глинистой пустыни Центрального Казахстана**

В условиях северных глинистых пустынь Центрального Казахстана неблагоприятными абиотическими факторами для плодовых растений являются низкие продолжительные температуры зимнего периода при незначительном уровне снегового покрова и высокая температура и сухость воздуха летнего периода. Основная цель исследования заключалась в выявлении сортов груши, устойчивых к неблагоприятным абиотическим факторам аридной зоны Центрального Казахстана. Оценка 10 сортов груши на засухоустойчивость и 23 сортов груши на зимостойкость проводилась в Жезказганском ботаническом саду. Современные сорта груши, являющиеся гибридами *Pyrus ussuriensis* Maxim. и *P. communis* L., способны выращиваться в суровых климатических условиях. Результаты исследования показали, что сорта груши Красуля и Чижовская, гибриды груши уссурийской и груши обыкновенной, являются устойчивыми к низким продолжительным температурам зимнего периода и высокой температуре и сухости воздуха летнего периода.

**Ключевые слова:** абиотический фактор, зимостойкость, засухоустойчивость, сорт, груша, Центральный Казахстан.

Andrianova N.G., Sirotina T.O.

**Resistance of pear cultivars to unfavorable abiotic factors of clay desert of Central Kazakhstan**

The extremely adverse abiotic factors for fruit plants are low prolonged temperatures of the winter period with little snow cover and a heat and dryness of air during the summer period in the conditions of a sub band of northern clay desert of Central Kazakhstan. The research main objective was the evaluation of pear cultivar resistance to low long temperatures of a winter period and a heat and dryness of air during a summer period. Modern pear cultivars that are hybrids of *Pyrus ussuriensis* Maxim. and *P. communis* L. are capable to be grown up in severe climatic conditions. The estimation of 10 pear cultivars to drought and 23 pear cultivar to winter hardiness was conducted in the Zhezkazgan Botanical Garden. Results of research have shown that Krasulja and Chizhovskaya which are hybrids of Ussuriiskaya pear and Common pear are resistance to adverse winter and summer factors of the arid zone of Central Kazakhstan.

**Key words:** abiotic factor, winter hardiness, drought resistance, cultivar, pear, Central Kazakhstan.

Андрианова Н.Г., Сиротина Т.О.

**Орталық Қазақстанның балшықты шөлінің қолайсыз абиотикалық факторларына алмұрт сұрыптарының тұрақтылығы**

Орталық Қазақстанның солтүстік балшықты шөл жағдайында жемісті өсімдіктерге қолайсыз абиотикалық факторлар болып қысқы уақыттағы төменгі ұзақ температуралар аз деңгейдегі қар басу мен жоғары температуралар және жаз уақытындағы құрғақ ауа болып табылады. Зерттеудің негізгі мақсаты қысқы уақыттағы төменгі ұзақ температуралар мен жоғары температураларға тұрақты және жаз уақытындағы құрғақ ауаға төзімді алмұрт сұрыптарын анықтау. Жаңа тары, *Pyrus ussuriensis* Maxim. және *P. communis* L. будандары болып табылады, қатал климаттық жағдайда өсіруге қабілетті. 10 алмұрт сұрыптарына құрғақшылыққа төзімділігіне және 23 алмұрт сұрыптарына қысқа төзімділігіне Жезқазған ботаникалық бағында сараптама жүргізілді. Зерттеулер нәтижесі көрсетті, Красуля және Чижовская алмұрт сұрыптары, уссурийск және кәдімгі алмұрттың будандары, құрғақ зоналы Орталық Қазақстанның қолайсыз қыстық және жаздық факторларына төзімді болып табылады.

**Түйін сөздер:** абиотикалық фактор, құрғаққа төзімді, қысқа төзімді, алмұрт, сұрып, Орталық Қазақстан.

**УСТОЙЧИВОСТЬ  
СОРТОВ ГРУШИ  
К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ  
АБИОТИЧЕСКИМ  
ФАКТОРАМ  
ГЛИНИСТОЙ  
ПУСТЫНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО  
КАЗАХСТАНА**

**Введение**

При оценке успешности интродукции плодово-ягодных культур в суровых климатических условиях глинистой северной пустыни Центрального Казахстана ключевым показателем является устойчивость растений к абиотическим факторам. Наиболее вредоносные стрессы у интродуцентов здесь вызывают сильные и продолжительные морозы в середине зимы в сочетании с низким уровнем снегового покрова, а также высокая температура и сухость воздуха в летний период.

Основная цель интродукционного исследования заключалась в выявлении сортов груши, устойчивых к основным абиотическим факторам глинистой пустыни Центрального Казахстана: низким продолжительным температурам зимнего периода и высокой температуре и сухости воздуха летнего периода.

Впервые в условиях Центрального Казахстана дана оценка 23 отечественным и российским сортам груши на зимостойкость и 10 российским сортам груши на засухоустойчивость.

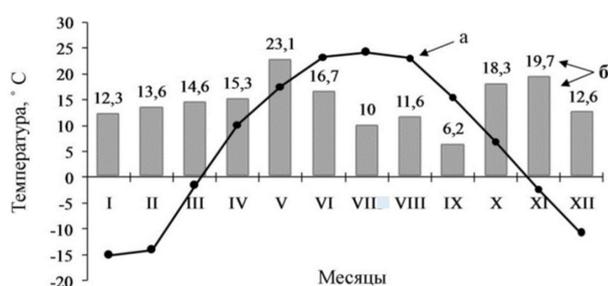
**Материалы и методы**

Исследование осуществлялось в Жезказганском ботаническом саду (ЖБС), который находится в Карагандинской области Казахстана в крайне суровых для плодовых культур условиях, что позволяет в короткие сроки дать оценку их устойчивости к абиотическим факторам [1]. Регион характеризуется чрезвычайной сухостью климата, постоянными ветрами, очень ограниченными водными источниками, сочетая в себе все отрицательные стороны холодного климата Сибири и засушливого климата пустынь Средней Азии (рисунок 1). Минимальная температура, отмеченная в Жезказгане за последние 10 лет –  $-39,2^{\circ}\text{C}$ , максимальная –  $43^{\circ}\text{C}$ .

Оценка 10 сортов груши на засухоустойчивость и 23 сортов груши на зимостойкость проводилась в условиях полива. Для проведения испытания растения в количестве 3 – 6, были высажены по схеме  $5 \times 3$  м, на экспериментальном участке, находящемся на ровном небольшом северном склоне. Почвы его однородные, характерные для ЖБС и типичные для Жезказган-

ского региона, малокарбонатные тяжелые суглинистые, с гипсоносными отложениями на глубине 40 – 60 см.

Для изучения зимостойкости использовался полевой метод испытаний в соответствии с методикой «Изучение зимостойкости сортов плодовых и ягодных растений в полевых и лабораторных условиях» [2]. Растения на экспериментальном участке подвергались воздействию естественных стрессовых факторов холодного периода, и полученные повреждения оценивались по итогам перезимовки с наступлением вегетации. Оценка зимостойкости проводилась после самых суровых зимних сезонов 2005/2006 и 2011/2012 за время существования сортов груши (12 лет).



**Рисунок 1** – Среднемесячная температура (а) и сумма осадков (б) в период с 2005 по 2014 гг. в Жезказгане

Для определения степени засухоустойчивости сортов груши находили содержание воды в начале опыта и водоудерживающую способность листьев через 4 часа подсушивания в периоды наибольшей напряженности стрессовых факторов (в июне, июле и августе). Оценка сортов груши на засухоустойчивость осуществлялась согласно методике «Изучение жаростойкости и засухоустойчивости сортов» [3] в 2013 г., в котором температура воздуха и осадки в летний период были в пределах нормы.

### Результаты и их обсуждение

Основным абиотическим стрессом, который причиняет существенный вред растениям, ограничивая продуктивность и географическое распространение многих диких и культурных видов, являются критические низкие зимние температуры [4].

Оценку зимостойкости сортов груши давали по степени повреждения ветвей кроны по-

сле самых суровых зимних сезонов 2005/2006 и 2011/2012 (таблица 1). Результаты исследования показали, что после зимы 2005/2006 гг. растения получили повреждения от 0 до 2,7 баллов. Максимальные повреждения после зимы 2011/2012 гг. составили 5 баллов. Однофакторный корреляционный анализ данных этого сезона показал, что сорта с вероятностью 99% значительно различались по степени повреждения кроны. Сорта груши Памяти Паршина и Талгарская красавица погибли после сезона 2011/2012. Нарядная Ефимова и Орловская красавица получили сильные повреждения (таблица 1).

**Таблица 1** – Степень зимних повреждений сортов груши (в баллах)

Сорт груши	Степень повреждения ветвей кроны	
	2005/2006	2011/2013
Академическая	2,3 бв	2,7 г
Барнаульская крупная	0 д	0 е
Велеса	2,3 бв	2,7 г
Веселинка	0 д	0 е
Видная	2,3 бв	2,7 г
Золотинка	0 д	0 е
Красноярская крупная	0 д	0 е
Красуля	0 д	0 е
Круглая	2,3 бв	2,7 г
Лада	1 г	1 д
Любава	2 в	1,2 д
Малиновка	0 д	0 д
Муратовская	2,7 аб	3 вг
Нарядная Ефимова	3 а	3,5 бв
Нерусса	2,3 бв	2,7 г
Орловская Красавица	3 а	4 б
Памяти Паршина	3 а	5 а
Памятная	2,7 аб	3 вг
Петровская	1 г	1 д
Повислая	0,5 гд	0,7 д
Талгарская красавица	3 а	5 а
Тютчевская	2,7 аб	3 вг
Чижовская	1 г	1 д
НСР	0,48	0,93
Средние значения, отмеченные разными буквами, существенно различаются по Дункану ( $p < 0,01$ )		

Без повреждений перезимовали сорта груши Красноярская крупная, Барнаульская крупная, Веселинка, Золотинка, Малиновка и Красуля.

Практически без повреждений перенесли самые суровые зимы Любава, Лада, Петровская, Повислая и Чижовская.

Результаты многолетних интродукционных исследований зимостойкости сортов груши показали, что наибольшие повреждения растения получили после холодного периода 2011/2012 гг., когда на растения воздействовали 2 неблагоприятных фактора – низкая температура (сумма температур ниже нуля  $-2033^{\circ}\text{C}$ , и минимальная температура  $-35,4^{\circ}\text{C}$ ). Исследования подтверждают данные Rajashekara и др. (1983) [5], Fircks and Verwijst (1993) [6] в том, что не только минимальная температура, но также длительность воздействия критической низкой температуры влияют на степень зимних повреждений растений. Сорта груши Красуля (Челябинск), Барнаульская крупная (Барнаул) и Малиновка (Красноярск) являются очень устойчивыми к абиотическим факторам зимнего периода в условиях аридной зоны Центрально-

го Казахстана, Петровская, Лада и Чижовская (Москва) – устойчивыми.

Многие авторы считают, что по мере старения листьев происходит снижение содержания общей воды. Например, в условиях Молдавии содержание воды в листьях плодовых от первоначального веса составляло: в июне – 61,1 %; в июле – 48,7%; в августе – 44,2 % [7]. В условиях южной степи Украины у плодовых растений в начале вегетации оводненность тканей листьев наибольшая – 62 ... 72%, а в конце августа, по мере старения листьев, этот показатель снижается на 2 ... 4% [8]. Дисперсионный анализ данных по водному обмену листьев сортов груши в ЖБС показал, что у сортов с вероятностью 99% имеются достоверные различия между средними показателями по содержанию воды и водоудерживающей способности. Содержание воды в листьях составило у груши в июне 55,39 ... 66,90%; в июле – 51,38 ... 58,39%, в августе – 47,00 ... 52,54%, в среднем за лето – 51,26 ... 57,52%. У сортов груши произошло падение содержания воды в листьях от июня к августу на 8,39 ... 14,36% (таблица 2).

**Таблица 2** – Содержание воды в листьях сортов груши в% от сырого веса

Сорт груши	Июнь	Июль	Август	Среднее за лето
Барнаульская крупная	56,89 гд	52,77 гд	48,59 вг	52,75 аб
Золотинка	66,90 а	54,17 в	51,47 аб	57,52 а
Красноярская крупная	57,07 г	51,71 де	49,58 бв	52,79 аб
Красуля	56,52 гд	53,25 вг	50,48 абв	53,42 аб
Круглая	62,29 б	58,39 а	52,46 а	57,71 а
Любава	60,62 в	56,73 б	49,59 бв	55,65 аб
Муратовская	60,70 бв	56,54 б	50,56 абв	55,93 аб
Памятная	56,77 гд	56,62 б	52,54 а	55,31 аб
Петровская	59,10 в	51,44 еж	49,10 вг	53,21 аб
Чижовская	55,39 д	51,38 ж	47,00 г	51,26 б
НСР	1,49	1,16	1,18	5,28
Средние значения, отмеченные разными буквами, существенно различаются по Дункану ( $p < 0,01$ )				

В крайне засушливых условиях Мангышлака водоудерживающая способность листьев резко изменялась в течение вегетации. Самая высокая

водоудерживающая способность наблюдалась в начале вегетации – в мае. С повышением температуры воздуха в июле – августе водоудержи-

вающая способность значительно понижалась. В жаркие летние месяцы, срезанные листья отдавали к 4-ому часу завядания 80 – 90% воды [9].

При исследовании водоудерживающей способности листьев сортов груши в условиях ЖБС оказалось, что она составила в июне 61,61 ... 79,38%, в июле – 50,02 ... 75,60%, в августе – 50,49 ... 65,29%, в среднем за лето – 54,76 ... 72,99% от первоначального содержания воды в листьях (таблица 3).

У сортов груши произошло снижение водоудерживающей способности от июня к августу в среднем на 10,91%. Самая высокая водоудерживающая способность с достоверностью 99% по месяцам и в среднем за лето была отмечена у сортов груши Красуля и Чижовская (таблица 3, рисунок 2).

У Красули водоудерживающая способность в среднем за три летних месяца составила 72,28%, у Чижовской – 72,99%. И.П. Хаустович

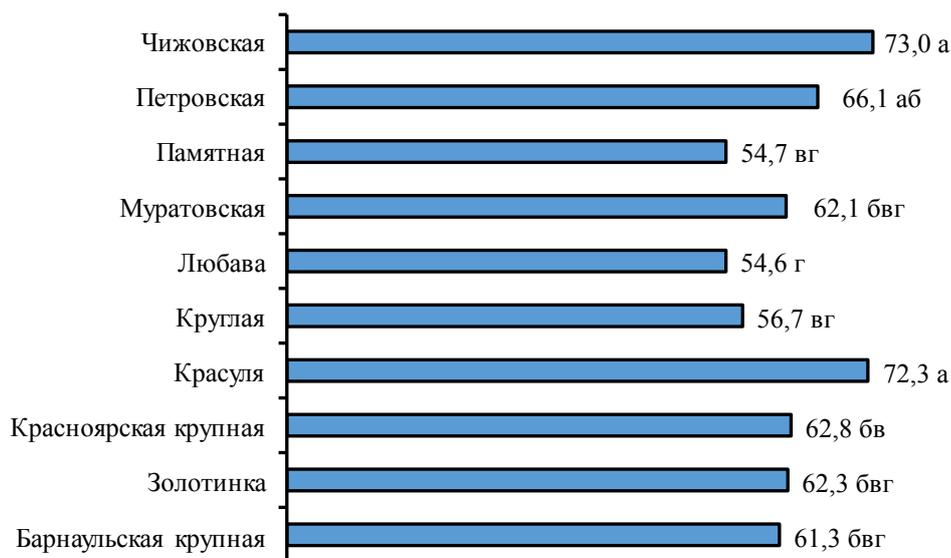
(2006) считает, что признаком устойчивого к засухе сорта является высокая водоудерживающая способность [10].

Следовательно, можно предположить, что Красуля и Чижовская, обладающие самой высокой водоудерживающей способностью листьев в летний период среди изучаемых сортов, лучше других адаптированы к климатическим условиям аридной зоны Центрального Казахстана.

На основании литературных данных и результатов собственных исследований по изучению содержания воды и водоудерживающей способности в летний период были сделаны следующие выводы: груши Красуля и Чижовская проявляют высокую устойчивость к действию таких стресс-факторов, как высокая температура и сухость воздуха в условиях глинистой пустыни Центрального Казахстана. Груши Красуля и Чижовская (Москва), являются также устойчивыми к зимним повреждениям.

**Таблица 3** – Водоудерживающая способность листьев сортов груши в% сохранившейся воды через 4 часа завядания от первоначального ее содержания

Наименование	Июнь	Июль	Август	Средняя за лето
Барнаульская крупная	68,32 бв	59,62 г	56,05 бв	61,33 бвг
Золотинка	66,39 вг	64,92 в	55,65 бв	62,32 бвг
Красноярская крупная	69,19 бв	60,23 г	59,07 в	62,83 бв
Красуля	78,20 а	73,35 а	65,29 а	72,28 а
Круглая	63,08 гд	50,02 д	57,05 бв	56,72 вг
Любава	61,61 д	51,87 д	58,19 бв	54,56 г
Муратовская	67,49 в	64,42 в	54,27 в	62,06 бвг
Памятная	62,17 д	51,45 д	50,49г	54,70 вг
Петровская	71,69 б	68,32 б	58,37 б	66,13 аб
Чижовская	79,38 а	75,60 а	63,97 а	72,99 а
НСР	3,63	2,64	3,36	8,25
Средние значения, отмеченные разными буквами, существенно различаются по Дункану ( $p < 0,01$ )				



**Рисунок 2** – Водоудерживающая способность сортов груши в среднем за лето в% сохранившейся воды через 4 часа завядания от первоначального ее содержания. Средние значения, отмеченные разными буквами, существенно различаются по Дункану ( $p < 0,01$ ; НСР = 8,25)

Ключевым фактором для успешного возделывания новых сортов в каждой зоне является подбор сортов, пригодных к местному климату и способных адаптироваться к действию неблагоприятных факторов, что позволяет подобрать оптимальный ассортимент плодовых культур, сочетающих ценные признаки и свойства для конкретного региона [11]. Сорта груши Красуля и Чи-

жевская являются устойчивыми к абиотическим факторам зимнего и летнего периодов глинистой пустыни Центрального Казахстана, они адаптированы к суровым местным условиям.

*Статья публикуется в рамках Проекта 0014/ГФ 4 по грантовому финансированию КН МОН РК (2015-2017 гг.).*

#### Литература

- 1 Gusta L.V., Wisniewski M. Understanding plant cold hardiness: an opinion // *Physiology Plantarum*. – 2013. – Vol. 147. – P. 4-14.
- 2 Тюрина М.М., Красова Н.Г., Савельева Н.Г. Изучение зимостойкости сортов плодовых и ягодных растений в полевых и лабораторных условиях // *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур: сборник трудов*. – Орел, 1999. – С. 59-69.
- 3 Еремин Г.В., Гасанов Т.А. Изучение жаростойкости и засухоустойчивости сортов // *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур: сборник трудов*. – Орел, 1999. – С. 80-86.
- 4 Arora R., Rowland L.J. Physiological research on winter-hardiness: deacclimation resistance, reacclimation ability, photoprotection strategies and a cold acclimation protocol design // *HortScience*. – 2011. – No. 46 (8). – P. 1070-1078.
- 5 Rajashekar C.B., Li P.H., Carter J.V. Frost injury and heterogeneous ice nucleation in leaves of tuber-bearing *Solanum* species // *Plant Physiology* – 1983. – Vol. 71. – P. 749-755.
- 6 Fircks H.A., Verwijst T. Plant viability as a function of temperature stress. The richards function applied to data from freezing tests of growing shoots // *Plant Physiology* – 1993. – Vol. 103. – P. 125-130.
- 7 Кушниренко М.Д. Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений. – 1-е изд. – Кишинев: Картия Молдаванеске, 1967. – 331 с.
- 8 Барабаш Т.Н. Засухоустойчивость клоновых подвоев черешни в условиях южной степи Украины // *Садоводство и виноградарство*. – 2003. – № 3. – С. 14-16.
- 9 Косарева О.Н. Интродукция яблонь на полуостров Мангышлак: автореф. канд. биол. наук. – Алма-Ата: Главный бот.сад АН Каз ССР, 1984. – 20 с.

10 Хаустович И.П., Пугачёв Г.Н., Хубулов Г.Д. Изменение климата и необходимость совершенствования сортимента и агротехники выращивания садовых культур в ЦЧР // Мат. конф. «Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России». – Орел, 2008. – С. 34-42.

11 Красова Н.Г., Артюх С.Н., Ненько Н.И. Оценка зимостойкости сортов яблони по биохимическим показателям в условиях Краснодарского Края // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2012. – № 15. – С. 92-100.

#### References

1 Gusta L.V., Wisniewski M. Understanding plant cold hardiness: an opinion // *Physiology Plantarum*. – 2013. – Vol. 147. – R. 4-14.

2 Tjurina M.M., Krasova N.G., Savel'eva N.G. Izuchenie zimostojkosti sortov plodovyh i jagodnyh rastenij v polevyh i laboratornyh uslovijah // *Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur: sbornik trudov*. – Orel, 1999. – S. 59-69.

3 Eremin G.V., Gasanov T.A. Izuchenie zharostojkosti i zasuhoustojchivosti sortov // *Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur: sbornik trudov*. – Orel, 1999. – S. 80-86.

4 Arora R., Rowland L.J. Physiological research on winter-hardiness: deacclimation resistance, reacclimation ability, photo-protection strategies and a cold acclimation protocol design // *HortScience*. – 2011. – No. 46 (8). – R. 1070-1078.

5 Rajashekar C.B, Li P.H, Carter J.V. Frost injury and heterogeneous ice nucleation in leaves of tuber-bearing *Solanum* species // *Plant Physiology* – 1983. – Vol. 71. – R. 749-755.

6 Fircks H.A, Verwijst T. Plant viability as a function of temperature stress. The richards function applied to data from freezing tests of growing shoots // *Plant Physiology* – 1993. – Vol. 103. – R. 125-130.

7 Kushnirenko M.D. Vodnyj rezhim i zasuhoustojchivost' plodovyh rastenij. – 1-e izd. – Kishinev: Kartja Moldavaneske, 1967. – 331 s.

8 Barabash T.N. Zasuhoustojchivost' klonovyh podvov cheresni v uslovijah juzhnoj stepi Ukrainy // *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. – 2003. – № 3. – С. 14-16.

9 Kosareva O.N. Introdukcija jablon' na poluostrov Mangyshlak: avto-ref. kand. biol. nauk. – Alma-Ata: Glavnyj bot.sad AN Kaz SSR, 1984. – 20 s.

10 Haustovich I.P., Pugachjov G.N., Hubulov G.D. Изменение климата и необходимость совершенствования сортимента и агротехники выращивания садовых культур в ЦЧР // Мат. конф. «Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России». – Орел, 2008. – С. 34-42.

11 Красова Н.Г., Артюх С.Н., Ненько Н.И. Оценка зимостойкости сортов яблони по биохимическим показателям в условиях Краснодарского Края // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. – 2012. – № 15. – С. 92-100.