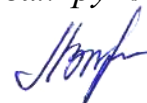


*На правах рукописи*



**ВАВИЛОВА Любовь Владимировна**

**ЗИМОСТОЙКОСТЬ ВОСТОЧНОАЗИАТСКИХ ГРУШ  
В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРИЙ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ**

03.02.08 – экология (биологические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата биологических наук**

Краснодар – 2014

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет»

- Научный руководитель:** **Семенова Лариса Григорьевна**  
кандидат биологических наук, доцент,  
старший научный сотрудник
- Официальные оппоненты:** **Белоус Оксана Геннадьевна**  
доктор биологических наук, профессор кафедры  
теория и практика таможенного дела ЧОУ ВПО  
«СИМБиП» (г. Сочи)
- Читао Светлана Ильясовна**  
кандидат биологических наук, доцент,  
заведующая кафедрой ботаники  
ФГБОУ ВПО «Адыгейский государственный  
университет» (г. Майкоп)
- Ведущая организация:** ГНУ Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук (г. Краснодар)

Защита состоится «20» июня 2014 г. в 11<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.101.14 при Кубанском государственном университете по адресу: 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, биологический факультет.

E-mail: bio\_dissovet@kubsu.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в читальном зале научной библиотеки ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» по адресу: 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 ([www.kubsu.ru](http://www.kubsu.ru)); с авторефератом – на сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации – [www.vak.ed.gov.ru](http://www.vak.ed.gov.ru).

Автореферат разослан «14» апреля 2014 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.101.14



О.В. Букарева

## Общая характеристика работы

**Актуальность темы.** Изучение зимостойкости древесных растений является одной из задач факториальной экологии, имеет прикладной характер и актуально в современном адаптивном плодоводстве. Экспериментальные результаты оценки устойчивости к неблагоприятным факторам среды, несмотря на достаточно высокую точность, в реальных климатических условиях не всегда коррелируют с действительным проявлением адаптации. В связи с этим приобретает значимость изучение зимостойкости растений в их среде обитания.

В природно-экологических условиях предгорной зоны Республики Адыгея (Северо-Западный Кавказ) продуктивность насаждений одной из главных плодовых культур лимитируется низкотемпературными стрессами во второй половине зимы и в начале весны. Учитывая дестабилизацию температурного режима, особенно остро стоит вопрос о создании новых сортов с высокой экологической пластичностью, что становится возможным только на основе изучения компонентов зимостойкости в конкретных экологических условиях. В связи с этим актуальна проблема изучения потенциала и диапазона устойчивости различных образцов груши к негативному воздействию зимних экстремальных факторов среды и выделения новых форм с максимальной выраженностью этих признаков. С этой точки зрения интерес представляют интродуцированные груши восточноазиатской группы, характеризующиеся высокой морозоустойчивостью в своем естественном ареале.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – выявить потенциал и диапазон устойчивости различных образцов дикорастущих видов восточноазиатских груш, а также сортов и гибридов, полученных с их участием, к негативному воздействию экстремальных факторов среды в условиях предгорной зоны Республики Адыгея.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи.

1. Изучить особенности роста и развития восточноазиатских груш и проанализировать соответствие их годового ритма климатическим условиям местности.
2. Определить глубину и продолжительность органического покоя в связи с адаптацией интродуцированных растений груши.
3. Выявить устойчивость различных представителей восточноазиатских груш к ранним осенним и поздним весенним заморозкам.
4. Дать оценку устойчивости растений груши к абсолютным минимумам температуры воздуха в середине зимнего периода.
5. Исследовать влияние оттепелей на зимостойкость генеративных почек.
6. Установить взаимосвязь состояния растений и плодоношения груши со степенью повреждений в зимний период.
7. Изучить динамику фракционного состава воды в генеративных почках.
8. Проанализировать влияние температурного стресс-фактора на содержание водорастворимых углеводов и нуклеиновых кислот в тканях почек как функционального показателя устойчивости растений.

**Научная новизна исследования.** Впервые в условиях предгорной зоны Республики Адыгея проведено изучение эколого-физиологических аспектов зимостойкости различных представителей рода *Pyrus L.*, относимых к восточноазиатской группе, из коллекции Майкопской опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени

Н.И. Вавилова (МОС ВИР). Изучены глубина и продолжительность периода органического покоя восточноазиатских груш. Определена устойчивость растений к стрессорам холодного времени года в разные сроки годичного цикла развития в зависимости от их эколого-генетической специфичности.

#### **Теоретическая и практическая значимость исследования.**

Результаты исследований могут быть использованы в разработке новой программы моделирования действия стрессоров холодного времени года в контролируемых условиях для предгорной зоны Северо-Западного Кавказа. Многолетние наблюдения за естественным подмерзанием генеративных почек служат основой для познания особенностей реализации адаптивного потенциала интродуцентов, а также для разработки концепции создания устойчивой искусственной экосистемы и управления ее функционированием.

Оценка зимостойкости растений груши по различным компонентам позволила выделить дикорастущие виды, а также сорта и гибриды наиболее устойчивые и перспективные для использования в природно-экологических условиях Адыгеи.

Результаты данной работы внедрены в практику ГНУ МОС ВИР и АФ ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии, используются в лекционно-практических курсах «Физиология растений», «Физиология и биохимия растений», «Агрометеорология».

#### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Устойчивость растений груши по различным компонентам зимостойкости определяется биологическим потенциалом, а также морфофизиологическим состоянием, обусловленным влиянием абиотических факторов.

2. Толерантность генеративных почек при воздействии стресс-факторов зимнего периода связана с повышением водоудерживающей способности и изменением фракционного состава воды в их тканях в сторону увеличения связанной фракции.

3. Содержание водорастворимых углеводов, а также соотношение РНК/ДНК в генеративных почках характеризуют направленность ростовых процессов и являются показателями функциональной активности, определяющими резистентность к стрессорам холодного периода года.

**Апробация работы.** Материалы и результаты работы доложены на научно-практических конференциях различного уровня: «Новые сорта и технологии возделывания плодовых и ягодных культур для садов интенсивного типа» (Орел, 2000 г.), VI Неделе науки МГТИ (Майкоп, 2001 г.), «Проблемы формирования генетических коллекций плодовых, ягодных культур и перспективы их селекционного использования» (Мичуринск, 2002 г.), «Исследование генетических ресурсов растений для целей селекции в различных регионах России» (Санкт-Петербург, 2003 г.), «Роль сортов и новых технологий в интенсивном садоводстве» (Орел, 2003 г.), «Организационно-экономический механизм инновационного процесса и приоритетные проблемы научного обеспечения развития отрасли» (Краснодар, 2003 г.), «Роль аграрной науки в сельскохозяйственном производстве» (Майкоп, 2004 г.), «Инновационные подходы в селекции цветочно-декоративных, субтропических и плодовых культур» (Сочи, 2005 г.), «Современное состояние и перспективы развития садоводства и культуры чая в Республике Адыгея» (Майкоп, 2008 г.), XXV Неделе науки МГТУ в рамках работы секции «Научно-практические аспекты модернизации аграрного производства» (Майкоп, 2012 г.), «Экологические проблемы современности» (Майкоп, 2013 г.), а также на ежегодных заседаниях кафедры

агрономии Майкопского государственного технологического университета (2003-2013 гг.)

**Публикации.** Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в 12 научных работах, в том числе 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Участие в научных программах.**

Работа частично выполнена в рамках научно-исследовательской работы кафедры «Агрономия» ФГБОУ ВПО «МГТУ» по теме: «Устойчивое развитие горных и предгорных районов Республики Адыгея» в разделе «Мобилизация наиболее ценных видов и сортов горного региона Республики Адыгея», 2002-2006 гг. (№ рег. 01.20.00.02830).

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 186 страницах машинописного текста и состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы и 13 приложений; содержит 43 таблицы и 27 иллюстраций. Список цитируемой литературы содержит 196 источников, из которых 12 на иностранных языках.

**Благодарности.** Автор диссертационной работы выражает глубокую признательность научному руководителю – кандидату биологических наук, доценту, старшему научному сотруднику Л.Г. Семеновой. Особая благодарность за научное консультирование и содействие в выполнении настоящей работы – доктору сельскохозяйственных наук, профессору И.А. Бандурко, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Т.Н. Дорошенко, доктору биологических наук, профессору Э.А. Сиротюк.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Глава 1. Эколого-биологические основы зимостойкости восточноазиатских груш. (Аналитический обзор литературы)**

В главе приводится аналитический обзор литературных источников, освещающих вопрос эколого-биологической характеристики восточноазиатских груш. По литературным данным (Н.В. Ковалев, Д.И. Тупицын [1956], Л.А. Котов [1974], А.С. Туз [1994], И.А. Бандурко [1995], Г.В. Еремин, И.С. Чепинога [1997] и др.), представители восточноазиатского генетического центра являются морозоустойчивыми, концентрирует в себе максимум доминантных генов рода в целом, многие из которых являются ценными для формирования адаптивного сортикета груши в условиях юга России.

Освещены морфофизиологические и биохимические основы зимостойкости растений, сформулированные основоположниками учения: Е. Askenasy [1877], И.И. Туманов [1940], Е.С. Мороз [1948], Я.С. Нестеров [1962], Л. Černý [1965], И.М. Ряднова и Г.В. Еремин [1964], П.А. Генкель и Е.З. Окнина [1964], К.С. Сергеева [1971], а также современные представления о зимостойкости как многокомпонентном биологическом процессе, отвечающем за адаптацию к неблагоприятным условиям зимнего периода.

### **Глава 2. Условия, объекты и методы исследований**

В главе представлена характеристика почвенных условий Майкопской опытной станции ВИР, на базе которой проведены исследования. Проанализированы ресурсы климата территории, дана оценка их соответствия биологическим требованиям рода *Pyrus L.* Выявлены неблагоприятные абиотические факторы, влияющие на состояние

и развитие растений в вегетационный и зимний периоды: частые оттепели в зимний период, возвратные заморозки высокой интенсивности, неравномерный режим выпадения осадков по месяцам года.

Основные наблюдения проводились в 2000-2011 гг. Режим погоды в эти годы характеризовался некоторыми выраженными отклонениями от климатических норм. Абсолютный минимум температуры воздуха отмечался в январе 2006 г. ( $-29^{\circ}\text{C}$ ). Абсолютный максимум за годы исследований приходился на июль 2007 г. ( $37,9^{\circ}\text{C}$ ).

Объектами исследований являлись: 4 дикорастущих вида восточноазиатского геотипа – *Pyrus ussuriensis* Maxim. (Груша уссурийская), *P. bretschneideri* Rehd. (Груша Бретшнейдера), *P. ovoidea* Rehd (Груша яйцевидная), и *P. pyrifolia* (Burm.) Nakai (Груша грушелистная), стандартом был принят местный вид *P. caucasica* Fed. (Груша кавказская). Объектами также являлись 47 образцов восточноазиатской группы, в происхождении которых принимали участие восточноазиатские виды. В качестве стандарта для сортов и гибридов взяты сорта Киффер и Нарт, районированные в данном регионе.

Фенологические наблюдения, изучение динамики роста побегов и общую оценку состояния растений с учетом повреждений морозами проводили по совокупности методических указаний: Программа и методика изучения сортов плодовых и ягодных культур, Я.С. Нестеров [1970], Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой [1999], Методика определения зимостойкости и морозостойкости плодовых и ягодных культур, г. Мичуринск [1972].

Продолжительность покоя проводили методом «срезанных веточек» по методике И.М. Рядновой, Г.В. Еремина [1964]. Изучение глубины покоя определяли по П.А. Генкелю и Е.З. Окниной [1964]. Зимостойкость растений определялась по следующим компонентам: 1 – устойчивость к осенним заморозкам; 2 – устойчивость к абсолютным минимумам температуры воздуха в середине зимы; 3 – устойчивость к повторным морозам после оттепели; 4 – устойчивость к возвратным весенним заморозкам; 5 – способность восстанавливаться в вегетационный период после зимних повреждений. Учет типов и степени повреждений в разные сезоны развития проводился по совокупности общепринятых методов: Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях, М.М. Тюрина [2002]; Оценка зимостойкости плодовых культур, М.А. Соловьева [1988]; Комплексная оценка растений на зимостойкость, М.М. Тюрина [1976]; Ускоренная оценка зимостойкости плодовых и ягодных растений, М.М. Тюрина и Г.А. Гоголева [1978].

Максимум морозоустойчивости определяли лабораторным методом на базе ВНИИГиСПР (г. Мичуринск) под руководством д-ра с.-х. наук, проф., акад. РАСХН Н.И. Савельева, при участии канд. с.-х. наук В.В. Чивилева, с использованием Методических указаний ВСТИСП [2002]. Промораживали однолетние побеги в холодильной камере РС 280/75 (Фригера) при снижении температуры до  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Для выявления наиболее характерных типов повреждений генеративных почек проводили отращивание побегов в сосудах с водой в лаборатории. При этом подсчитывали число дней от срезания ветвей до наступления фаз: начало вегетации, выдвижение соцветий и цветение, а также число цветков и бутонов с выявленными повреждениями. Для экспрессной оценки степени повреждений побегов применили аппарат ФЦМБ РЕНЕКС-ФЛЮОРО, оборудованный цифровой камерой, обеспечивающей получение рентгеновских изображений в режиме автоматического

выбора экспозиции снимка (включая кВ, мАс, сек.) При оценке степени повреждений генеративных образований весенними заморозками определяли повреждения пестиков и семян в бутонах и цветках, а так же плодоножек, экзо- и мезокарпа завязи по методике М.А. Соловьевой [1988].

Определение фракционного состава воды выполнили в лаборатории биохимии растений МОС ВИР, под руководством канд. с-х. наук Е.А. Добренкова с использованием методов М.Д. Кушниренко и др. [1970]; Н.А. Гусева [1974], адаптированных для генеративных почек груши.

Физиолого-биохимические показатели тканей генеративных почек груши проводили в лаборатории физиологии растений СКЗНИИСИВ под руководством д-ра с.-х. наук, профессора Т.Н. Дорошенко. Содержание растворимых углеводов определяли по антроновому методу Н.В. Воробьева [1985]. Концентрацию нуклеиновых кислот в растворе – спектрофотометрическим методом по Спирину, описанным Г.П. Георгиевым [1968].

Результаты исследований обработаны методами математической статистики: корреляционный и дисперсионный анализ по Г.Н. Зайцеву [1984] и Б.А. Доспехову [1985] с определением доли факторной изменчивости. Для определения существенности связи и различий фактические значения сравнивали с t-критерием Стьюдента, принимая 5% уровень значимости. Использованы пакеты прикладных программ Microsoft Office (Excel) для персонального компьютера.

### **Глава 3. Влияние абиотических факторов на годичный цикл развития и адаптация восточноазиатских груш к предгорному климату**

#### **3.1. Особенности роста и развития растений груши**

В годичном цикле растений груши наблюдали три периода: рост и развитие (вегетация), глубокий (органический) и вынужденный покой. Для оценки соответствия годичного ритма развития восточноазиатских груш климату местности провели корреляционный анализ зависимости наступления фенофаз от температурного фактора. При этом учитывали суммы температур воздуха выше 5°C и суммы эффективных температур, т.е. суммы температур выше биологического минимума груши (8°C) за соответствующий межфазный период в годы с различными метеоусловиями.

Установлена существенная связь между числом дней от начала перехода через 5°C до начала вегетации и суммой температур, накопленных растением за этот период ( $r=0,789$ ). На повышение температур раньше других видов реагируют *P. ussuriensis* и *P. bretschneideri*. Начало вегетации у них отмечается через 2-4 дня после перехода среднесуточных температур воздуха через 5°C. Позже вегетация начинается у *P. pyrifolia*; а затем у *P. ovoidea*, у последнего ростовые процессы активизируются даже позже аборигенного вида *P. caucasica*.

В период от начала вегетации (переход через 5°C) до цветения растения не зависели от сумм эффективных температур ( $r= -0,669$ ,  $t_t > t_{05}$ ). В среднем по годам для начала цветения требовалось от 159°C (*P. ussuriensis* и *P. bretschneideri*) до 376°C (*P. ovoidea*) сумм температур выше 5°C.

В фазу роста побегов растения нуждались в больших суммах среднесуточных температур, поэтому корреляционная связь фазы развития с температурным фактором снова возрастала, причем, большая корреляция отмечена с суммами эффективных температур воздуха ( $r=0,78$ ).

Формирование зимостойкости генеративных почек во многом связано с условиями вегетации, а именно с формированием достаточного количества ассимилянтов, отложения их в запас и своевременного вызревания тканей побегов. Поэтому нами определялись сроки окончания активного роста побегов и закладки почек на плодовых образованиях. Учитывая сумму температур за весь период роста и развития, приостанавливающийся летом, нами отмечено, что закладка почек происходит в значительном диапазоне получаемого тепла в различные годы: от 1714 до 2005°С. По срокам закладки почек выявлены межвидовые различия. Так, почти на неделю раньше, чем у местного вида *P. caucasica* формируются почки у *P. ovoidea*, *P. ussuriensis* и *P. bretschnideri*, происходящих из северо-восточноазиатского и восточнокитайского геотипов. Это обстоятельство указывает на больший потенциал зимостойкости данных видов по сравнению с аборигенным видом. Потребность в суммарном тепле у них также несколько ниже. Напротив, вид *P. pyrifolia*, проявлял большую потребность в тепле в фазе роста побегов и позже закладывал верхушечные почки.

Наблюдения за развитием сортов и гибридов восточноазиатских груш и районированных сортов Нарт (St.) и Киффер (St.) показало, что в целом группа характеризуется ранним началом вегетации. В пределах группы имеются различия в сроках наступления фаз развития, связанных с происхождением и биологическими особенностями различных сортов и гибридов. На рисунке 1 отражено распределение сортов по срокам цветения. Наиболее раннее цветение свойственно сортам, происходящим от *P. ussuriensis* (66,7%) и *P. pyrifolia* (60,0%); средний срок цветения имеют в основном сорта *P. ovoidea* (75,0%); позднецветущие сорта относятся к видам *P. pyrifolia* и *P. bretschnideri*, соответственно 40,0 и 33,3%.

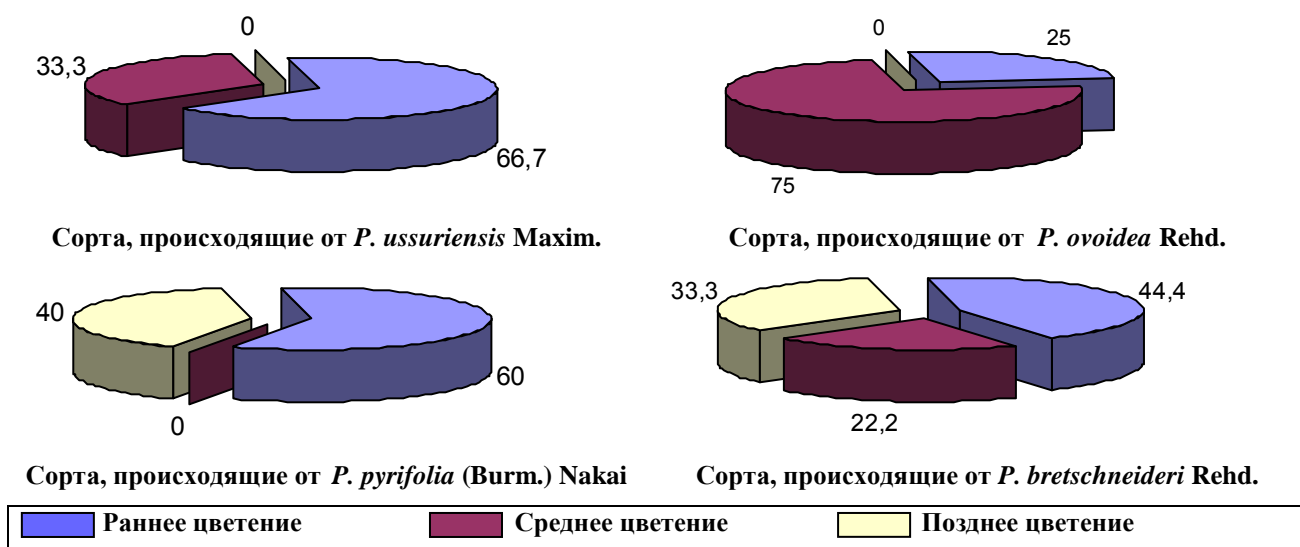


Рисунок 1. Распределение сортов с различным происхождением на группы по срокам цветения (в % от общего числа)

В пределах одного года разница в наступлении фазы цветения составляла 9-12 дней. Вариации сроков наступления фазы по годам с различными метеоусловиями были в пределах 32-37 дней. Последовательность вступления в фазу цветения изучаемых сортов и гибридов сохранялась с несущественными отклонениями по годам. Начало цветения для раннецветущих сортов и гибридов отмечалось на уровне стандартного сорта Киффер (23.03-28.04), а для растений среднего срока цветения – на уровне стандартного сорта Нарт (28.03-1.05). Была установлена прямая



корреляционная связь начала наступления фазы с суммой активных температур воздуха (выше 10°C), причем для ранней весны (2004 г.) эта связь усиливается ( $r=0,911$ ), а при поздних сроках начала весны – слабеет ( $r=0,583$ ).

Для фазы закладки почек требуется накопление более 1547°C активных температур, при условии более резких кривых набора сумм среднесуточных температур все образцы начинали закладывать почки при сумме температур выше 1700°C. Для нормального роста побегов важно, чтобы на протяжении 107-123 дней после перехода температуры воздуха через 5°C температура воздуха была выше 10°C.

Отмечено влияние особенностей роста и развития растений на показатели степени повреждения побегов и генеративных почек неблагоприятными условиями зимнего периода (таблица 1).

Таблица 1

Влияние прироста побегов на формирование зимостойкости восточноазиатских груш

| Вид                       | Длительность весенне-летнего роста, число дней   | Весенне-летний прирост, см  | Число листьев на 1 ростовой побег, шт. | Число однолетних прутьков и плодушек на 1 ростовой побег, шт. | Урожайность, балл | Степень повреждения в начале вегетации следующего года |                       |
|---------------------------|--|---|--|---|-------------------|--|-----------------------|
|                           |  |   |  |   |                   | побегов, балл  | генеративных почек, % |
| 2004 год                  |  | $\sum t_{\text{акт.}} = 3342^{\circ}\text{C}$ , $\sum t_{\text{эфф.}} = 2450^{\circ}\text{C}$ |  |   |                   |  |                       |
| <i>P. caucasica</i> (St.) | 99   | 11,2  | 4,3                                    | 1-2   | 0                 | 2,0  | 36,4                  |
| <i>P. bretschneideri</i>  | 112  | 26,5  | 9,6                                    | 3-5   | 0                 | 3,0  | 52,0                  |
| <i>P. ovoidea</i> .       | 87   | 11,5  | 4,0                                    | 1-2   | 0                 | 3,0  | 12,1                  |
| <i>P. pyrifolia</i>       | 108  | 25,0  | 8,3                                    | 4-6   | 0                 | 4,0  | 48,0                  |
| <i>P. ussuriensis</i>     | 102  | 7,8   | 3,5                                    | 5-6   | 0                 | 4,0  | 56,8                  |
| 2008 год                  |  | $\sum t_{\text{акт.}} = 3183^{\circ}\text{C}$ , $\sum t_{\text{эфф.}} = 2200^{\circ}\text{C}$ |  |   |                   |  |                       |
| <i>P. caucasica</i> (St.) | 97   | 9,7   | 4,0                                    | 1-2   | 3                 | 1,0  | 10,5                  |
| <i>P. bretschneideri</i>  | 98   | 31,2  | 9,8                                    | 3-4   | 5                 | 1,0  | 9,0                   |
| <i>P. ovoidea</i> .       | 93   | 22,7  | 8,0                                    | 1-2   | 4                 | 0,0  | 1,2                   |
| <i>P. pyrifolia</i>       | 105  | 28,0  | 9,4                                    | 3-4   | 3                 | 0,5  | 8,6                   |
| <i>P. ussuriensis</i>     | 95   | 11,7  | 4,2                                    | 3-4   | 3                 | 2,0  | 15,0                  |
| Корреляционная связь      | Повреждений почек от прироста $r = -0,137$ ; $t_r=0,39$ ; $t_{05}=2,31$<br>Повреждений почек от длительности роста $r=0,671$ ; $t_r=,56$ ; $t_{05}=2,31$<br>Повреждений побегов от длительности роста $r=0,324$ ; $t_r=0,97$ ; $t_{05}=2,31$<br>Повреждений почек от плодонагрузки $r=0,79$ ; $t_r=3,64$ ; $t_{05}=2,31$ |   |  |   |                   |  |                       |

Так, плодонагрузка может снижать зимостойкость растений ( $r=0,79$ ). Благоприятные условия перезимовки в 2007 г., условия цветения и оплодотворения в 2008 г. способствовали формированию хорошего урожая плодов изучаемых видов, что привело к продолжительной вегетации и несвоевременной подготовке растений к зиме. Установлено, что на устойчивость генеративных почек восточноазиатских груш большее значение оказывает длительность периода роста ( $r=0,671$ ), чем величина прироста ( $r= -0,137$ ,  $t_r < t_{05}$ ). Генеративные почки оказываются более подверженными

воздействию стресс-факторов, чем побеги.

Большинство изученных восточноазиатских груш имеет довольно короткий и интенсивный период роста побегов, указывающий на большой потенциал зимостойкости изучаемой группы растений. Своевременный листопад не только обеспечивает зимующие органы растения метаболитами, но и создает условия для синтеза высокомолекулярных органических соединений, ограничивая доступ кислорода в ткани, и обеспечивая реализацию потенциала зимостойкости. Продолжительность листопада зависит от средней температуры воздуха за этот период ( $r=0,64-0,72$  в разные годы,  $t_r > t_{05}$ .) Установлено, что листопад у *P. bretschneideri* и большей части сортов, происходящих от данного вида, наступает позже других изученных образцов (25.09-21.10 в зависимости от года). Наиболее ранние сроки листопада были характерны сортам Китайская 4, 10, Сянли, Уссурийская Отборная, Сидминская (5.09-5.10).

Отмечено, что наиболее зимостойкие образцы характеризуются более поздним сроком начала вегетации (Дунголи, Китайская 6, 10, Восточная Золотистая), продолжительным цветением (Пинли, Чанбайли, Шинсуи, Дунголи), интенсивным ростом (Уссурийская Отборная, Груша Ганзена, Деканка Новая, Дружба, Восточная Золотистая), ранним заложением генеративных почек (Уссурийская Отборная, Дружба, Восточная Золотистая) и своевременным окончанием вегетации.

### **3.2. Изучение глубины и продолжительности органического покоя в связи с адаптацией интродуцентов**

Изучение устойчивости растений к воздействию стресс-факторов зимнего периода проводили во взаимосвязи с глубиной и продолжительностью глубокого покоя. Покой изучали в 2000/01, 2001/02, 2002/03 и 2010/2011 гг. Во все годы отмечали генетическую специфичность в характеристиках покоя. Так, более коротким периодом покоя характеризовался вид *P. ussuriensis*, затем фаза органического покоя заканчивалась у видов *P. bretschneideri* и *P. pyrifolia*, более продолжительный покой был у *P. ovoidea*. Наблюдали очень большие вариации продолжительности и глубины покоя по годам. В условиях ранней, устойчиво холодной и снежной зимы 2001/02 г. при отсутствии провокационных оттепелей период покоя генеративных почек был более глубоким и продолжительным. В октябрьские-ноябрьские сроки срезания ветвей рост почек начинался только через 45-78 дней. В декабре глубина покоя резко изменялась, и в каждом следующем сроке отмечалось более раннее начало роста почек. Окончание покоя у *P. ussuriensis* и *P. caucasica* пришлось на первые числа января, что значительно позже других лет наблюдений. У остальных видов рост генеративных почек начинался со второй половины января, то есть на месяц позже сроков в другие зимние периоды.

В условиях аномально теплой зимы 2010/11 г. у всех видов покой был не глубоким, и уже через 38-47 дней начинался рост генеративных почек у всех видов, кроме *P. bretschneideri* и *P. ovoidea*. Окончание периода глубокого покоя у видов растягивалось: почти на месяц раньше стандарта к фазе вынужденного покоя переходил вид *P. ussuriensis*; на две недели раньше стандарта пробуждались почки у *P. bretschneideri* и *P. pyrifolia*. Наиболее глубоким и продолжительным покой был у *P. ovoidea*, Непродолжительный и неглубокий покой почек в этот год объясняется засушливым летом и ранним окончанием роста побегов, что повлияло на накопление запасных питательных веществ. Таким образом, отмечено влияние биологических

особенностей вида и метеоусловий на глубину и продолжительность периода покоя.

О состоянии покоя генеративных почек судили также по обособлению протоплазмы и характеру плазмолиза в клетках сердцевинки почки. Четкое обособление протоплазмы отмечали только в первой дате опыта, при последующих сроках наблюдений отмечались различия между видами груши.

В конце октября обособление протоплазмы сохранялось только у *P. ovoidea* и *P. caucasica*, тогда как у остальных видов обособление было не у всех клеток в поле зрения микроскопа. После резкого понижения температуры воздуха в ноябре и январе обособление протоплазмы снова было ясным у всех видов. Однако при этом к январю отмечался вогнутый плазмолиз, что указывало на активизацию процессов ростовой направленности. Большой стабильностью при этом обладал вид *P. ovoidea*, у которого сохранялось на протяжении всех опытов обособленное состояние протоплазмы при выпуклом плазмолизе. Поэтому степень обособления протоплазмы характеризует направленность ростовых процессов в клетке, обусловленную воздействием абиотических и эндогенных факторов. Выпуклый характер плазмолиза можно рассматривать как результат приспособительной реакции растений к стрессору, так как при этом повышается проницаемость мембран и увеличивается скорость оттока воды к центрам кристаллизации в свободном пространстве и межклетниках.

Восточноазиатские груши, обладая коротким периодом покоя генеративных почек, вступают в зиму в состоянии вынужденного покоя, а потому их устойчивость к оттепелям и абсолютным минимумам зависит от способности к повторному закаливанию и хода метеофакторов.

#### **Глава 4. Эколого-биологические аспекты различных компонентов зимостойкости растений**

##### **4.1. Устойчивость восточноазиатских груш к ранним осенним заморозкам**

В формировании высокой зимостойкости интродуцированных растений большое значение играет их экологическая пластичность и адаптация к условиям произрастания. Реализация потенциала зимостойкости начинается с первых осенних заморозков, морозных периодов в осеннее время, высоких суточных амплитуд температуры воздуха, воздействия солнечных лучей, вызывающих ожоги тканей растений.

Оценка повреждений ранними осенними заморозками различных видов восточноазиатских груш показала, что все изучаемые виды характеризовались высокой устойчивостью. Средний балл повреждений варьировал в незначительных пределах – от 0,1 до 0,5. Меньше всего повреждались ткани почек вида *P. ovoidea*, у которого только в 2005 г. при действии мороза силой  $-7,1^{\circ}\text{C}$  отмечались повреждения в 0,5 баллов. При меньшей интенсивности заморозков повреждения были минимальны, проявлялись в виде легкого потемнения основания почек. Этот тип проявления повреждений был характерен всем видам. Кроме того иногда отмечали слабое подмерзание верхушечных частей тонких плодовых прутиков с верхушечными почками.

Нами не установлена существенная корреляционная связь интенсивности заморозка со степенью повреждений для всех видов. Следовательно, на степень повреждений оказывает влияние не только значение температуры воздуха, но и условия наступления заморозка, плавность снижения температуры, предшествующий температурный фон, экспозиция действия и скорость оттаивания. Также важно

состояние самого растения. Определено, что период покоя генеративных почек у всех видов продолжался с октября по декабрь-январь. В этот же период сохранялось обособление протоплазмы сердцевинных клеток почек. В таком состоянии генеративные органы лучше противостояли воздействию отрицательных температур, нежели ткани молодых побегов, продолжающие рост до окончания осенней вегетации.

У сортов и гибридов, полученных с участием восточноазиатских груш, наблюдалась аналогичная устойчивость по первому компоненту зимостойкости. По степени повреждений ранними морозами все сорта и гибриды за годы наблюдений относились к двум группам: высокоустойчивые со степенью повреждений до 1 балла и устойчивые, у которых повреждения в критические годы не превышали 1-2 баллов. В зависимости от условий года высокоустойчивых сортов и гибридов было от 13 до 44% от общего числа изученных. Стабильно высокоустойчивыми, у которых не было отмечено повреждений даже при интенсивности заморозка  $-7,1^{\circ}\text{C}$  (декабрь, 2005 г.) являлись сорта: Китайская 6, 7, 18, и Цыли, происходящие от *P. bretschnideri*; Китайская 13, происходящий от *P. ovoidea*; Наньголи, происходящий от *P. ussuriensis*.

Для большинства сортов и гибридов было характерно в большей степени повреждение генеративных почек на однолетних побегах. Разница в степени повреждений выражалась до 2,3 баллов (Цзинмули) – 2,5 баллов (Этоули). На основании проведенного анализа степени повреждений почек на однолетних и двухлетних побегах была выявлена статистически достоверная межсортная изменчивость. Ее доля была велика и составила 65,7% для однолетних побегов и 63,6% для двухлетних.

#### **4.2. Оценка морозоустойчивости груши в середине зимнего периода**

В течение зимнего периода растения груши неоднократно подвергались воздействию низкотемпературного стресса, что особенно опасно после оттепели. Для предгорной зоны Адыгеи в зимний период характерна очень неустойчивая погода. В годы наших исследований экстремальные морозы наблюдались в 1999/2000, 2001/02, 2002/03, 2005/06, 2008/09 и 2009/10 гг. Это позволило выделить и изучить наиболее распространенные типы повреждений в зависимости от предшествующих условий развития растений.

Вариация степени повреждений генеративных почек в течение зимних периодов за годы наблюдений находилась в пределах от 0 до 4 баллов в 2005/06 г. (таблица 2). Наиболее устойчивым к критическим снижениям температуры воздуха во всех сроках наблюдений являлся вид *P. ovoidea* (степень повреждений 0-2 балла), что объясняется его глубиной и продолжительностью покоя. Анализ зимостойкости контрольного вида *P. caucasica* позволил выявить его недостаточный потенциал по второму компоненту. В изучении же интродуцированных видов, напротив, выделились преимущества в их устойчивости по сравнению с местным видом. Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ позволил определить степень влияния температурных условий в разные годы и видовой специфики на изменчивость балла повреждения почек. Было установлено, что доля межвидовой изменчивости составляет 28,07%, а изменчивость за десять лет наблюдений – 22,69%.

В отдельные годы хорошей зимостойкостью обладал вид *P. bretschnideri* (2000/01 – 0,0 баллов, 2009/10 – 1,4 баллов). Данный вид может проявлять свой потенциал зимостойкости лучше в стабильных условиях без избыточного увлажнения почвы.

Более подвержен воздействию абсолютных минимумов температуры в зимние месяцы, особенно в январе, вид *P. pyrifolia*. Степень подмерзания его плодовых почек оценивалась в 1,0-3,5 баллов. Причем, у данного вида наибольшие повреждения почек отмечались на фоне теплого января после воздействия температурного минимума  $-7,1^{\circ}\text{C}$  (2002/03 г.), тогда как при устойчиво холодной погоде в январе 2001 г. и абсолютном минимуме  $-29^{\circ}\text{C}$  повреждение не превышало 3,0 баллов. Ответная реакция растения на стресс в этом случае – яркое подтверждение современных представлений о механизмах адаптации к температурному фактору: чем быстрее происходит падение температуры, тем сильнее проявляется эффект повреждения клеток и тканей.

Таблица 2

Динамика зимостойкости видов восточноазиатских груш

| Вид                       | Степень повреждений, балл  |     |     |   |     |     |
|---------------------------|--|-----|-----|---|-----|-----|
|                           | ХII  | I   | II  | ХII   | I   | II  |
|                           | <b>2001/02 г.</b><br>$t_{\min} = -9,5^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -28,0^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -24,0^{\circ}\text{C}$ |     |     | <b>2002/03 г.</b><br>$t_{\min} = -21,0^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -7,1^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -12,2^{\circ}\text{C}$  |     |     |
| <i>P. caucasica</i> (St.) | 0,0  | 1,2 | 1,2 | 3,1   | 1,8 | 2,0 |
| <i>P. bretschneideri</i>  | 2,3  | 2,0 | 2,1 | 2,0   | 2,5 | 1,2 |
| <i>P. ovoidea</i>         | 1,0  | 2,0 | 1,0 | 1,0   | 1,2 | 1,0 |
| <i>P. pyrifolia</i>       | 1,0  | 2,0 | 3,0 | 2,8   | 3,5 | 2,0 |
| <i>P. ussuriensis</i>     | 3,0  | 3,0 | 2,5 | 2,5   | 3,5 | 3,0 |
|                           | <b>2005/06 г.</b><br>$t_{\min} = -8,6^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -29,0^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -13,8^{\circ}\text{C}$ |     |     | <b>2007/08 г.</b><br>$t_{\min} = -15,4^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -16,6^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -14,7^{\circ}\text{C}$ |     |     |
| <i>P. caucasica</i> (St.) | 1,2  | 2,3 | 3,0 | 0,0   | 2,5 | 1,0 |
| <i>P. bretschneideri</i>  | 1,0  | 3,0 | 2,2 | 0,0   | 2,0 | 1,0 |
| <i>P. ovoidea</i>         | 0,0  | 1,0 | 1,5 | 0,0   | 1,5 | 1,0 |
| <i>P. pyrifolia</i>       | 1,0  | 2,7 | 3,2 | 0,2   | 3,1 | 2,0 |
| <i>P. ussuriensis</i>     | 0,5  | 4,0 | 4,0 | 0,0   | 3,0 | 1,5 |
|                           | <b>2008/09 г.</b><br>$t_{\min} = -18,3^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -17,9^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -5,8^{\circ}\text{C}$ |     |     | <b>2009/10 г.</b><br>$t_{\min} = -8,2^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -20,0^{\circ}\text{C}$ $t_{\min} = -10,5^{\circ}\text{C}$  |     |     |
| <i>P. caucasica</i> (St.) | 1,4  | 1,0 | 1,3 | 0,4   | 2,0 | 1,0 |
| <i>P. bretschneideri</i>  | 1,5  | 2,0 | 1,0 | 0,5   | 1,4 | 1,0 |
| <i>P. ovoidea</i>         | 0,0  | 1,0 | 1,0 | 0,3   | 1,0 | 1,0 |
| <i>P. pyrifolia</i>       | 2,0  | 2,0 | 2,0 | 1,0   | 1,9 | 2,5 |
| <i>P. ussuriensis</i>     | 1,5  | 2,0 | 3,0 | 0,5   | 3,2 | 2,2 |

Интересные данные получили при оценке зимостойкости *P. ussuriensis*. Данный вид исторически используется в селекционной работе как источник признака морозоустойчивости, который может выдерживать морозы до  $-40^{\circ}\text{C}$  в условиях

умеренного климата. В наших исследованиях данный вид оказался неустойчивым к морозам второй половины зимнего периода: в 2001/02 г. – 3,0 балла, в 2002/03 г. – до 3,5 баллов, в 2005/06 г. – до 4,0 баллов. Следовательно, определенный генотипом потенциал зимостойкости и морозоустойчивости вида не реализуется в условиях предгорий Адыгеи в виду более продолжительной осенней вегетации и неустойчивого температурного режима зимнего периода. Таким образом, зимостойкость видов груши в местных условиях обусловлена в основном глубиной и продолжительностью органического покоя, а также способностью к постоянству закалывания.

При определении максимума морозоустойчивости по второму компоненту методом искусственного промораживания 1-2-двулетних побегов с почками при снижении температуры до  $-35^{\circ}\text{C}$  в январе обнаружили отличия устойчивости от результатов в естественных условиях. Так, вид *P. pyrifolia* проявил себя как самый морозоустойчивый, степень подмерзаний тканей побега была нулевой, а почки пострадали незначительно (1,4 балла). Опыт с промораживанием подтвердил наше предположение о необходимости данному виду устойчивой непродолжительной зимы, что и наблюдается в его естественном ареале. При условии постепенной и сильной закалки он способен выдерживать температуры ниже  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Устойчивость вида *P. ovoidea* к низким температурам при моделировании температурного режима оценивалась на уровне показателей в естественном фоне (средний балл повреждений тканей побега – 1,0, почек – 2,9).

У всех восточноазиатских видов проявилась лучшая устойчивость тканей побега, особенно камбия, деятельность которого способна обеспечивать быструю регенерацию поврежденных участков. Меньшим потенциалом обладал вид *P. bretschnideri*, у которого повреждения камбия оценивались в 3,0 балла. Кроме того важна деятельность проводящей системы побега, осуществляющей трофику и водоснабжение генеративных почек, а следовательно устойчивость древесины и сердцевины. Ткани этих образований не были повреждены критической температурой у видов *P. caucasica*, *P. ussuriensis* и *P. pyrifolia*.

Проведенный дисперсионный анализ показал значительные существенные различия по показателям степени повреждения морозом тканей побега ( $F_{\phi} > F_{05} = 10,6$ ) и генеративных почек ( $F_{\phi} > F_{05} = 69,54$ ). Доля межсортовой изменчивости высока и составляет 76,2% для подмерзаний тканей побегов и 95,8% – генеративных почек. Межсортовые различия повреждений тканей побегов и генеративных почек статистически достоверны для большинства изученных образцов.

Степень повреждений определялась биологическими свойствами растений, обусловленными генетическим происхождением. Так, из 42 образцов, относящихся к 4 биологическим видам восточноазиатской груши (рисунок 2), сорта и гибриды *P. ovoidea* в наиболее суровые зимы 2002/03 и 2005/06 гг. в меньшей степени повреждались неблагоприятными факторами, обладая более длительным периодом покоя. Они были более устойчивы к возвратным холодам после длительных оттепелей. Сорта, полученные с участием видов *P. bretschnideri* и *P. pyrifolia*, проявляли невысокую зимостойкость.

Сорта и гибриды, относящиеся к виду *P. ussuriensis*, обладали максимумом морозоустойчивости, но раньше других расходовали свой потенциал зимостойкости и теряли способность к повторной закалке. 44,5% образцов этого вида имели степень повреждений в 1-2 балла, и более 22% – 3-4 балла по данному компоненту.

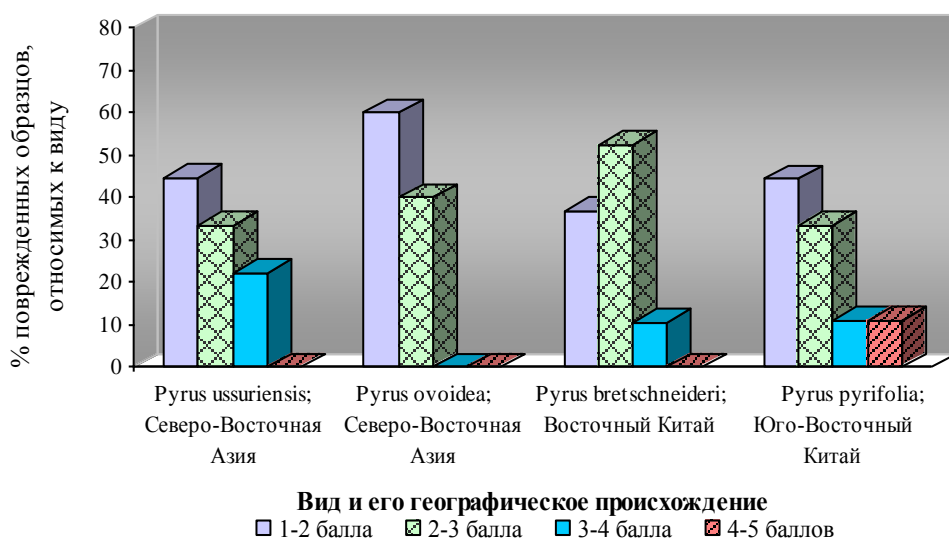


Рисунок 2. Степень повреждений генеративных почек у различных по географическому происхождению образцов восточноазиатской груши

Зимние повреждения можно рассматривать как результат гибели растительных тканей вследствие медленной адаптивной реакции, вырабатываемой на молекулярном, клеточном и тканевом уровнях. Исходя из этого, наиболее адаптивными к местным условиям по второму компоненту зимостойкости являются вид *P. oboidea*, а также гибриды Фочзянсила и Восточная Золотистая.

#### 4.3. Влияние оттепелей на зимостойкость генеративных почек

В последние 10-15 лет в связи с глобальными и локальными климатическими изменениями частота оттепелей и их температура повысилась. Эти изменения особенно ярко проявляются в условиях Северо-Западного Кавказа, где все чаще отмечаются оттепели и высокие амплитуды суточных температур в зимний период.

При определении устойчивости к повторным морозам после оттепелей выявлена зависимость степени повреждения от сочетания температурного фактора и продолжительности оттепели, а также от физиологического состояния самого растения (таблица 3). Февральские оттепели сильнее провоцируют ростовые процессы морфофизиологически готовых к вегетации растений, что снижает способность к повторным закалываниям. В результате устойчивость к возврату холодов в конце зимы снижается у всех видов.

Увеличение продолжительности оттепели до 15 дней оказывало большее влияние на степень повреждений при последующем наступлении критической температуры воздуха, чем более короткая оттепель (6 дней) при наступлении более отрицательной температуры. К февралю растения всех видов находились в вынужденном покое. Однако количество тепла, необходимое для зимнего развития различных видов различно и зависит от их биологических особенностей. Степень повреждений генеративных почек в феврале у видов *P. pyrifolia* и *P. ussuriensis* составила 2,3 и 2,5 баллов, что превысило контрольное значение местного вида более чем на 1 балл.

После возврата холода отмечалось, что у поврежденных почек в большей степени страдает их сосудистая система. При этом наблюдали побурение оснований почек различной интенсивности. Цифровые рентгеновские снимки побегов с почками

позволили выявить области повреждений морозом после продолжительной оттепели. Интенсивнее повреждались отдельные участки побега, чаще всего основания плодовых побегов, или прироста. Такие повреждения носили скрытый характер и проявлялись в дальнейшей вегетации в виде высыхания побегов, осыпания почек. Повреждения проводящей системы побегов возвратными холодами после оттепелей приводят к нарушениям водного режима растений и усиливают общую степень повреждений, полученных за зимний период.

Таблица 3

Динамика устойчивости видов груши к оттепелям в зимний период 2009/10 г.

| Показатель                                   | Степень повреждения генеративных почек, балл |                            |                 |                 |                         |
|--|--|----------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
|  | I<br>(декабрь)                               | II<br>(декабрь-<br>январь) | III<br>(январь) | IV<br>(февраль) | средняя по<br>оттепелям |
| Число дней оттепели                          | 6  | 15                         | 20              | 4               | –                       |
| Среднесуточная t<br>воздуха за период, °С    | 2,3  | 3,6                        | 2,7             | 1,3             | –                       |
| t воздуха, действующая<br>после оттепели, °С | -8,0   | -4,7                       | -15,0           | -8,5            | –                       |
| <i>Pyrus caucasica</i> (St.)                 | 0,2  | 1,0                        | 2,0             | 1,0             | 1,05                    |
| <i>P. bretschneideri</i>                     | 0,5  | 0,5                        | 1,4             | 1,0             | 0,85                    |
| <i>P. ovoidea</i>                            | 0,2  | 0,0                        | 0,6             | 1,0             | 0,45                    |
| <i>P. pyrifolia</i>                          | 0,2  | 0,4                        | 1,9             | 2,5             | 1,25                    |
| <i>P. ussuriensis</i>                        | 0,5  | 1,0                        | 3,2             | 2,3             | 1,75                    |
| $F_{\phi} < F_{05} = 2,487; S_x^- = 0,294$   |  |                            |                 |                 |                         |

Методом отращивания установлено, что после январского снижения температуры до  $-15^{\circ}\text{C}$  наибольшие повреждения генеративных почек были у видов *P. pyrifolia* и *P. ussuriensis*, у которых из общего числа бутонов в почках поврежденными оказывалось соответственно 28% и 30% бутонов и цветков от числа заложенных. Важной особенностью восточноазиатских груш является выявленная высокая регенерационная способность за счет сохраняющихся клеток камбия. При этом восстанавливается проводящая система побегов и почек, но при гибели семязачатков из генеративной почки весной развиваются вегетативные почки и далее облиственные побеги.

#### 4.4. Устойчивость к поздним весенним заморозкам и характеристика наиболее типичных повреждений

Воздействие возвратных заморозков является одним из наиболее значимых абиотических стресс-факторов. Учитывая, что группа интродуцированных восточноазиатских груш характеризуется довольно ранним вступлением в фазу вегетации, было проведено более глубокое изучение влияния возвратных заморозков на растения различных видов и сортов этой группы. Отмечено, что степень и характер повреждения зависит от амплитуды суточных колебаний температуры воздуха, абсолютного минимума, продолжительности действия заморозка, а также от уровня развития репродуктивных органов и генетической специфики сорта.



В период заморозков наиболее чувствительны пестики и особенно рыльца в открытых цветках. Кратковременное (2-3 часа) воздействие более низкой температуры воздуха ( $-4,7^{\circ}\text{C}$  в 2006 г.) при заморозке вызвало обширные повреждения, что впоследствии привело к массовому усыханию бутонов и цветков, и резкому снижению плодоношения.

Наиболее чувствительными к заморозкам были сорта с более ранним цветением – Китайская 7, 14, 17, Цили, Энли, происходящие от *P. bretschneideri*, а также Китайская 15 и Аньли, полученные с участием *P. ussuriensis*. Сорта, относимые к *P. ovoidea*, являются более устойчивыми к действию заморозков различной интенсивности, наилучшими были Пинли и Китайская 13. В этой группе до 50% образцов проявили высокую зимостойкость по данному компоненту.

Большую опасность для формирования урожая представляют даже незначительные по силе заморозки в период завязывания плодов. Наиболее поздний возврат холодов за период исследований отмечался 10.04.2002 г. Минимальная температура воздуха опустилась до  $-2,5^{\circ}\text{C}$ , большинство видов и сортов находились в фазе оплодотворения и роста завязи. В результате на одно- и двулетних ветвях наблюдали массовое опадение цветков еще до оплодотворения. Установлено, что после воздействия заморозка наименьшее число плодов завязывалось у сортов, происходящих от *P. ussuriensis* (таблица 4).

Таблица 4

Оценка степени повреждения завязи, 2002 г.

| Вид                      | Кол-во сортов, происходящих от данного вида | Балл завязываемости плодов | Степень повреждения тканей завязи, % |           |           |
|--------------------------|---|----------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|
|                          |   |                            | плодоножки                           | экзокарпа | мезокарпа |
| <i>Pyrus ussuriensis</i> | 10  | 2,0                        | 70,5                                 | 13,2      | 1,1       |
| <i>P. bretschneideri</i> | 20  | 3,9                        | 36,7                                 | 22,4      | 0,2       |
| <i>P. pyrifolia</i>      | 8   | 3,1                        | 51,0                                 | 14,9      | 3,3       |
| <i>P. ovoidea</i>        | 4   | 4,0                        | 23,8                                 | 20,6      | -         |

В период роста завязей наиболее чувствительный к заморозкам экзокарп, повреждения которого у всех оцениваемых образцов были значительны и достигали 13-22%, тогда как мезокарп повреждался в меньшей степени (таблица 4). В дальнейшем повреждения экзокарпа проявлялись в виде оржавленности плодов, а мезокарпа – в их деформации. В условиях Адыгеи действие критических температур воздуха усиливается за счёт развития туманов и оледенений, сопровождающих адвективные и радиационные заморозки.

#### 4.5. Оценка регенерационной способности и плодоношения груши

В период цветения и начала роста молодых побегов морозостойкость падает до минимального уровня. Повреждения органа цветка и прежде всего пестика начинается при температуре  $-2... -3^{\circ}\text{C}$ . Результаты оценки цветения и плодоношения и их зависимость от комплексной зимостойкости показали, что повреждения генеративных органов, полученные в осенне-зимний период и весной в период

цветения отражаются на общем состоянии растений в начале вегетации, обилии цветения, качестве завязывания плодов и их развитии.

Урожайность видов груши сильно варьировала по годам наблюдений (доля факторной изменчивости составила 72,4%). Наилучшая урожайность отмечалась в 2005 г. (4,8-5,0 баллов), наименьшая урожайность получена в 2006 г. (0,1-0,3 балла). Состояние растений в этом году к осени оценивалось на 4 балла, цветение было слабым, отмечались значительные повреждения соцветий и завязей поздневесенними заморозками. Доля межвидовой изменчивости в показателях урожайности и состояния после регенерации была низкой и составляла 1,3 и 9,8%.

## **Глава 5. Физиолого-биохимические аспекты резистентности к стрессорам холодного периода года**

### **5.1. Динамика фракционного состава воды в генеративных почках в связи с зимостойкостью**

Изменения на уровне фракционного состава воды в тканях генеративных почек – являются одним из механизмов адаптации растений к условиям среды. В развивающихся почках активность метаболизма возрастает, что требует значительного расхода воды в форме легко извлекаемой. В данном разделе показано увеличение оводненности почек от глубокого покоя к началу вегетации в среднем по всем образцам от 44,4 до 66,8%. Примерно в два раза повышался уровень свободной фракции воды (2,5-5,3%) уже к периоду вынужденного покоя, достигая значительного процента (23,8%) к началу вегетации. Обнаружено возрастание связанной воды к весне (3,65→11,98→16,41% соответственно фазам развития почек), а количество прочносвязанной формы снижалось уже в период вынужденного покоя (38,8→29,17→26,17%). Причем диапазон количественной изменчивости довольно широк у образцов в любую фазу развития почек.

После воздействия экстремальных температур в зимний период и после поздневесенних заморозков высокий уровень прочносвязанной воды в почках и малое количество свободной воды свидетельствует об устойчивости к стресс-фактору. В этом плане в фазу вынужденного покоя как более зимостойкие выделены виды *P. ovoides* и *P. ussuriensis*, сорта Китайская 10, 15, 17, Киффер (St.), Козуи, Пинли и другие.

В начале вегетации морозостойкостью почек обладали Шинсуи, Уайбацзыли, Чанбайли, способные регулировать свой водообмен в сторону повышения уровня прочносвязанной формы воды, причем данная фракция у них являлась основной и составляла 39,8-54,2%. Дикорастущий вид *P. ussuriensis*, стандартный сорт Киффер, сорта и гибриды: Аньли, Цзынмули, Сидминская, Фоцзянсилли отличались способностью повышать уровень связанной фракции в начале вегетации до 34,73-54,33%. У сортов Китайская 13 и Пинли основная часть воды представляла свободную и прочносвязанную фракции, что также характеризует повышенную водоудерживающую способность тканей.

### **5.2. Изменение содержания водорастворимых углеводов под воздействием зимних стресс-факторов**

В данном разделе показана защитная роль сахаров в формировании устойчивости растений к низким температурам. Полученные данные по превращению углеводов позволили оценить адаптационный потенциал изучаемых видов по

показателю фруктозного коэффициента, то есть отношению концентрации фруктозы после искусственного промораживания ( $-28^{\circ}\text{C}$ ) к первоначальной. Данный показатель характеризует направленность и активность метаболических процессов различных видов, является достоверным показателем реакции растений на стрессовый фактор внешней среды, причем, чем ниже значение  $K_{\text{ф}}$ , тем выше адаптационный потенциал растения к неблагоприятному фактору. При этом доля межвидовой изменчивости была довольно высокой и составляла 87,6%.

Анализ полученных данных показал, что после промораживания у таких видов, как *P. bretscheideri*, *P. ovoidea* концентрация сахарозы в почках возрастала до 1,9; 2,7%, а у *P. ussuriensis* и *P. pyrifolia*, которые раньше других видов вступают в фазу цветения, снижалась почти в два раза и составляла 1,8 и 1,4%. При этом увеличение концентрации сахарозы после промораживания свидетельствует о превращении веществ, направленных на подавление физиологических процессов, что может ингибировать рост растений. Такая ответная реакция на стресс-фактор свойственна зимостойким растениям, выработавшим механизм быстрой адаптации на биохимическом уровне. Наилучшей реакцией на действие экстремальной температуры обладают виды *P. ovoidea* и *P. ussuriensis*, фруктозный коэффициент которых составил 1,02 и 1,03 соответственно ( $F_{\text{ф}} < F_{05} = 0,75$ ;  $S_{\bar{x}} = 0,25$ ). Учитывая обнаруженное повышение содержания сахарозы после промораживания у вида *P. ovoidea* в отличие от *P. ussuriensis*, можно считать, что первый вид утратит свой потенциал зимостойкости позже. А значит *P. ovoidea* является более устойчивым видом к возвратному действию мороза.

### 5.3. Содержание нуклеиновых кислот в генеративных почках в связи с зимостойкостью

Соотношение лабильных нуклеиновых кислот является важным диагностическим критерием функциональной активности. Полученные данные отношения РНК/ДНК в генеративных почках показывают, что более устойчивые к возвратным морозам после оттепели и в начале вегетации виды груши характеризуются меньшим коэффициентом, чем менее устойчивые. Корреляционный анализ показал существенную прямую связь признаков отношения РНК/ДНК и степени повреждения при оценке по четвертому компоненту (таблица 5).

Таблица 5

Соотношение нуклеиновых кислот в связи с зимостойкостью

| Вид                        | III компонент зимостойкости<br>$t_{\text{min}} = -24^{\circ}\text{C}$ ; $t_{\text{ср.декадная}} = 3,1^{\circ}\text{C}$ |  | IV компонент зимостойкости<br>$t_{\text{min}} = -4,5^{\circ}\text{C}$ ; $t_{\text{ср.декадная}} = 7,4^{\circ}\text{C}$ |  |
|----------------------------|--|--|--|--|
|                            | отношение РНК/ДНК  | степень повреждения генеративных почек, балл | отношение РНК/ДНК  | степень повреждения генеративных почек, балл |
| <i>Pyrus bretscheideri</i> | 2,8  | 2,1  | 7,5  | 0,7  |
| <i>P. ovoidea</i>          | 2,4  | 1,0  | 7,2  | 0,3  |
| <i>P. pyrifolia</i>        | 3,8  | 3,0  | 7,4  | 0,3  |
| <i>P. ussuriensis</i>      | 4,7  | 2,5  | 7,8  | 1,0  |
| Корреляционная связь       | $r = 0,76$<br>$t_r > t_{05} = 2,87$  |  | $r = 0,79$<br>$t_r > t_{05} = 3,16$  |  |

Установлено, что после воздействия абсолютного минимума февраля ( $-24^{\circ}\text{C}$ ) и установившейся затем оттепели степень повреждения плодовых почек составляла от 1 (*P. ovoidea*) до 3 (*P. pyrifolia*) баллов. Соотношение нуклеиновых кислот РНК/ДНК в генеративных почках данных видов при этом отличалось более чем в 1,5 раза, а у вида *P. ussuriensis* соотношение РНК/ДНК почти в 2 раза выше аналогичного показателя устойчивого вида *P. ovoidea*.

В начале вегетации все изучаемые виды резко повышают свою функциональную активность. В фазе набухания почек отношение РНК/ДНК в тканях почек варьировало в пределах: от 7,2 у *P. ovoidea* до 7,8 у *P. ussuriensis*. Такая динамика содержания нуклеиновых кислот характеризует напряженность метаболических процессов в начале весны у всех восточноазиатских видов.

Воздействие заморозка интенсивностью  $-4,5^{\circ}\text{C}$  на фоне среднедекадных температур выше  $7^{\circ}\text{C}$  в наибольшей степени повлияло на виды с наиболее ранним началом вегетации, у которых генеративные почки начинали распускаться. Так, степень повреждения почек у *P. ussuriensis* и *P. bretschnideri* оценивалась соответственно в 1,0 и 0,7 баллов, а соотношение РНК/ДНК было несколько выше, чем у остальных видов. У растений *P. ovoidea* и *P. pyrifolia* с более поздним началом вегетации степень повреждения почек не превышала 0,3 баллов при отношении РНК/ДНК 7,2 и 7,4 соответственно.

Установлено, что видовые различия в реакции на низкотемпературный стресс по второму и третьему компонентам зимостойкости связаны с биологическим потенциалом, реализация которого сопряжена с конкретными климатическими условиями. Активность генотипа, выражаемая отношением РНК/ДНК определяет степень адаптации интродуцентов к абиотическим факторам среды, лимитирующих продуктивность растений груши в предгорьях Адыгеи.

## **Глава 6. Сравнительная оценка зимостойкости и характеристика перспективных сортов и гибридов для промышленного использования и селекционной работы**

Изучены особенности реакции сортов и гибридов различного происхождения на стресс-факторы зимнего периода. По результатам наблюдений в полевых условиях проведено деление изученных образцов на группы:

1. *Зимостойкие сорта и гибриды*: Байли, Восточная Золотистая, Гимринская, Груша Ганзена, Деканка Новая, Дружба, Душистая, Китайская 4, 6, 7, 9, 13, 14, 18, Козуи, Лесная Красавица, Ольга, Пинли, Сидминская, Цзинмули – степень их повреждения в критические периоды может достигать 25%.

2. *Среднезимостойкие сорта и гибриды*: Киффер (St.), Нарт (St.), Аньли, Баочжули, Даншансули, Дунголи, Китайская 5, 10, 16, Наньголи, Поли, Сянли, Уайбацзыли, Фоцзянсили, Цзынбайли, Цыли, Чанбайли, Шинсуи, Этоули, Яли – степень повреждения в критические периоды составляет 26-50%.

3. *Слабозимостойкие сорта и гибриды*: Китайская 15, 17, Минюэли, Сули, Сяохэбайли, Уссурийская Отборная, Энли – степень их повреждения в критические периоды находится в пределах 51-75%.

На основании полученных данных выделены адаптивные образцы для дальнейшего селекционного изучения и зонального садоводства, в главе приводится краткая характеристика наиболее перспективных образцов.

## Заключение

На основании проведенного исследования по выявлению потенциала устойчивости различных представителей группы восточноазиатских груш к негативным факторам среды предгорной зоны Республики Адыгея и анализа полученных данных были сформулированы следующие выводы.

1. Фенологические фазы интродуцентов имеют строгую цикличность и достаточно полно соответствуют климатическим сезонам местности. Наиболее зимостойкие образцы характеризуются более поздним сроком начала вегетации, продолжительным цветением, интенсивным ростом, ранним заложением генеративных почек, своевременным окончанием вегетации и листопадом.

2. Восточноазиатские груши характеризуются коротким периодом органического покоя генеративных почек, что отрицательно влияет на их устойчивость к стрессорам зимнего периода. Глубина и продолжительность покоя зависят от генетической специфики и условий погоды. Наиболее короткий период органического покоя характерен виду *P. ussuriensis*, наиболее продолжительный и глубокий – *P. ovoidea*.

3. Все изученные представители группы восточноазиатских груш проявили устойчивость к ранним осенним заморозкам. Число высокоустойчивых образцов с повреждениями менее 1 балла в зависимости от условий года варьировало от 13 до 44%, у остальных степень повреждения оценивалась в 1-2 балла. Доля межсортовой изменчивости составила 65,7% для повреждений почек на однолетних и 63,6% на двухлетних побегах. Устойчивость растений обусловлена прохождением фазы органического покоя.

4. Зимостойкость восточноазиатских груш в середине зимнего периода зависит от биологических особенностей и метеоусловий. Так, сорта и гибриды, происходящие от *P. ovoidea*, проявили лучшую адаптацию к неблагоприятным факторам, обладая более длительным периодом покоя (60% сортов имели повреждения в 1-2 балла). Сорта с участием видов *P. bretschneideri* и *P. pyrifolia* повреждались на 3-5 баллов. Сорта и гибриды, относящиеся к виду *P. ussuriensis*, раньше других расходуют свой потенциал зимостойкости: 44,5% сортов этого вида повреждалось на 1-2 балла и 22,2% – на 3-4 балла. Изменчивость степени повреждений почек в зависимости от вида составила 28%, от года – 23% ( $F_{\phi} > F_{05}$ ).

5. При определении максимума морозоустойчивости в январе установили критический минимум температуры, равный  $-35^{\circ}\text{C}$ , приводящий к полной гибели генеративных почек образцов: Китайская 6, 17, 18, Дунголи, Сули, Шинсуи и Сянли. Высокой устойчивостью характеризовались вид *P. pyrifolia* (степень подмерзания почек 1,4 балла, тканей побега – 0 баллов), а также генеративные почки сортов Китайская 7, Цыли, Минюэли, Этоули, Фоцзянсилли (0,2-0,7 баллов). Выявлены достоверные межсортовые различия. Их доля составила 76,2% для подмерзания тканей и 95,8% для подмерзания почек.

6. Устойчивость растений восточноазиатских груш к повторным морозам после оттепелей зависела от сочетания температурного фактора, продолжительности оттепели и физиологического состояния растений. Лучше противостоят оттепелям и сохраняют устойчивость к возврату мороза виды *P. bretschneideri* и *P. ovoidea*, у которых повреждение почек в феврале не превышало 1 балл.

7. В период весенних заморозков степень повреждения пестиков и семян почек зависит от минимальной температуры воздуха ( $r=0,63$ ;  $t_r > t_{05}$ ). В период роста завязей

повреждение экзокарпа у всех оцениваемых образцов были значительны и достигали 13-22%. Наиболее существенны повреждения плодоножек, которые у ранних сортов достигали 50-70%. Сорта, относимые к *P. ovoides*, являются более устойчивыми к действию заморозков различной интенсивности.

8. Состояние растений к концу вегетации и плодоношение зависит от степени повреждений, полученных в зимний период, а также от способности к регенерации. В большей степени изменчивость балла плодоношения определялась условиями года ( $F_{\phi} > F_{05}$ ), доля межвидовой изменчивости составляла 1,3%. Наилучшая урожайность была получена в 2005 г. (4,8-5,0 баллов), наименьшая урожайность (0,1-0,3 балла) отмечена в 2006 г. ( $НСР_{05}=0,89$ ).

9. Изменение на уровне фракционного состава воды в тканях генеративных почек является одним из механизмов адаптации растений к неблагоприятным условиям холодного периода года. Высокий уровень прочносвязанной воды в почках и малое количество свободной воды свидетельствует об устойчивости к стресс-фактору. В этом плане как более зимостойкие выделены виды *P. ovoides* и *P. ussuriensis*, сорта Китайская 10, 15, 17, Киффер (St.), Козуи, Пинли.

10. Видовые различия в реакции на температурный стресс связаны с биологическим потенциалом, реализация которого сопряжена с конкретными климатическими условиями. Активность генотипа, выраженная отношением РНК/ДНК, а также активность метаболических процессов различных видов, связанная с содержанием водорастворимых углеводов, определяет степень адаптации интродуцентов к абиотическим факторам среды, лимитирующим продуктивность растений груши в предгорьях Адыгеи. Наилучшей реакцией на действие экстремальной температуры обладает вид *P. ovoides* ( $РНК/ДНК=2,4$ ;  $K_{\phi}=1,02$ ).

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

#### **Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ**

1. Семенова, Л.Г. Влияние возвратных заморозков на цветение и завязывание плодов восточноазиатских груш. Статья / Л.Г. Семенова, Л.В. Вавилова // Новые технологии. – Майкоп: Изд-во ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. – Вып. 3. – С. 20-25.
2. Вавилова, Л.В. Некоторые причины зимне-весенних повреждений генеративных почек восточноазиатских груш в предгорьях Адыгеи. Статья / Л.В. Вавилова, Л.Г. Семенова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – Вып. 6. – С. 71-77.

#### **Публикации в других научных журналах, сборниках и трудах**

3. Бандурко, И.А. Адаптивный потенциал видов и сортов груши в предгорьях Северного Кавказа. Тезисы / И.А. Бандурко, Л.Г. Семенова, А.А. Кагазежева, Л.В. Вавилова // Новые сорта и технологии возделывания плодовых и ягодных культур для садов интенсивного типа. – Орел: ВНИИСПК, 2000. – С. 22-23.
4. Вавилова, Л.В. Зимостойкость восточноазиатских груш в условиях предгорья Северного Кавказа. Тезисы / Л.В. Вавилова // VI Неделя науки МГТИ: мат. науч.-практ. конф. – Майкоп: Изд-во МГТИ, 2001. – С. 156-157.
5. Дорошенко, Т.Н. Перспективные виды восточноазиатских груш для селекционного использования. Статья / Т.Н. Дорошенко, Л.В. Вавилова // Проблемы формирования генетических коллекций плодовых, ягодных культур и перспективы их

селекционного использования: мат. междунауч. конф. ГНУ ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 2002. – С. 30-31.

6. Вавилова, Л.В. Оценка зимостойкости генеративных почек восточноазиатских груш в условиях предгорий Северного Кавказа. Тезисы / Л.В. Вавилова // Исследование генетических ресурсов растений для целей селекции в различных регионах России: мат. науч.-информ. бюл. ВНИИР им. Н.И. Вавилова. – СПб., 2003. – Вып. 242. – С. 106-108.

7. Вавилова, Л.В. Перспективное использование сортов восточноазиатских груш для интенсификации садоводства. Тезисы / Л.В. Вавилова, Л.Г. Семенова // Роль сортов и новых технологий в интенсивном садоводстве: мат. междунауч.-практ. конф. – Орел, 2003. – С. 44-45.

8. Семенова, Л.Г. Зимостойкость и устойчивость к грибным заболеваниям восточноазиатских груш юга России. Статья / Л.Г. Семенова, Л.В. Вавилова, Л.С. Титова // Организационно-экономический механизм инновационного процесса и приоритетные проблемы научного обеспечения развития отрасли: мат. науч.-практ. конф. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2003. – С. 178-180.

9. Вавилова, Л.В. Изучение содержания водорастворимых углеводов в связи с зимостойкостью восточноазиатских груш. Статья / Л.В. Вавилова // Роль аграрной науки в сельскохозяйственном производстве: докл. первой регион. науч.-практ. конф. студ. и аспирантов. – Майкоп, 2004. – С. 21-24.

10. Вавилова, Л.В. Потенциал интродуцированных восточноазиатских груш для селекции. Статья / Л.В. Вавилова // Инновационные подходы в селекции цветочно-декоративных, субтропических и плодовых культур: мат. науч.-практ. конф. – Сочи, 2005. – С. 131-136.

11. Вавилова, Л.В. Зимние повреждения восточноазиатских груш в условиях предгорий Адыгеи. Статья / Л.В. Вавилова // Современное состояние и перспективы развития садоводства и культуры чая в Республике Адыгея: мат. науч.-практ. конф. – Майкоп, 2008. – С. 56-64.

12. Вавилова, Л.В. Особенности роста и развития восточноазиатских груш в связи с адаптацией к неблагоприятным условиям зимнего периода. Статья / Л.В. Вавилова // Мат. XXVII Недели Науки МГТУ: XXII междунауч. науч.-практ. конф. «Экологические проблемы современности». – Майкоп: Изд-во МГТУ, 2013 г. – С. 237-242.

АВТОРЕФЕРАТ

ВАВИЛОВА Любовь Владимировна

ЗИМОСТОЙКОСТЬ ВОСТОЧНОАЗИАТСКИХ ГРУШ В УСЛОВИЯХ  
ПРЕДГОРИЙ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ

---

Подписано в печать 10.04.2014 г. Формат 60.84 1/16.  
Печать цифровая. Уч. – изд.л.1,5. Тираж 100 экз. Заказ № 1801.1

Издательско-полиграфический центр КубГУ.  
350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.