

УДК.634.13

ББК 42.355

В-12

*Семенова Лариса Григорьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры агропочвоведения факультета аграрных технологий Майкопского государственного технологического университета, тел.: (88772)572544;*

*Вавилова Любовь Владимировна, старший преподаватель кафедры агропочвоведения факультета аграрных технологий Майкопского государственного технологического университета.*

**ВЛИЯНИЕ ВОЗВРАТНЫХ ЗАМОРОЗКОВ НА ЦВЕТЕНИЕ И ЗАВЯЗЫВАНИЕ ПЛОДОВ  
ВОСТОЧНО-АЗИАТСКИХ ГРУШ**  
(рецензирована)

*На 5 видах и 42 сортах восточно-азиатских груш показано влияние поздних весенних заморозков на повреждении цветков и опадение завязей в зависимости от продолжительности и интенсивности действия стресс-фактора. Выявлены изменения в анатомической структуре плодоножки экзо- и мезокарпа завязи. Установлена связь устойчивости образцов с фракционным состоянием воды в репродуктивных органах.*

*Ключевые слова: виды, сорта груши, генеративные образования, зимостойкость, повреждения заморозками, водный режим.*

*Semenova Larisa Grigorjevna, Cand. of Biology, senior lecturer of the chair of soil science, faculty of agricultural technologies, Maikop State Technological University, tel.: (88772) 572544;*

*Vavilova Ljubov Vladimirovna, lecturer of the chair of soil science, faculty of agricultural technologies, Maikop State Technological University.*

**EFFECTS OF REPEATED FROSTS ON FLOWERING AND FRUIT SET OF EAST ASIAN PEARS**

*5 species and 42 varieties of East Asian pears have been studied and the effect of late spring frost damage on flowers and abscission of ovaries, depending on the duration and intensity of the stress factor has been shown. Changes in the anatomic structure of the stalk of exo-and mesocarp ovary have been revealed. The connection between the stability of the samples with the factional state of water in the reproductive organs has been stated.*

*Keywords: species, varieties of pears, generative formations, frost resisting, frost damage, water regime.*

Изучение зимостойкости восточно-азиатских груш в условиях предгорной зоны Северо-Западного Кавказа (генофонд МОСВИР) в течение ряда лет показало, что одним из наиболее значимых абиотических стресс-факторов является воздействие возвратных заморозков на растения. В экстремальные годы ущерб от весенних заморозков может превышать 40 % генеративного потенциала образца.

В условиях глобального потепления климата в последние годы стремительно нарастает среднесуточная температура воздуха, что активизирует ростовую активность большинства культур в конце зимы – начале весны. Распускание почек и цветение отмечаются раньше среднемноголетних значений и риск повреждений от возвратных заморозков усиливается.

Анализ климатических условий показал, что до 1986 года вероятность весенних заморозков в марте составляла 89%, в апреле – 57% с интенсивностью от 0° до -5°С [1]. Данные метеостанции МОС ВИР показывают, что с 1999 года этот показатель возрос до 91 и 72% соответственно при интенсивности до -5,7°С. Учитывая это обстоятельство, а также принимая во внимание, что группа интродуцированных восточно-азиатских груш характеризуется довольно ранним вступлением в фазу вегетации [2], было проведено более глубокое изучение влияния возвратных заморозков на растения различных видов и сортов этой группы.

Большинство ученых по этой проблеме высказывают единое мнение: устойчивость растения в период цветения не связана с морозостойкостью и зимостойкостью по 1-4 компонентам, а характеризует его поведение во время вегетации. Степень и характер повреждения зависит от амплитуды суточных колебаний температуры воздуха, абсолютного минимума её, продолжительности действия заморозка, а также от уровня развития репродуктивных органов и генетической специфики сорта [3; 4].

За время проведения наших исследований влияние амплитуды суточных колебаний температуры воздуха хорошо проявилось в марте 2003, апреле 2004 и марте 2005 годов, когда  $\Delta t$  суточного хода достигала 17...20°C. Результаты полевой оценки повреждений генеративных образований видов восточно-азиатских груш в сопоставлении с суточными амплитудами температуры иллюстрируются данными рисунка 1.

Анализируя данные диаграммы на рисунке 1, можно отметить, что динамика устойчивости к заморозкам специфична для каждого вида. Вместе с тем имеются общие тенденции. Наибольшие повреждения семязачатков в почках (февраль) наблюдаются у видов *Pyrus ussuriensis* и *P. pyrifolia*, для которых характерно вступление в фазу вегетации, активизации процессов ростовой направленности. В таких условиях они оказываются более уязвимыми к действию критических температур. В описываемый год морозных дней в марте наблюдалось на 12 случаев больше, чем в среднем многолетнем режиме, но с не большими амплитудами суточной температуры воздуха, что способствовало задержке вегетации, дополнительной закалке и повышению холодоустойчивости. Резкие колебания температуры в апреле вновь привели к значительным повреждениям этих видов. Интенсивность заморозка в 3-4°C привела к гибели 62% и 84% пестиков в цветке у видов *P. pyrifolia* и *P. ussuriensis* соответственно и 8-12% различных повреждений чашелистиков и цветоножек. Более устойчивыми к колебаниям температуры являются виды *P. ovoidea* и *P. aromatica*, обладающие более продолжительным периодом покоя. Их генеративные образования имели локальные повреждения, не превышающие 2-2,5 баллов, затрагивающие кроющие почечные чешуи, венчик или завязь (рис. 2).

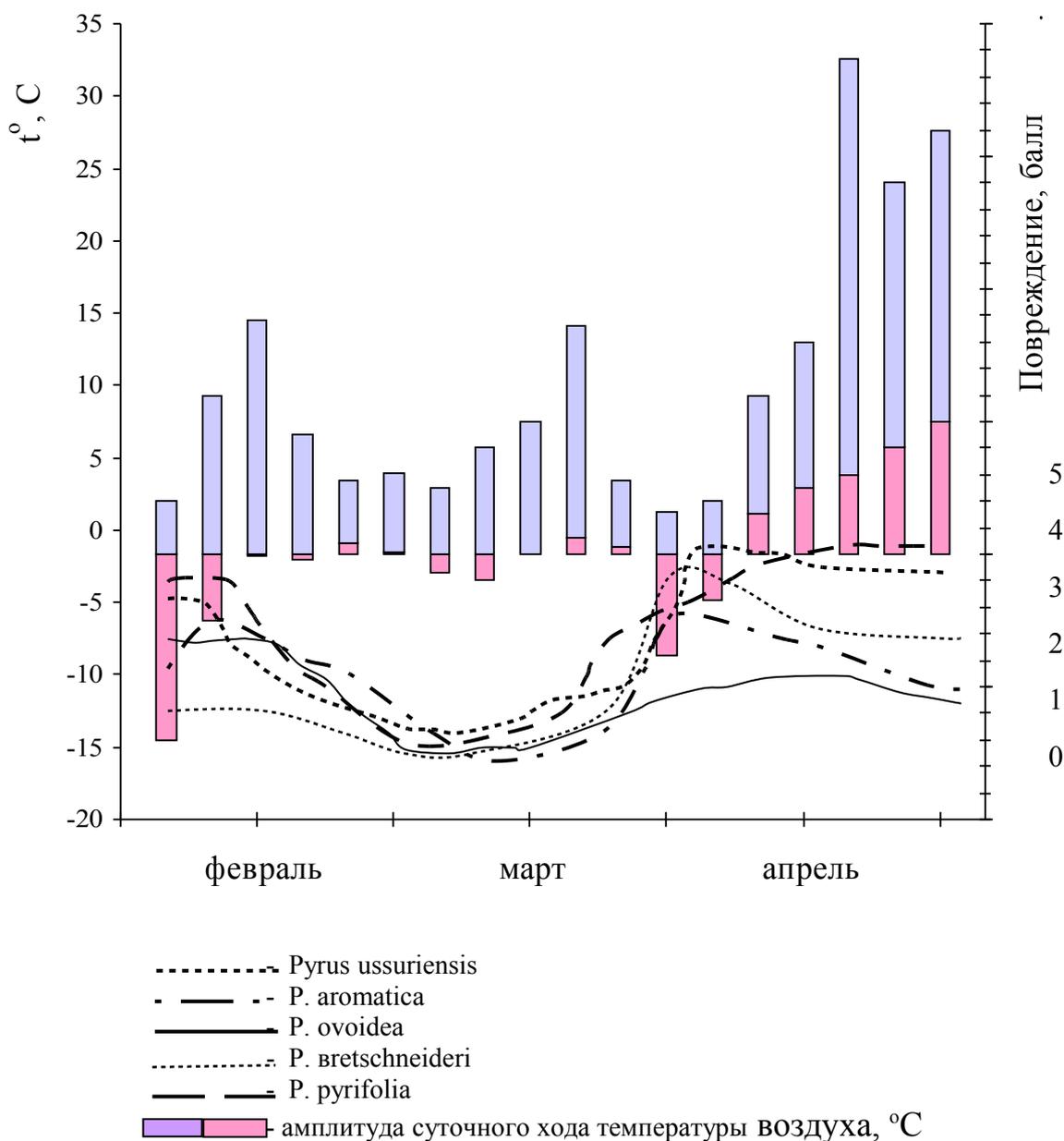


Рис. 1. Зависимость весенних повреждений от амплитуды суточного хода температуры воздуха (2005 г.)



Рис. 2. Локальные повреждения бутонов в соцветиях

Такие повреждения не оказывали существенного влияния на снижение интенсивности плодоношения. В тоже время данные виды не проявляют высокой морозоустойчивости. При критических для фенофазы снижениях температуры у них часто отмечаются повреждения проводящей системы побега. Интенсивность заморозка до  $-4^{\circ}\text{C}$  приводит к повреждениям древесины в периоды набухания почек и выдвигания соцветий до 1-2. Заморозок до  $-5-6^{\circ}\text{C}$  вызывает полную блокаду питания почки, не возможность восстановления за счет камбиальной активности, и в результате гибель генеративных образований.

В отдельные годы (2002, 2004, 2005 г.г.) наблюдается обламывание многолетних ветвей вместе с нормально развитыми соцветиями как следствие повреждений побегов. В условиях Адыгеи вероятность возникновения опасных весенних заморозков с интенсивностью ниже  $4^{\circ}\text{C}$  в период цветения восточно-азиатских груш составляет 3,5%.

Исследования показали, что от критических температур, как правило, повреждаются в разной степени качественно лучшие бутоны и цветки, занимающие терминальное положение в соцветиях. В период заморозков наиболее чувствительны пестики и особенно рыльца в открытых цветках. Затем тычинка, семяпочка, лепестки и цветоножка. В бутонах они более устойчивы. При гибели бутона он отсыхает и опадает, его вытесняют другие цветки. Поэтому уже через 3-4 дня после гибели его можно будет учесть только по рубцовому следу на оси соцветия. Аналогично происходит и с опадающей завязью.

Для многих видов и сортов восточно-азиатских груш свойственна партенокарпия. В связи с этим при учете степени повреждений в фазе цветения мы оценивали состояние пестика и семяпочки. Обобщенные результаты приводятся в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние интенсивности заморозка на повреждение пестиков и семяпочек сортов, различных по генетическому происхождению

| Вид                      | Кол-во сортов, происходящих от данного вида (группа) | $t^{\circ}\text{ min. воздуха} = -3^{\circ}\text{C}$ (2008 г.)  |   | $t^{\circ}\text{ min. воздуха} = -4,7^{\circ}\text{C}$ (2006 г.) |   |
|--------------------------|--|---|---|--|---|
|                          |  | средняя степень повреждений пестиков и семяпочек в группе, балл | % устойчивых сортов в группе к данной температуре | средняя степень повреждений пестиков и семяпочек в группе, балл  | % устойчивых сортов в группе к данной температуре |
| <i>Pyrus ussuriensis</i> | 10   | 3,2 $\pm$ 0,13  | 30,0  | 4,1 $\pm$ 0,34   | 20,0  |
| <i>P. bretschneideri</i> | 20   | 2,0 $\pm$ 0,09  | 25,0  | 2,9 $\pm$ 0,16   | 20,0  |
| <i>P. oboidea</i>        | 4  | 1,2 $\pm$ 0,02  | 50,0  | 1,5 $\pm$ 0,07   | 50,0  |
| <i>P. pyrifolia</i>      | 8  | 2,4 $\pm$ 0,15  | 37,5  | 4,0 $\pm$ 0,26   | 25,0  |
| Всего                    | 42   | 2,2   | 35,6  | 3,1  | 28,8  |

Данные таблицы 1 свидетельствуют о зависимости степени повреждений от интенсивности заморозка и генетической специфики сорта. Было отмечено, что даже кратковременное (2-3 часа) воздействие более низкой температуры воздуха при заморозке вызывает обширные повреждения, которые впоследствии не восстанавливаются и вызывают массовое усыхание бутонов и цветков, что резко снижает плодоношение. 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*. Обладая высокой морозоустойчивостью в январе-феврале они крайне не устойчивы к заморозкам в период цветения.

Сорта, относимые к *P. ovoidea*, являются более устойчивыми к действию заморозков различной интенсивности. В этой группе сортов до 50% образцов проявили высокую зимостойкость, как, например, Пинли и Китайская № 13. Другие же представители имели слабую степень повреждений пестиков и семян.

Большую опасность для формирования урожая представляют даже незначительные по силе заморозки в период завязывания плодов. К этому времени также начинают проявляться повреждения сосудистой системы почек. Например, за период исследований в 2002 году отмечался наиболее поздний возврат холодов. Минимальная температура воздуха 10 апреля резко 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 ещё до оплодотворения, а оставшаяся завязь продолжала формироваться только на более взрослых ветвях. Результаты оценки повреждений завязи представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Оценка степени повреждений завязи, 2002 г.

| Вид                      | Кол-во сортов, происходящих от данного вида (группа) | Балл завязываемости плодов | Общее число завязей, штук на учетных ветвях в среднем по группе | Степень повреждений, % |           |           |
|--------------------------|--|----------------------------|---|------------------------|-----------|-----------|
|                          |  |                            |   | плодоножки             | экзокарпа | мезокарпа |
| <i>Pyrus ussuriensis</i> | 10   | 2,0                        | 12,5  | 70,5                   | 13,2      | 1,1       |
| <i>P. bretschneideri</i> | 20   | 3,9                        | 31,3  | 36,7                   | 22,4      | 0,2       |
| <i>P. ovoidea</i>        | 4  | 4,0                        | 53,4  | 23,8                   | 20,6      | –         |
| <i>P. pyrifolia</i>      | 8  | 3,1                        | 20,7  | 51,0                   | 14,9      | 3,3       |

В условиях Адыгеи действие критических температур воздуха усиливается за счёт развития туманов и оледенений. Их возникновение зависит от типа заморозка. При радиационных заморозках, которые случаются реже (в 10% весенних случаев), поверхность бутонов и цветков охлаждается сильнее окружающего воздуха и на их поверхности образуется иней, который быстро таит при повышении радиационного баланса и не вызывает существенных повреждений.

Установлено, что наименьшее число плодов закладывается у сортов, происходящих от *P. Ussuriensis* (табл. 2). У сортов этой группы отмечается дальнейшее значительное опадение завязи.

Анализ характера повреждений по всем видам и сортам выявил, что наиболее значимой причиной опадения является усыхание плодоножки, что, очевидно, связано с повреждением проводящей системы побега. В период роста завязей достаточно чувствительным к заморозкам оказался экзокарп, повреждения которого у всех оцениваемых образцов были значительны и достигали 13-29%, тогда как мезокарп повреждался в меньшей степени (табл. 2). В дальнейшем повреждения экзокарпа проявляются в виде оржавленности плодов (рис. 3.), а мезокарпа – в их деформации. Причем такие плоды осыпаются в недозрелом состоянии.



Рис. 3. Повреждение экзокарпа восточно-азиатских груш

При адвективных заморозках часто возникает туман с последующим выпадением морозящих осадков. При этом на генеративных органах образуется лед, проникающий внутрь тканей и вызывающий замерзание воды в межклетниках. Степень и характер повреждений в этом случае определяется продолжительностью заморозка и физиологическим состоянием растения.

Общепризнано, что устойчивость растений к морозам, особенно в весенний период, в значительной степени определяется уровнем устойчивости их тканей к обезвоживанию. Изучение динамики водного режима [5] показало, что соотношение между менее упорядоченной (свободной) и прочносвязанной фракциями воды в генеративных почках связано с функциональным состоянием растений. В феврале месяце, когда в периоды длительных оттепелей у восточно-азиатских груш активизируются ростовые процессы и наиболее ранние виды и сорта вступают в фазу вегетации, содержание свободной воды в их клетках возрастает почти до 36% от общей воды в пересчёте на сырое вещество (см. табл. 3). В наших исследованиях в качестве водоотнимающего фактора использовали растворы сахарозы с концентрацией 30 и 60%, что позволило определить количество гидратированной воды низкомолекулярными соединениями.

Таблица 3 - Соотношение фракций воды в генеративных образованиях в начале вегетации

| Вид                      | Общая вода, % | Свободная вода, % | Прочносвязанная вода, % | Фенологическая фаза развития         |
|--------------------------|---------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| <i>Pyrus ussuriensis</i> | 80,05         | 22,14             | 15,70                   | выдвижение и рост соцветий           |
| <i>P. aromatica</i>      | 59,63         | 18,69             | 37,61                   | сильное набухание генеративных почек |
| <i>P. ovoidea</i>        | 50,68         | 18,87             | 30,30                   | -//-                                 |
| <i>P. bretschneideri</i> | 67,62         | 30,59             | 25,81                   | -//-                                 |
| <i>P. pyrifolia</i>      | 48,23         | 35,78             | 9,39                    | разрыхление соцветий                 |

Так, образцы видов *P. ussuriensis* и *P. pyrifolia*, находясь в фазе активного роста соцветий в период оттепелей, имели наименьшую долю прочносвязанной воды – от 9,4 до 15,7%, однако содержание свободной воды, определенное при использовании 30%-го раствора сахарозы было гораздо меньше ожидаемого. Вероятно, это связано со способностью этих видов при понижении температуры воздуха или недостатке суммы эффективных температур для дальнейшего развития формировать дополнительную закалку за счет структурирования воды и повышать тем самым заморозкоустойчивость генеративных образований.

Другие виды в этот период обеспечивают свою зимостойкость за счёт значительного количества прочносвязанной воды клеток высокомолекулярными соединениями. Таким образом, дальнейшее поведение и устойчивость образцов к низким температурам зависят от частоты и продолжительности оттепели, стимулирующих дегидратацию молекул воды из комплексов.

Сопоставляя данные соотношения фракций воды и устойчивости растений к дальнейшим по-

нижениям температуры воздуха, было отмечено, что степень повреждений находится в зависимости от водного режима тканей и определяется напряженностью действующего фактора среды.

Обобщая результаты изучения влияния весенних заморозков на цветение восточно-азиатских груш, можно отметить, что поведение растений определяется комплексом взаимозависимых экзогенных и эндогенных факторов.

#### Литература:

1. Агроклиматический справочник по Краснодарскому краю / под ред. В.С. Покровской, Ю.С. Кравченко, В.И. Черепахина. Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1986. 459 с.
2. Туз А.С. *Pyrus L.* – Груша // Культурная флора СССР. М., 1983. Т. XIV. С. 126-234.
3. Ефимова Н.В. Влияние поздневесенних заморозков на продуктивность яблони и груши // Проблемы продуктивности плодовых и ягодных культур. М., 1996. С. 106-109.
4. Тюрина М.М., Гоголева Г.А.. Ускоренная оценка зимостойкости плодовых и ягодных растений. М., 1978. 48 с.
5. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений. Кишинев, 1970. 79 с.