

УДК 634.1: 551.5

DOI 10.30679/2587-9847-2018-17-39-43

**РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ  
ПРОДУКЦИОННЫМ ПРОЦЕССОМ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР  
НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ИХ ОТКЛИКОВ НА СМЕНУ  
ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ПО ФАЗАМ ОНТОГЕНЕЗА \***

**Драгавцева И.А., д-р с.-х. наук, Моренец А.С., Можар Н.В., канд. с.-х. наук**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (Краснодар)*

**Драгавцев В.А., д-р биол. наук**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Агрофизический научно-исследовательский институт» (Санкт-Петербург)*

**Реферат.** Изучена реакция трех сортов груши (Конференция, Киффер, Левен) на изменение условий зимне-весеннего периода в трех (прикубанская, предгорная, степная) зонах Краснодарского края за два длительных временных периода (1985-2000 и 2001-2018 гг.). Установлены различия в зимостойкости цветковых почек по фазам онтогенеза как во времени, так и в пространстве. Обнаружены изменения спектров (наборов) продуктов генов, детерминирующих один и тот же количественный признак – зимостойкость сортов груши. Даны предложения по «фазовой селекции».

**Ключевые слова:** плодовые культуры, груша, сорта, стрессоры зимне-весеннего периода, фазы развития, смена рангов зимостойкости

**Summary.** The response of three varieties of pear (Conference, Keffer, Leven) on the change of winter-spring condition in three (Prekubanskaya, Foothill, Steppe) zones of Krasnodar Region during the two long time periods (1985-2000 and 2001-2018) was studied. The differences in winter hardiness of flower buds on the phases of ontogenesis in time and space are established. The changes of spectrum (the set) of gene's products, determining one and the same quantitative trait – the winter hardiness of pear varieties are established. The offers on “phase breeding” are given.

**Key words:** fruit crops, pear, varieties, stressors of winter-spring period, phases of development, change of winter hardiness ranks

**Введение.** Продукционный процесс сельскохозяйственных культур определяется эффектами «взаимодействие генотип – среда» (ВГС), которые являются эмерджентными свойствами высоких уровней организации жизни растений, в том числе онтогенетического (по фазам развития), когда изменяется фенотип растения при изменении условий его выращивания. Проявление эффектов ВГС и возможность их прогноза возрастают при изменении параметров среды, особенно при изменении климата, которое наблюдается в настоящее время. Возможность учета и прогноза эффектов ВГС позволит обеспечить защищенность продукционного процесса плодовых культур по каждой фазе развития от негативных воздействий условий выращивания и, следовательно, резко повысить урожайность.

Группой ученых на примере однолетних культур была открыта новая система регуляции развития свойств продуктивности – смена спектров продуктов генов, детерминирующих один и тот же признак при смене лимитирующих факторов среды [1-5]. Было показано, что феномен ВГС имеет под собой единственный механизм – смену спектров продуктов генов под тем же признаком при смене лим-фактора внешней среды [6].

Начиная с 2018 года проводится работа по изучению откликов сортов многолетних плодовых культур, которые имеют широкий географический ареал и размножаются прививками, на смену лим-факторов среды [6]. Каждый сорт является генетически однородным клоном. Показатели его роста и развития строго привязаны к воздействию лим-факторов каждого года произрастания, на изменение которых растение откликается разбалансировкой прохождения фаз онтогенеза, что особенно ярко проявляется в условиях изменения климата.

\* Публикуется при поддержке гранта РФФИ № 16-04-00199 и госзадания ФАНО

**Объекты и методы исследований.** Эффекты ВГС изучены на примере культуры груши (с пониженной зимостойкостью среди семечковых культур) и ее сортов с различным уровнем устойчивости к стрессорам зимне-весеннего периода. Место проведения исследований: плодовые зоны Краснодарского края: прикубанская, предгорная, степная. Анализ температурных условий зимне-весеннего развития проведен в сравнении по двум временным периодам: 1985-2000 и 2001-2018 гг. Оценка климатических условий – по методике В.И. Вазова [7]. Используются температурные данные трех метеостанций Краснодарского края: прикубанская зона (Краснодар), предгорная зона (Горячий Ключ), степная зона (Тихорецк). Изучение смены рангов зимостойкости сортов – по методике В.А. Драгавцева [1, 8, 9].

**Обсуждение результатов.** В настоящий момент площадь под грушей в Краснодарском крае составляет всего около 1000 га, хотя 10-15 лет назад она занимала 2 место среди семечковых плодовых культур (18 тыс. га). Одна из причин резкого сокращения ее площадей – подмерзание цветковых почек (и даже древесины) в зимне-весенний период. Например, зимой 2006 года от мороза в январе силой  $-27,7^{\circ}\text{C}$  в прикубанской зоне,  $-31^{\circ}\text{C}$  в предгорной и степной зонах выпало 40-50 % ее насаждений. Поэтому существующие до сих пор методы визуальной идентификации адаптивности генотипов по фенотипам недостаточны. Необходимы «фазовые» оценки адаптивности с учетом динамики лим-факторов среды для конкретного сорта в конкретную фазу развития.

Изучена реакция трех сортов груши – Конференция (средней зимостойкости), Киффер (пониженной зимостойкости), Левен (повышенной зимостойкости) на низко-температурные стрессоры зимне-весеннего периода. Разработана матрица устойчивости цветковых почек каждого сорта (в разрезе фаз развития) (табл. 1). По каждому году исследований и по каждой географической точке проанализированы частота проявления температурных стрессов по фазам зимне-весеннего развития и сила их воздействия на конкретный сорт.

Установлено, что в период 1985-2000 гг. в условиях прикубанской зоны частота проявления стрессоров, «срезающих» урожай в зимне-весенний период у сорта Конференция, составила 18,75 %, в 2001-2018 гг. – 5,9 %. Причем уменьшилась опасность губительных температур в фазы весеннего периода. В фазе вынужденного покоя вероятность и сила проявления стрессорных ситуаций не изменилась.

Иначе проявился отклик груши Конференция на флуктуации климата в предгорной зоне края. В первом временном периоде (1985-2000 гг.) растения испытали стрессовые ситуации дважды в фазе вынужденного покоя (11,7 %). Во втором (2001-2018 гг.) неблагоприятные в этот же период ситуации участились (17,6 %). То есть адаптивность сорта Конференция в предгорной зоне Краснодарского края понижена в периоды органического и вынужденного покоя. В степной зоне края для сорта Конференция опасными для получения урожая в первом временном периоде были фазы весеннего периода (от набухания почек до появления лепестков). Вероятность проявления стрессоров составляла 31,25 %. Во втором периоде – 11,8 %. Следовательно, сорту Конференция в степной зоне недостает адаптивности к стрессорам зимне-весеннего периода и в весенние фазы развития.

Вероятность гибели растений груши сорта Киффер (пониженной зимостойкости) в первом временном периоде в прикубанской зоне в фазе органического, вынужденного покоя и набухания цветковых почек составила 25,0 %. В 2001-2018 гг. – 5,9 % в фазе органического покоя, то есть условия её выращивания в начале зимнего периода в прикубанской зоне улучшились. В предгорной зоне в первом временном периоде гибель цветковых почек сорта Киффер составила 12,5 % в фазе вынужденного покоя. Во втором периоде – 23,5 % в фазах органического и вынужденного покоя. Следовательно, у данного сорта снижен уровень адаптивности в фазе вынужденного покоя.

В степной зоне края в первом временном периоде гибель цветковых почек сорта Киффер составила 25 % в фазах органического и вынужденного покоя. Во втором – 37,5 % также в фазах органического и вынужденного покоя. Условия выращивания в степной зоне края для сорта Киффер ухудшились. Анализ откликов сорта груши Киффер на изменения лимитирующих факторов зимне-весеннего периода показал сниженную адаптивность его по всем фазам развития. Следовательно, в данный момент основной путь получения высоких урожаев этого сорта – его рациональное размещение по зонам и микрозонам края (с учетом изменения климата).



Другой тип отклика у груши сорта Левен на изменения климата. Для него в первом временном периоде гибель цветковых почек в прикубанской зоне составила 18,75 % в фазах органического и вынужденного покоя; во втором периоде – 0 %. Условия для выращивания сорта Левен в прикубанской плодовой зоне Краснодарского края улучшились. В предгорной зоне в первом периоде в фазе органического покоя гибель его цветковых почек составила 5,9 %, во втором (в фазе органического покоя и набухания) – 11,7 %. В степной зоне края сорт Левен имел гибель цветковых почек в первом временном периоде 5,3 % в фазе органического покоя, во втором периоде – 11,7 в той же фазе, то есть условия выращивания данного сорта в степной зоне ухудшились. Следовательно, повышение зимостойкости сорта Левен возможно подбором доноров с повышенной зимостойкостью в фазе набухания цветковых почек.

В табл. 2 показаны вероятности проявления абсолютного минимума температур, «срезающих» урожай груши по каждому из изучаемых сортов в условиях изменения климата во времени и пространстве (за два длительных временных периода в трех зонах Краснодарского края). Налицо изменение эффектов ВГС.

Таблица 2 – Вероятность (%) проявления минимальных низких температур, «срезающих» урожай сортов груши различной зимостойкости в условиях изменения климата (1985-2000 и 2001-2018 гг.)

Сорт	Периоды лет	
	1985-2000 гг.	2001-2018 гг.
Конференция	Краснодар	
	18,7	5,9
	Горячий Ключ	
	11,7	17,6
Киффер	Тихорецк	
	31,2	17,6
	Краснодар	
	25,0	5,9
Левен	Горячий Ключ	
	12,5	23,5
	Тихорецк	
	25,0	37,5
Левен	Краснодар	
	18,7	0
	Горячий Ключ	
	5,9	11,7
Левен	Тихорецк	
	5,9	11,7

Табл. 3 характеризует смену рангов зимостойкости сортов груши при изменении проявления минимумов низких температур также во времени и пространстве. Установлено, что изменение климата вызвало смену рангов сортов по зимостойкости внутри фаз развития в каждый изучаемый временной период и в пространстве трех зон Краснодарского края. Сорт Конференция занял последнее место по зимостойкости в I периоде в г. Тихорецке и Горячем Ключе. Сорт Киффер – третье место во II периоде в Горячем Ключе. В обоих изучаемых периодах на первом месте по устойчивости к морозам оказался сорт Левен во всех изучаемых зонах края.

Таблица 3 – Смена рангов зимостойкости сортов груши при изменении проявления минимумов низких температур, «срезающих» урожай сортов в разных точках Краснодарского края в различные многолетние периоды, в условиях изменения климата

Сорт	Краснодар		Горячий Ключ		Тихорецк	
Первый период (1985-2000 гг.)						
Конференция	18,7	2	11,7	1	31,2	3
Киффер	25,0	2	12,5	1	25,0	2
Левен	18,7	2	5,9	1	5,9	1
Второй период (2001-2018 гг.)						
Конференция	5,9	1	17,6	2	5,9	1
Киффер	12,5	1	23,5	2	37,5	3
Левен	0	1	11,7	2	11,7	2

**Заключение.** Развитие культуры груши в Краснодарском крае требует развития новых научных подходов для управления эффектами ВГС. Эти подходы имеют два направления: – путь рационального размещения культур и уже существующих их сортов по макро- и микро- зонам края на основе корректировки ранее разработанной цифровой системы оценки эффектов ВГС; – генетико-селекционный путь: создание новых сортов повышенной зимостойкости с учетом отклика каждой фазы развития на стрессорные ситуации среды выращивания.

Обнаружено проявление феномена ВГС во времени и пространстве по реакции на низкотемпературные стрессоры. На фоне воздействия лим-факторов среды (низких температур) в зимне-весенний период развития цветковых почек груши в условиях изменения климата происходит изменение спектров (наборов) продуктов генов, детерминирующих один и тот же количественный признак – зимостойкость, что приводит к смене рангов сортов по зимостойкости.

Определены фазы онтогенеза, которым недостает генетико-физиологических систем адаптивности к лим-факторам зимне-весеннего периода, «ударяющим» по каждой фазе. Сорт груши Конференция имеет пониженную адаптивность к условиям среды выращивания в фазе покоя, повышенную – в фазы набухания и распускания цветковых почек.

Сорт Киффер более других нуждается в рациональном размещении. Для повышения зимостойкости сорта Левен следует подбирать доноры с повышенной устойчивостью к морозам в фазы весеннего развития цветковых почек. Данные результаты необходимо использовать при «фазовой селекции» для ликвидации «узких мест» в каждой фазе развития.

В целом для культуры груши в зонах Краснодарского края наиболее опасными для гибели ее урожая от морозов являются периоды органического и вынужденного покоя. Полученные результаты позволяют провести корректировку рационального размещения культур и сортов груши по зонам Краснодарского края в условиях изменения климата.

### Литература

1. Драгавцев, В.А. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / В.А. Драгавцев, В.А. Цильке, Б.Г. Раттер [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1984. – 230 с.
2. Мелони, М. Эпигенетическая революция в пристальном рассмотрении / М. Мелони, Дж. Теста // Биосфера. – 2015. – 7 (4). – С. 450-467.
3. Драгавцев, В.А. Н.И. Вавилов как один из основателей современной эпигенетики / В.А. Драгавцев, Е.Б. Попов, С.И. Малецкий // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1. – № 9. – С. 8-17.
4. Kosev, V. Evaluation of genotypic and genetic variances of quantitative traits in pea (*Pisum sativum* L.) / V. Kosev, N. Georgieva, // Emirates Journal of Food and Agriculture. – 2016. – V. 28. – № 11. – Pp. 755-763.
5. Dehghani, H. Genotype × environment interaction for grain yield of some lentil genotypes and relationship among univariate stability statistics / H. Dehghani, S.H. Sabaghpour, N. Sabaghnia // Spanish Journal of Agricultural Research. – 2008. – V. 6. – № 3. – Pp. 385-394.
6. Драгавцев, В.А. К экспериментальному подтверждению новой гипотезы об эколого-генетической природе феномена «взаимодействие генотип-среда» / В.А. Драгавцев, И.А. Драгавцева, И.Л. Ефимова, А.П. Кузнецова, А.С. Моренец // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 1. – С. 151-156.
7. Важов, В.И. Методические указания по оценке климатических условий перезимовки плодовых культур в Крыму / В.И. Важов. – Ялта: ГНБС, 1979. – 36 с.
8. Драгавцева, И.А. Методологические подходы к оптимизации систем продуктивности плодовых культур в условиях глобального изменения климата / И.А. Драгавцева, А.С. Моренец // Современная методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда: монография. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2017. – 282 с.
9. Драгавцев, В.А. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений / В.А. Драгавцев, П.П. Литун, Н.М. Шкель [и др.] // Доклады Академии наук СССР. – 1984. – Т. 274. – № 3. – С. 720-723.