

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНОГЕНЕЗА ГЕНЕРАТИВНЫХ ПОЧЕК ПЕРСИКА И ОТБОР АДАПТИВНЫХ СОРТОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ПЛОДОВОДСТВА БЕЛАРУСИ

В. В. ВАСЕХА

РУП «Институт плодоводства»,  
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013, e-mail: witalmin@gmail.com

(Поступила в редакцию 01.07.2024)

Исследования проведены в РУП «Институт плодоводства» в 2021–2023 гг. Объектами наблюдений являлись 11 сортов персика различного эколого-географического происхождения: Донецкий белый, Мелитопольский ясный, Сеянец Старка (украинской селекции); Congres, Filip, Alex (румынской селекции); Fantasia, Harko, Allstar (американской селекции); Iskra (польской селекции); Лойко (белорусской селекции). В результате критического снижения температуры в I–II декадах февраля 2021 г. до уровня  $-25,2 \dots -28,1$  °C отмечена гибель деревьев у сортов Мелитопольский ясный, Congres, Filip, Fantasia, Harko. На основании проведенных исследований установлены сроки наступления основных фенологических фаз персика и необходимая сумма эффективных температур выше  $+5$  °C для их прохождения, определена продолжительность вегетационного периода изучаемых сортов. Зафиксированы особенности прохождения этапов дифференциации генеративных почек в период вегетации. Определены различия между группами сортов в степени развития зачатков цветков в фенологические фазы – созревание плодов и листопад. Выявлены 2 зависимости: положительная корреляционная связь между сроками начала органогенеза генеративных почек персика и климатическими факторами:  $\Sigma t_{\text{эф.} \geq +5 \text{ °C}}$  от фазы 10 BBCH до начала дифференциации генеративных почек ( $r = 0,99$ ) и гидротермическим коэффициентом за 30 дней до начала дифференциации генеративных почек ( $r = -0,97$ ); в качестве наиболее точно описывающей модели связи между данными параметрами предложена степенная модель. Зависимости могут использоваться для прогнозирования сроков начала морфогенеза цветков персика и планирования агротехнических мероприятий, направленных на нормирование продуктивности деревьев. Выделены 2 адаптивных в центральной зоне плодоводства Беларуси исходных формы персика – сорта Лойко и Alex.

**Ключевые слова:** персик, сорт, зимостойкость, фенология, органогенез, Беларусь.

The studies were conducted at the Republican Unitary Enterprise "Institute of Fruit Growing" in 2021–2023. The objects of observation were 11 peach varieties of various ecological and geographical origin: Donetsk Bely, Melitopolsky Yasny, Starka Seedling (Ukrainian selection); Congres, Filip, Alex (Romanian selection); Fantasia, Harko, Allstar (American selection); Iskra (Polish selection); Loiko (Belarusian selection). As a result of a critical drop in temperature in the first and second 10-day periods of February 2021 to the level of  $-25.2 \dots -28.1$  °C, the death of trees was noted in the Melitopolsky Yasny, Congres, Filip, Fantasia, Harko varieties. Based on the studies, the timing of the onset of the main peach phenological phases and the required sum of effective temperatures above  $+5$  °C for their passage were established, the duration of the growing season of the studied varieties was determined. The peculiarities of the stages of differentiation of generative buds during the growing season are recorded. The differences between the groups of varieties in the degree of development of flower primordia in the phenological phases – fruit ripening and leaf fall – are determined. Two dependencies are revealed: a positive correlation between the timing of the onset of organogenesis of peach generative buds and climatic factors:  $\Sigma t_{\text{ef.} \geq +5 \text{ °C}}$  from phase 10 BBCH to the onset of differentiation of generative buds ( $r = 0.99$ ) and the hydrothermal coefficient 30 days before the onset of differentiation of generative buds ( $r = -0.97$ ); a power model is proposed as the most accurately describing the relationship between these parameters. The dependencies can be used to predict the timing of the onset of peach flower morphogenesis and to plan agrotechnical measures aimed at standardizing tree productivity. Two adaptive initial forms of peach have been identified in the central fruit growing zone of Belarus – the Loiko and Alex varieties.

**Key words:** peach, variety, winter hardiness, phenology, organogenesis, Belarus.

### Введение

Персик – одна из самых ценных плодовых культур. Благодаря своей скороплодности, высокой урожайности и десертным качествам плодов уже к концу XX века он стал самой распространённой косточковой культурой в мире [1]. Важными для распространения данной культуры особенностями являются: самый продолжительный период поступления плодов (до 3,5 месяцев) среди косточковых; совместимость со многими подвоями различного генетического происхождения; быстрое восстановление однолетней и многолетней древесины при повреждении морозами [2].

Анализ современного опыта создания коллекций *in situ* позволяет утверждать, что ареал распространения персика в условиях умеренного климата только за последние 15–20 лет значительно продвинулся севернее  $50$  °C. ш. Так, по данным Е. Kaufmane и G. Lacis в условиях Латвии возможен отбор генотипов персика и абрикоса, адаптивных к условиям с границей изотермы минимумов  $-23 \dots -26$  °C [3]. По результатам анализа агроклиматических показателей Минского района за 1989–2018 гг. отмечено достоверное повышение среднегодовой температуры воздуха на  $1,5$  °C, и, как следствие, увеличение суммы активных температур и продолжительности периодов с пороговыми значениями температур ( $0$  °C,  $+5$  °C,  $+10$  °C) на 12–28 дней [4].

Изменения климата открывают новые возможности по возделыванию теплолюбивых культур в Беларуси. Расширения сортимента любой культуры невозможно без всестороннего изучения особен-

ностей биологии сортов, их реакции на изменение условий среды. Для получения объективной картины нельзя ограничиться лишь общей оценкой состояния растений. Необходимо исследовать и внутренние процессы, в частности, связанные с онтогенезом генеративной сферы, так как в конечном итоге с особенностями его прохождения тесно связана урожайность. В связи с чем целью данного исследования являлась выявление биологических особенностей онтогенеза генеративной сферы персика и выделение адаптивных генотипов.

### Основная часть

Учёты и наблюдения проводились в коллекционном саду РУП «Институт плодородства» (аг. Самохваловичи, Минский район). Объектами исследований являлись 11 сортов персика различного эколого-географического происхождения: Донецкий белый, Мелитопольский ясный, Сеянец Старка (украинской селекции); Congres, Filip, Alex (румынской селекции); Fantasia, Harko, Allstar (американской селекции); Iskra (польской селекции); Лойко (белорусской селекции). Сад 2018 г. посадки, схема размещения деревьев – 4 × 3 м, подвой – алыча. Содержание междурядий – естественное залужение, в рядах – гербицидный пар.

Исследования проводили согласно «Генетическим основам и методике селекции плодовых культур и винограда» (Минск, 2019) с учётом методических подходов, изложенных в книге «Морфогенез плодовых растений» (Ленинград, 1984) [5, 6]. Фенологические стадии растений определяли в соответствии с расширенной шкалой ВВСН (Кведлинбург, 2018) [7].

Исследования проведены в РУП «Институт плодородства» в 2021–2023 гг. В результате трехлетних наблюдений установлено, что зиму 2020–2021 гг. можно отнести к критическим с февральским снижением температуры в I–II декадах до -25,2...-28,1 °С в период вынужденного покоя деревьев персика, что обусловило значительные подмерзания у изучаемых сортов. У румынского сорта Filip отмечено полное вымерзание дерева, в связи с чем, данный генотип был исключён из объектов исследования для дальнейшего изучения. Наиболее сильные повреждения в 7–8 баллов были выявлены у сортов Iskra, Fantasia, Harko, Congres. Для данной группы сортов подмерзание деревьев отражалось в повреждении коры с её омертвением на больших участках, зафиксирована полная гибель до 50 % скелетных и полускелетных ветвей кроны.

Проведённая оценка общего состояния изучаемых генотипов в конце вегетационного периода 2021 г. показала, что сорта Мелитопольский ясный, Congres, Fantasia, Harko с общей степенью подмерзания в 6–8 баллов в течение вегетационного сезона не восстановились и погибли. Общее состояние сорта Донецкий белый оценивалось в 6 баллов. Высокий уровень регенерационной способности продемонстрировали Alex, Сеянец Старка и Iskra, которые к середине октября характеризовались наличием хороших приростов и общим состоянием в 8 баллов. Общее состояние деревьев у сортов Лойко и Allstar также оценивалось в 8 баллов. В дальнейшем было продолжено изучение 6 сортов персика различного эколого-географического происхождения: Донецкий белый, Сеянец Старка, Alex, Allstar, Iskra, Лойко. Несмотря на частые оттепели в зимние периоды 2021–2022 гг. и 2022–2023 гг., выход растений из состояния вынужденного покоя отмечен не был, что обусловило отсутствие подмерзаний или побурений зачатков цветков в течение двух лет наблюдений.

Проведённые фенологические наблюдения за 2021–2023 гг. позволили установить, что необходимая сумма эффективных температур выше +5 °С для начала вегетации в зависимости от сорта варьирует в пределах 26–52 °С. Наиболее раннее цветение за период наблюдений было отмечено у персика 24 апреля при достижении  $\Sigma_{t_{ф. \geq +5}}^{\circ C}$  значения 100,4 °С продолжительностью от 8 до 12 дней (таб. 1).

Таблица 1. Сроки прохождения основных фенологических фаз персика, 2021–2023 г.

Сорт	Начало распускания листьев (10 ВВСН)	Цветение (65 ВВСН)	Созревание плодов (88 ВВСН)	Конец роста побегов (91 ВВСН)	Листопад		Продолжительность вегетационного периода, дни
					начало (93 ВВСН)	конец (97 ВВСН)	
Донецкий белый	17.04-26.04	26.04-10.05	10.08-17.08	02.08-16.08	05.10-15.10	23.10-28.10	175-190
Сеянец Старка	12.04-23.04	24.04-14.05	16.08-23.08	02.08-16.08	12.10-14.10	20.10-25.10	185-187
Alex	19.04-26.04	27.04-18.05	29.08-15.09	02.08-16.08	17.10-23.10	25.10-04.11	192-196
Allstar	19.04-25.04	27.04-18.05	15.09-21.09	02.08-16.08	01.10-08.10	15.10-23.10	171-184
Iskra	12.04-23.04	27.04-15.05	11.08-18.08	02.08-16.08	23.10-30.10	25.10-01.11	192-194
Лойко	18.04-25.04	26.04-15.05	20.07-05.08	02.08-16.08	23.09-08.10	07.10-13.10	161-174

Установлена возможность получения зрелых плодов персика в условиях центральной Беларуси в период с последней декады июля по середину сентября. Выявлены существенные отличия между сортами в сроках созревания плодов: к наиболее ранним отнесен сорт Лойко, к наиболее поздним – сорта Alex и Allstar. В зависимости от установившегося температурного режима в осеннее время про-

должительность вегетационного периода у изучаемых сортов персика за годы наблюдений варьировала от 161 (Лойко) до 196 дней (Alex). Наиболее ранние сроки начала листопада отмечены у сортов Лойко, Allstar и Донецкий белый – 23.09–05.10. Позже всего окончание данной фенологической фазы зафиксировано у сортов Iskra и Alex – 01–04.11.

Согласно данным И. С. Исаевой (1974), на сроки начала дифференциации генеративных почек существенно влияет целый ряд климатических факторов – прежде всего температура и осадки, и, как правило, данный процесс сопряжен не только с наступлением фазы окончания роста побегов, но и установлением среднесуточной температуры воздуха на уровне +18...20 °С [8].

Так, в 2021 г. с начала июня установилась жаркая погода со среднесуточной температурой воздуха выше среднегодовалого значения. Устойчивый переход через +20 °С отмечен уже 18 июня, а концу месяца  $\Sigma t_{эф. \geq +5 \text{ } ^\circ\text{C}}$  достигла уже значения 739 °С, что составляет 110 % от климатической нормы. Однако в первые две декады месяца из-за редкого выпадения осадков сложился дефицит влаги, что обусловило образование в генеративных почках конуса нарастания в виде полусферических бугорков (этап I) раньше, чем наступление окончания роста однолетних побегов и закладки верхушечной почки. В 2022 г. жаркая погода во второй половине лета на фоне редкого выпадения дождей также оказала сдерживающий эффект на морфогенез генеративных почек изучаемых сортов персика. Начальный этап дифференциации генеративной почки в нижней части побега зафиксирован уже после фенологической фазы 91 ВВСН. В то же время в 2023 г. со второй декады апреля до конца второй декады июня установился период без выпадения существенных осадков продолжительностью в 63 дня. Однако в дальнейшем нормализация гидротермического режима спровоцировала как более ранние сроки созревания персика, так и начало прохождения начальных этапов дифференциации цветков.

Как показывают наши наблюдения, календарные сроки начала органогенеза цветка у сортов персика в условиях Беларуси довольно широко варьируют по годам – от 12–14 июля до 15–16 августа. Фенологическую фазу «окончание роста однолетних побегов» можно принимать как условный ориентир, однако необходимо учитывать погодные условия летнего периода и, прежде всего, наличие периодов с затяжными засухами или среднесуточными температурами, превышающими среднегодовые значения. Сумма эффективных температур выше +5 °С к моменту начала морфогенеза генеративных почек достигает значения 948–1 343 °С. Ежегодно в процессе исследований было отмечено, что установившаяся жаркая погода в августе всегда оказывала сдерживающий характер на прохождение процесса дифференциации –разница между I и III этапами органогенеза может достигать 30–40 дней, что особенно было хорошо заметно в условиях 2022 г.

Важно отметить, что существенное влияние на сроки прохождения отдельных этапов морфогенеза зачатков цветка оказывали и особенности фенологии сорта и, прежде всего, сроки прохождения фазы 88 ВВСН. У генотипов с периодом массового созревания плодов в сентябре начало роста будущего пестика на дне чашечки и закладка тычинок приходится на более поздние сроки, чем у сортов с августовским периодом созревания плодов (рис. 1).

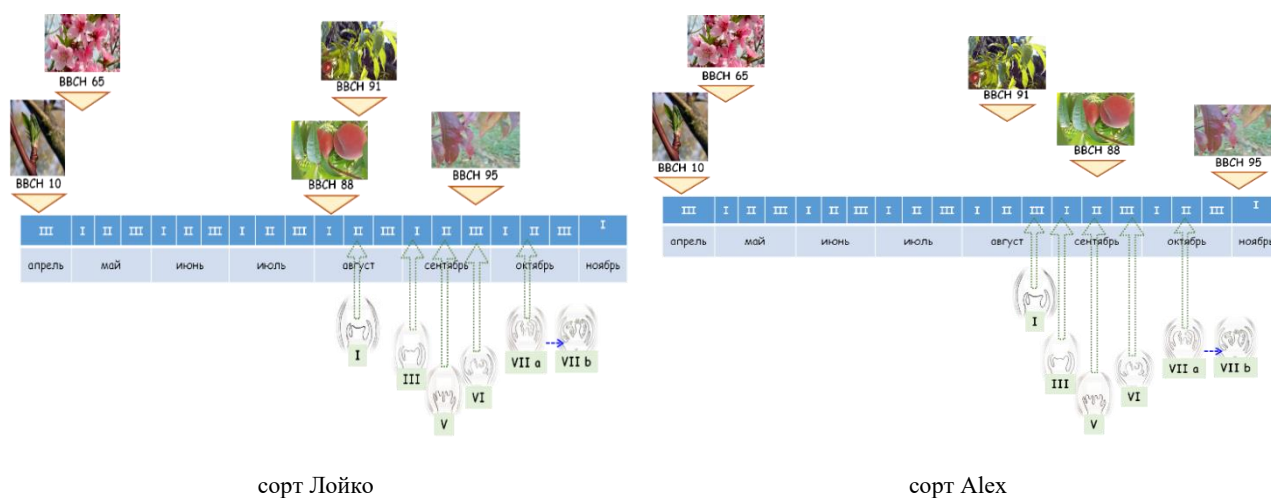


Рис. 1. Фенология и ход дифференциации зачатков цветка на примере двух сортов персика

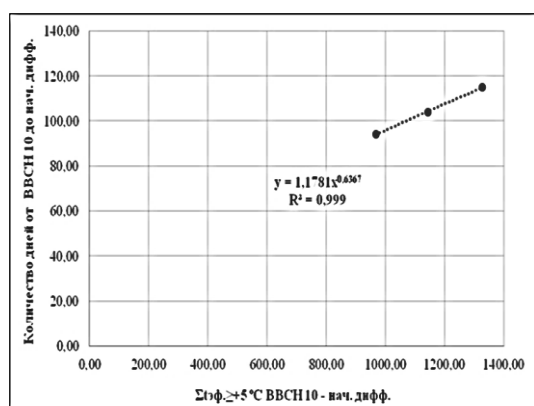
По нашим наблюдениям на протяжении 2021–2023 гг. у сортов Alex и Allstar наступление VI этапа происходит на 7–10 дней позже, чем на сортах Лойко, Сеянец Старка, Донецкий белый и Iskra. Также довольно значительно отличались стадии дифференциации генеративных почек изучаемых сортов ко времени наступления листопада. Лабораторные исследования показали, что у сортов с ежегодно более ранними сроками наступления листопада (Лойко, Allstar и Донецкий белый) – не позднее середины октября, на базальных почках прироста текущего года была характерна VI стадия органогенеза цветка, а в верхней части прироста в данный период развитие зачатков цветка соответствовало V этапу. Однако благоприятные погодные условия способствовали дальнейшему процессу органогенеза цветков. Так, по состоянию на III декаду октября отмечено формирование столбика пестика и удлиненной полости будущей семяпочки (VIIa) и на почках верхней части прироста на всех сортах. После завершения фенологической фазы листопада у всех сортов процесс развития зачатков цветка продолжился – в I декаде ноября на базальных почках уже был отмечен этап VIIb. Процесс дифференциации генеративных почек у всех изучаемых сортов останавливался только после устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в сторону понижения. Этот факт обусловил отсутствие различий в продвинутиости органогенеза цветка между изучаемыми сортами персика к моменту наступления климатической зимы.

Как мы установили ранее, для начала дифференциации генеративных почек персика необходимым условием было сочетание достаточного уровня влажности с температурным режимом близким к климатической норме. На основании трехлетних данных была изучена взаимосвязь климатических факторов периода вегетации и сроков начала органогенеза цветка персика, который не всегда был взаимосвязан с наступлением фенологической фазы 91 ВВСН (таб. 2).

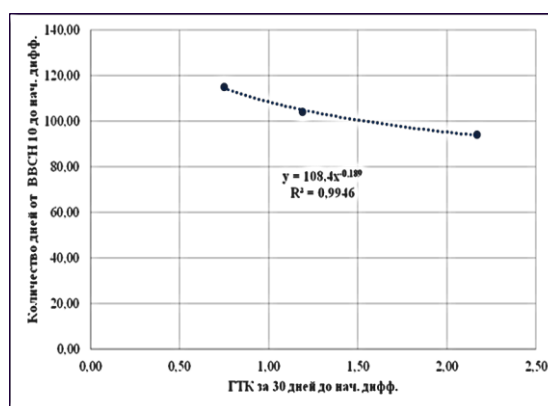
Таблица 2. Коэффициенты парной корреляции (r) между сроками начала дифференциации генеративных почек персика и климатическими факторами

Фактор	$\Sigma t_{\text{эф.} \geq +5 \text{ } ^\circ\text{C}}$ от фазы 10 ВВСН до начала дифференциации генеративных почек (F <sub>1</sub> )	ГТК от фазы 10 ВВСН до начала дифференциации генеративных почек (F <sub>2</sub> )	$\Sigma t_{\text{эф.} \geq +5 \text{ } ^\circ\text{C}}$ за 30 дней до начала дифференциации генеративных почек (F <sub>3</sub> )	ГТК за 30 дней до начала дифференциации генеративных почек (F <sub>4</sub> )
Количество дней от фазы 10 ВВСН до начала дифференциации генеративных почек (T <sub>dif</sub> )	0,99	-0,41	-0,68	-0,97

Данные корреляционного анализа показали, что наиболее значимое влияние на данный процесс оказывали  $\Sigma t_{\text{эф.} \geq +5 \text{ } ^\circ\text{C}}$  от фазы 10 ВВСН до начала дифференциации генеративных почек и ГТК за 30 дней до начала дифференциации генеративных почек. В течение периода изучения было отмечено, что в год с самой жаркой погодой весной и летом начало органогенеза цветка наступало в более поздние сроки. С результатами полевых наблюдений согласуется и отрицательная связь между гидротермическим коэффициентом в последний месяц перед дифференциацией зачатков цветка и сроками начала органогенеза, так как для прохождения данного процесса нужен и достаточный уровень влагообеспеченности. Далее на основании регрессионного анализа была предложена модель, описывающая связь между этими величинами (рис. 2).



А



В

Рис. 2. Степенная модель взаимосвязи между факторами: А – T<sub>dif</sub> и F<sub>1</sub>; В – T<sub>dif</sub> и F<sub>4</sub>

Исходя из максимального значения коэффициента детерминации ( $R^2$ ), в качестве наиболее точной модели связи между факторами была определена степенная модель с величиной достоверности аппроксимации 0,99. Выявленные зависимости могут использоваться для прогнозирования сроков

начала морфогенеза цветков персика и планирования агротехнических мероприятий, направленных на нормирование продуктивности деревьев.

Результаты изучения дифференциации цветковых почек персика показали, что все сорта уходят в зиму с близкими этапами развития зачатков цветка VIIa–VIIb. Процесс органогенеза зачатков цветков персика к началу вегетации находится на завершающем этапе, как и у других косточковых культур рода *Prunus* L. Важнейшим фактором являлась генетически детерминированная устойчивость сорта персика к повреждающим факторам зимы – прежде всего к февральским перепадам температур и критическим морозам в условиях суровой зимы.

По результатам наблюдений были установлены сроки прохождения основных фенологических фаз изучаемых сортов, что позволяет сделать вывод о возможности получения зрелых плодов персика в условиях центральной Беларуси в период с последней декады июля по середину сентября. Большинство генотипов характеризуются массой плода более 100 г.

Выделение адаптивных в климатических условиях региона генотипов персика в качестве исходных форм для селекции требует комплексного подхода. Достаточным уровнем устойчивости к стресс-факторам холодного времени года характеризовался сорт Allstar. Однако, данный образец неспособен к реализации потенциала качества плодов – персики не набирают массу даже при длине периода вегетации более 190 дней и остаются с посредственным вкусом и при опадении с деревьев. Сорт Iskra на протяжении периода наблюдений характеризовался как самый крупноплодный из изучаемых и продемонстрировал высокий уровень регенерационной способности после суровой зимы. Однако на фоне проведения одинаковых мероприятий по защите от болезней этот сорт оказался самым восприимчивым к возбудителю курчавости листьев (*Taphrina deformans* (Berk.) Tul.), что отрицательно сказывается на внешнем виде и качестве плодов. Лимитирующим фактором для украинских сортов Донецкий белый и Сеянец Старка оказалась зимостойкость и неспособность к быстрому восстановлению деревьев после зимы. Сорт Сеянец Старка на протяжении периода наблюдений продемонстрировал невысокую продуктивность по сравнению с другими изучаемыми сортами.

Для дальнейшей селекционной работы было выделено 2 адаптивных исходных формы персика: сорта Лойко и Alex, характеризующиеся полным прохождением онтогенеза и хорошим общим состоянием деревьев после неблагоприятных зим, что обеспечивает реализацию потенциала продуктивности в условиях центральной Беларуси. Данные сорта обладают комплексом хозяйственно ценных признаков: ранний срок созревания, короткий межфазный период «цветение – созревание» (менее 100 дней) – сорт Лойко; поздний срок созревания, высокое качество мякоти, способность к хранению, плоская форма плода – сорт Alex. Впервые проведенный в Беларуси отбор по признаку «форма плода» позволит начать работу по созданию отечественных сортов персика с плоской формой, являющейся более привлекательной для покупателей и обеспечивающей высокую рентабельность продаж.

### **Заключение**

Установлены особенности прохождения этапов дифференциации генеративных почек у персика в период вегетации и влияние климатических факторов на сроки начала органогенеза цветка. Определены различия между группами сортов в степени развития зачатков цветков в фенологические фазы – созревание плодов и листопад. Выделены 2 адаптивных в центральной зоне плодоводства Беларуси исходных формы персика – сорта Лойко и Alex.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Голубкова И. Н. Виды рода *Persica* Mill. в Украине их систематика и характеристика // Sci. J. «Science Rise». – 2014. – №2 (2) – С. 15–19.
2. Заяць В. А. Біологічні і господарські властивості та перспективи вирощування персика в зоні Українських Карпат: автореф. дис. ... д-ра с-х. наук: 06.01.07; Нац. аграр. ун-т. – Київ, 2001. – 40 с.
3. Kaufmane, E. Winter hardy apricots and peaches with good fruit quality in Latvia / E. Kaufmane, G. Lacis // J. Fruit and Ornamental Plant Research Spec. ed. – 2004. – Vol. 12. – P. 321–329.
4. Изменение климатических условий и феноритмики ягодных культур в Беларуси / Т. М. Андрушкевич [и др.] // Плодоводство: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: А.А. Таранов (гл. ред.) и др. – Минск, 2019. – Т. 31. – С. 100–112.
5. Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда / З. А. Козловская и др.; под общ. ред. З. А. Козловской. – Минск: Беларус. навука, 2019. – 249 с.
6. Витковский В. Л. Морфогенез плодовых растений. – Л.: Колос, 1984. – 207 с.
7. Meier, U. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BVCH Monograph / U. Meier. – Julius Kühn-Institut (JKI), Quedlinburg, 2018. – 204 p.
8. Исаева И. С. Морфофизиология плодовых растений: цикл лекций. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. – 135 с.