

УДК: 634.11:581.54

DOI: 10.36305/0513-1634-2023-146-30-39

ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ОРГАНОГЕНЕЗА СОРТОВ ЯБЛОНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ГОДА ПО ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ

Дмитрий Валериевич Потанин ¹, Маргарита Игоревна Иванова ²

¹Институт «Агротехнологическая академия» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»
295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр агрохимической службы «Крымский»
Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 75/1

Исследования проводились в опытном яблоневом саду Института «Агротехнологическая академия» в период с 2010 по 2020 гг. на 27 сортах яблони. При определении степени адаптивности сорта к местным условиям выращивания необходимо принимать во внимание: температуру активации развития растений, инициирующей начало вегетации, суммы температур выше 10 °С, необходимых для прохождения фенологических фаз вплоть до начала или завершения листопада. Избыток сумм температуры, активирующей вегетацию, может действовать негативно на реализацию биологического потенциала продуктивности вследствие нарушения нормального цикла развития растений и отдельных его органов. Сорта местной селекции, либо полученные в зонах с приблизительно схожими по климату условиями, в меньшей степени испытывают стресс от избытка или недостатка сумм температур в конкретных агроклиматических районах, активирующих процессы вегетации растений.

Ключевые слова: *плодоводство; адаптивное садоводство; яблоня; климат; органогенез*

Введение

Подбор сортов для обеспечения устойчивой продуктивности в зоне выращивания должен учитывать их экологическую пластичность и приспособляемость к агроклиматическим условиям зоны выращивания [1-3]. При этом, зачастую, в промышленном производстве используются сорта, по своему происхождению, интродуцированные из других агроклиматических зон [4-7]. Так, сорта, происходящие из регионов с меньшей суммой активных температур в регионах с большей теплообеспеченностью способны быстрее проходить фазы органогенеза почек и раньше завершают вегетацию [8-11]. В некоторых случаях, при быстром прохождении развития вегетирующих органов в условиях затяжной и тёплой осени, у некоторых сортов плодовых культур может наблюдаться осеннее цветение, что в дальнейшем приводит к потере уровня продуктивности в будущую вегетацию [12-15]. Это, достаточно часто наблюдается у груши, а также сортах яблони, которые по своему происхождению получены в регионах с умеренным климатом, а выращиваются в жарком засушливом климате, в которых растения могут испытывать стресс [16-19]. Именно потенциальное снижение продуктивности в силу не полной приспособленности сортов плодовых культур требует постоянного изучения вопросов органогенеза, прохождения растениями фенологических фаз под влиянием сложившихся погодных условий зон выращивания и является актуальным вопросом в подборе адаптивных сортов, обеспечивающих максимальную реализацию своей потенциальной продуктивности [20-22].

Цель исследования: выявить особенности процессов морфо- и органогенеза сортов яблони, различающихся по месту их происхождения, в условиях Крыма в зависимости от теплообеспеченности территории.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в опытном яблоневом саду 2007 г. посадки Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» в период с 2010 по 2020 гг. на коллекции сортоизучения, включающей 27 сортов яблони (как выведенных в ходе гибридизации, так и сортов-клонов). Сорта привиты на подвое М.9. Схема посадки сада 4,0х1,0 м (плотность посадки 2500 шт. деревьев/га). Сад яблони от момента посадки до 2014 г. – орошаемый (полив по бороздам) с постоянным поддержанием влажности почвы на уровне не менее 70% ППВ, с 2014 г. – без орошения.

В ходе исследования применялись методы визуального наблюдения за прохождением растениями фенологических фаз развития, микроскопирования почек, а также сравнительный анализ отдельных факторов окружающей среды, оказывающих влияние на онтогенез растений с их развитием в период вегетации. В опыте каждый изучаемый сорт представлен в количестве не менее 5 деревьев. Для определения органогенеза внутри почек, они отбирались в течении вегетации как с прироста текущего года, так и с генеративной древесины (кольчатки, копыца, плодовые сумки) с дальнейшим микроскопированием на микроскопе МБИ-3. Анатомические разрезы почек проводились с применением опасной бритвы с выполнением продольных срезов через центр почки с целью выявления зачатков соцветий. Увеличение на микроскопе выбиралось 80...120 кратное с фотофиксацией на цифровую камеру (12 мегапикселя) микроскопической насадки.

Теплообеспеченность подсчитывалась суммированием среднесуточных температур, равных или больших сумме искомой активации ($+5^{\circ}\text{C}$, $+7^{\circ}\text{C}$ и $+10^{\circ}\text{C}$), за весь период с 1 января текущего года до искомой даты или 31 декабря, как показатель годового цикла теплообеспеченности территории.

Статистическая обработка полученных в ходе исследования проводилась с использованием корреляционного анализа зависимостей прохождения отдельных фенологических фаз развития растений, а также их генеративных органов от накопления температур и продолжительности теплового периода [23]. При этом считали [23], что очень высокая степень зависимости наблюдается при коэффициенте корреляции в пределах – 0,90...0,99, высокая – 0,70...0,89, средняя – 0,50...0,69, слабая – 0,30...0,49. При значении коэффициента корреляции менее 0,30 влияние фактора принималось за несущественное.

Результаты и обсуждение

По данным метеостанции (метеостанция Симферополь / им. И.К. Айвазовского (аэропорт), Россия, WMO_ID=33946), устойчивый переход температур выше 10°C наступает 13 апреля. Фактически, в отдельные годы исследований тепловой период начинался в другие сроки: в 2012, 2016, 2018 и 2019 гг. – 4...6 апреля, 2014 г. – 15 апреля, 2010 и 2020 гг. – 17...19 апреля, 2011, 2013, 2015 и 2017 гг. – 24...25 апреля. При этом, за период исследований, с 2010 по 2020 гг. средняя дата начала раздвижения чешуй у почек деревьев яблони для многих сортов отмечалась 9 апреля (рис. 1).

При этом, дата начала вегетации не совпадает с датой начала накопления активных температур выше 10°C . Так, среди изучаемых сортов, уже 9 апреля раздвижение чешуй на спящих почках отмечалось у: 'Айдаред', 'Голдраш', 'Тинова', 'Интерпрайз', 'Криспин', 'Ренет Симиренко', 'Чемпион' и 'Флорина'. По средним многолетним данным, это соответствует сумме температур выше 10°C в пределах $10,3^{\circ}\text{C}$, выше 7°C – $87,5^{\circ}\text{C}$, выше 5°C – $190,8^{\circ}\text{C}$. После устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через 10°C начало развития вегетации отмечено у

сортов: 'Голден Делишес' – 14 апреля или $41,4^{\circ}\text{C}$, 'Гренни Смитт' – 15 апреля или $51,7^{\circ}\text{C}$, 'Пинк Леди' - 16 апреля или $61,9^{\circ}\text{C}$, 'Имант' и 'Фуджи Кику 8' – 17 апреля $72,5^{\circ}\text{C}$ (рис. 1).

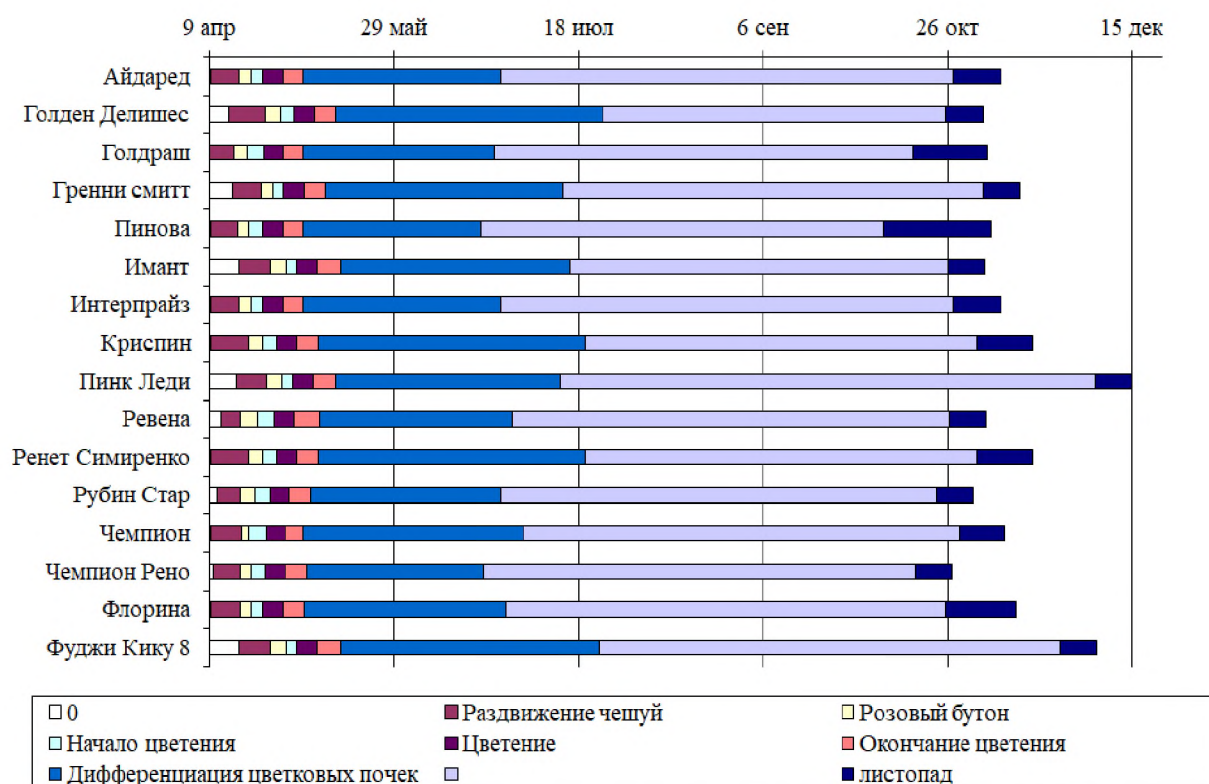


Рис. 1 Фенологические фазы развития деревьев сортов яблони зимнего срока созревания (средние данные за период с 2010 по 2020 гг.)

В ходе проведения корреляционного анализа зависимости наступления пробуждения деревьев яблони от накопления температур воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$, $+7^{\circ}\text{C}$ и $+10^{\circ}\text{C}$, было установлено, что фаза раздвижения чешуй почек практически не зависит от активных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ (коэффициент корреляции $r=0,14$) (рис. 1). При этом, накопление сумм температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ в количестве суток от начала календарного года оказывало влияние в средней степени ($r=0,51$). Несколько выше ($r=0,63$), но также со средней степенью, влияло накопление температур выше $+5^{\circ}\text{C}$. В высокой степени наступление этой фазы связано ($r=0,72$) с накоплением температур выше 7°C , однако для каждого отдельного сорта каждый показатель значительно колеблется в сравнении с этим же показателем у других сортов.

Совершенно другая картина, с точки зрения тесноты связей наступления дат начала цветения и накоплением температур выше 10°C (табл. 1). Уже данная фенологическая фаза имеет более тесную связь и коэффициент корреляции составляет 0,74. Это наиболее тесная зависимость среди других температур воздуха. Однако, для каждого сорта также сумма накопления температур, начиная с календарного года до момента начала цветения, является индивидуальной и колеблется в пределах $94 \dots 210^{\circ}\text{C}$. При этом, сорта, происходящие из зон с более мягким климатом ('Голдраш', 'Пинова', 'Чемпион') начинают цветение с наименьшим накоплением активирующих температур. Так, сорта 'Пинова' и 'Чемпион' выведены в странах (Германия и Чехия соответственно) с климатом, находящимся под значительным влиянием Гольфстрима, обуславливающего мягкий ход температур в начале вегетации с низкой вероятностью

прохождения заморозков в период цветения, как и сорт 'Голдраш', происходящий из США (штат Иллинойс). Другие же сорта яблони, происходящие из других регионов и характеризующиеся более поздними сроками начала цветения, были выведены в подавляющем своём числе в зонах с относительно повышенной угрозой проявления весенних возвратных заморозков и отбирались селекционерами, в том числе по стабильности плодоношения в условиях своего климата (табл. 1).

Таблица 1

Прохождение фенологических фаз развития сортов яблони зимнего срока созревания, в зависимости от теплообеспеченности территории (по наблюдениям в период 2010-2020 гг.)

Сорт	Раздвижение чешуй				Начало цветения				Накопление сумм температур от момента раздвижения чешуй до начала цветения		
	Дата	Сумма температур			Дата	Сумма температур			выше 5°C	выше 7°C	выше 10°C
		выше 5°C (r=0,63)	выше 7°C (r=0,72)	выше 10°C (r=0,51)		выше 5°C (r=0,45)	выше 7°C (r=0,61)	выше 10°C (r=0,74)			
'Айдаред'	9 апр.	190,8	87,5	10,3	20 апр.	305,2	201,9	105,4	114,4	114,4	95,1
'Голден Делишес'	14 апр.	241,3	138,0	41,4	28 апр.	396,7	293,5	196,9	155,5	155,5	155,5
'Голдраш'	9 апр.	190,8	87,5	10,3	19 апр.	294,6	191,3	94,8	103,8	103,8	84,5
'Гренни Смит'	15 апр.	251,5	148,2	51,7	25 апр.	358,8	255,5	158,9	107,3	107,3	107,3
'Пинова'	9 апр.	190,8	87,5	10,3	19 апр.	294,6	191,3	94,8	103,8	103,8	84,5
'Иманти'	17 апр.	272,3	169,0	72,5	29 апр.	409,9	306,6	210,1	137,6	137,6	137,6
'Интерпрайз'	9 апр.	190,8	87,5	10,3	20 апр.	305,2	201,9	105,4	114,4	114,4	95,1
'Криспин'	9 апр.	190,8	87,5	10,3	23 апр.	336,3	233,0	136,4	145,4	145,4	126,1
'Пинк Леди'	16 апр.	261,8	158,5	61,9	28 апр.	396,7	293,5	196,9	135,0	135,0	135,0
'Ревена'	12 апр.	220,2	116,9	20,3	21 апр.	316,0	212,7	116,2	95,8	95,8	95,8
'Ренет Симиренко'	9 апр.	190,8	87,5	10,3	23 апр.	336,3	233,0	136,4	145,4	145,4	126,1
'Рубин Стар'	11 апр.	210,5	107,2	20,3	21 апр.	316,0	212,7	116,2	105,5	105,5	95,8
'Чемпион'	9 апр.	190,8	87,5	10,3	19 апр.	294,6	191,3	94,8	103,8	103,8	84,5
'Чемпион Рено'	10 апр.	200,9	97,6	20,3	20 апр.	305,2	201,9	105,4	104,3	104,3	85,0
'Флорина'	9 апр.	190,8	87,5	10,3	20 апр.	305,2	201,9	105,4	114,4	114,4	95,1
'Фуджи Кики 8'	17 апр.	272,3	169,0	72,5	29 апр.	409,9	306,6	210,1	137,6	137,6	137,6

Считается, что для обеспечения созревания плодов у зимних сортов яблони, как правило, необходима сумма температур выше 10°C в пределах 2600°C [4]. В это же время, проведённые нами наблюдения показывают, что по средним многолетним данным, проводимым с 2010 г., такое накопление температур наступает 22 августа, в то время как фактическое созревание плодов наступает в сентябре - октябре, а у сорта 'Пинк Леди' – в конце октября, а в отдельные годы – в ноябре месяце.

Для сортов различного происхождения также отмечается достаточно различный промежуток времени от начала вегетации необходимый для подготовки к глубокому (органическому) покою. Наиболее длительный он у сорта 'Пинк Леди'. В большинстве лет, этот сорт показал себя таким, который не формирует отдельной ткани у основания листьев до наступления устойчивых отрицательных температур. Так, учитывая сроки завершения листопада у этого сорта отмечается 15 декабря, что существенно отличается от устойчивой среднесуточной температуры воздуха 10°C и выше. Следовательно, этому сорту для завершения вегетационного периода необходимы значительно большая теплообеспеченность территории, чем 36-80°C. Действительно, в других административных районах Республики Крым (Красногвардейский, Бахчисарайский, Сакский, Кировский), где распространён этот сорт, в отдельные годы с меньшей суммой температур, растения даже не завершают листопада и одревеснения верхней части однолетнего прироста. Принимая во внимание выдвинутую выше нами рабочую гипотезу о агроклиматической приспособленности

сорта к зоне своего появления, сорт яблони 'Пинк Леди', выведенный в Австралии, должен быть более требовательным к теплообеспеченности территории выращивания и продолжительности теплового периода, что нами и наблюдается в опытах и производстве.

Остальные сорта яблони зимнего срока созревания способны завершить вегетацию и завершить листопад до перехода среднесуточных температур воздуха через 0°C (рис. 2).

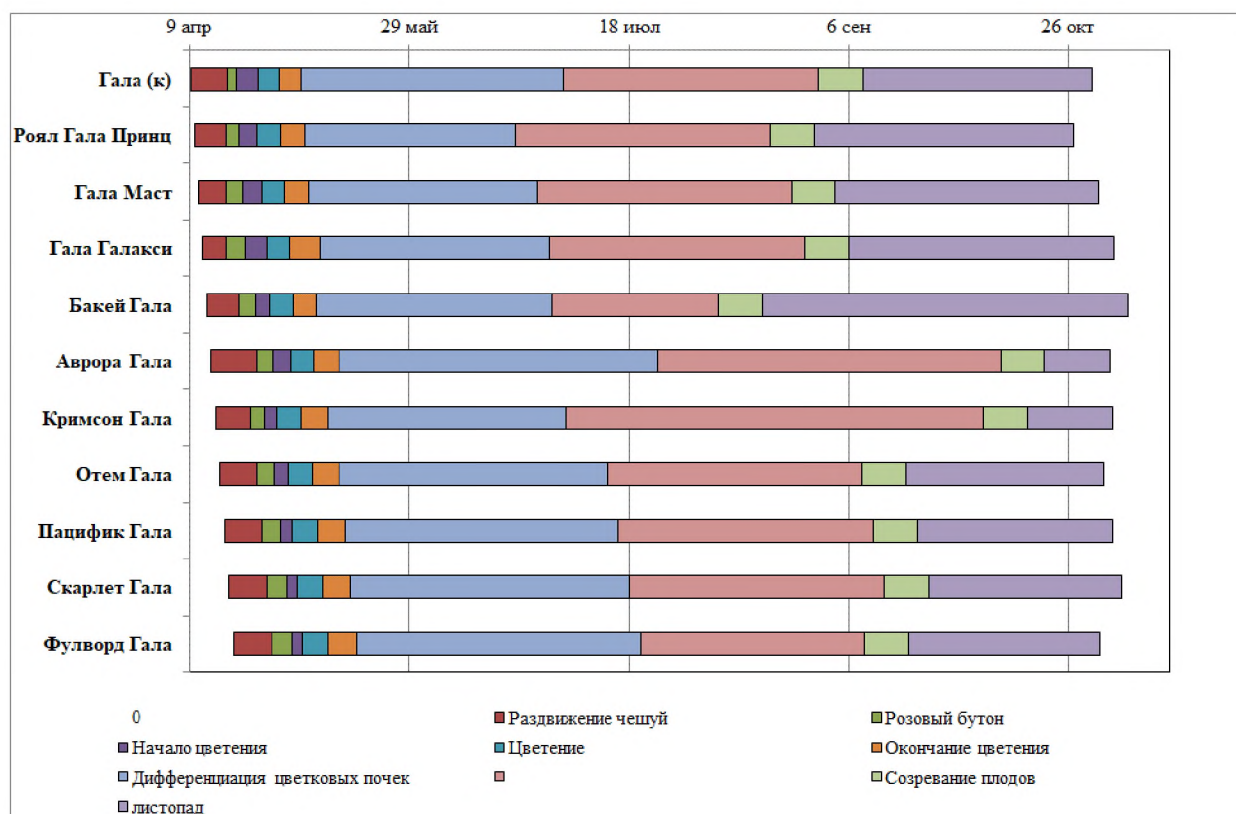


Рис. 2 Фенофазы развития деревьев яблони клонов сорта 'Гала'
(средние данные за период 2010 – 2020 гг.)

Таким образом, по нашему мнению, необходимо принимать во внимание температуру активации развития растений, инициирующей начало вегетации, суммы температур выше 10°C , необходимых для прохождения фенологических фаз вплоть до начала или завершения листопада, а не только срок созревания плодов у растений при расчёте необходимых для онтогенеза органов деревьев сорта сумм активных температур выше 10°C .

Подобная картина отмечается не только для сортов, полученных вследствие гибридизации, но и сортов-клонов уже существующих и ранее получивших широкое распространение сортов. Наблюдения за клонами сорта 'Гала', проводимые в период 2010-2020 гг. показали, что отдельные клоны отличаются по периоду завершения вегетационного периода и его продолжительности (рис. 2). Исходный сорт 'Гала', имея превосходные вкусовые качества не во всех регионах выращивания способен давать яркую окраску по всей поверхности плода. Поэтому в ходе клонового улучшения этого сорта, одновременно получались новые сорта-клоны не только с окрашенными плодами, но также и с различными сроками созревания, а, самое главное – и со сроками прохождения фенологических фаз.

На рисунке представлен ряд сортов-клонов поколения 'Гала', ранжированных по сроку начала вегетационного периода (календарные сроки начала раздвижения чешуй). При этом видно, что последующие фенологические фазы, отмечаемые визуально, не во всех случаях совпадают по своей продолжительности. Следует отметить, что, как и в предыдущем случае обсуждения результатов по рисунку 1, у клоновых сортов 'Гала' сохраняется влияние факторов активационных температур и их накопления. Эта продолжающаяся зависимость требует более пристально уделять внимание на создание цифровой модели приспособляемости сортов к агроклиматическим условиям выращивания.

Если плоды исходного сорта достигают зрелости в сроки, соответствующие сортам осеннего срока созревания, то отдельные его клоны - 'Аврора Гала', 'Кримсон Гала', уже в позднезимние, а 'Бакей Гала' – летнего. При этом, данные клоны начинают вегетацию в более поздние даты, а период цветения у них более продолжительный, чем у исходного сорта. Это обеспечивает лучшее опыление, увеличение хозяйственной завязи, а одновременно, и снижение вероятности повреждения генеративных органов возвратными весенними заморозками.

В качестве дополнительного наблюдения, как фактор адаптивности у сортов яблони, существуют различия окрашивания созревающих плодов клонов группы 'Гала'. Так, сорта позднего (зимнего) срока созревания 'Аврора Гала' и 'Кримсон Гала', формируют менее интенсивную окраску плодов на неосвещённой стороне в сравнении с сортами более раннего срока созревания без ухудшения качества плодов.

Именно поэтому, следует проводить регулярные исследования по прохождению растениями фаз органогенеза в привязке к климатическим особенностям и места происхождения самого сорта или их групп. Именно такой подход позволит определять уровень адаптивности сорта к новым условиям выращивания, в случае интродукции сортов в новые зоны выращивания.

Однако не только визуальное определение прохождения фенологических фаз в течении вегетации является важным для изучения адаптивности сортов к местным условиям выращивания. Не менее важно провести изучение онтогенеза формирования генеративных образований в течении их жизненного цикла. У яблони этот цикл, как правило, длится в течении двух вегетационных периодов, начинаясь от момента закладки основания смешанного типа почки и формирования зачатков соцветия или единичного цветка, а в дальнейшем, пройдя стадию покоя – продолжая свой цикл формирования во вторую вегетацию – дать полноценный цветок и обеспечить завязывание плода.

На рисунках 1 и 2 показаны календарные сроки начала прохождения этой скрытой фазы – дифференциации цветковых почек. Она не имеет явных проявлений и определяется лишь при микроскопировании почек, закладывающихся на кольчатках, копьецах, плодовых прутиках, а у отдельных сортов - и на приросте текущего года.

Формирование генеративных почек начинается практически с завершением цветения у деревьев и продолжается весь период интенсивного роста побегов, вплоть до появления у них верхушечной почки. При этом формируется основание почки и конус зачатков соцветия. В этот момент, на копьецах, плодовых прутиках, плодушках дальнейший вегетативный рост завершается, а кольчатки принимают свойственный себе вид и в дальнейшем наблюдения за их развитием может проводиться с помощью микроскопов. Однако, для отдельных сортов, имеющих свойство закладывать цветковые почки и на приросте текущего года, эта фенологическая фаза более растянута не для растения в целом, а для самого побега, на котором формируются такие почки. И завершение их формирования уже может совпадать с окончанием вегетации и началом листопада. При этом, чем более продолжительный тепловой период с

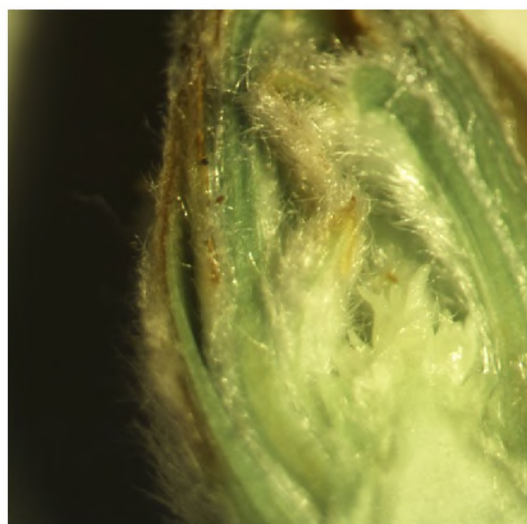
активирующими температурами, тем более выраженные сформировавшиеся органы соцветий будут в самих почках. Наше данное утверждение не отрицает возможности развиваться генеративным органам в полноценные соцветия и осуществить цветение в случае каких-то факторов окружающей среды уже в год их формирования.

Такое явление нами наблюдается относительно регулярно в особо теплообеспеченные годы с продолжительным вегетационным периодом у интродуцированных сортов, происходящих из более северных регионов или стран с более мягким климатом ('Пинова', 'Чемпион', 'Имант', 'Ревена' и некоторые другие). Сорта яблони, выведенные в более теплообеспеченных зонах, повторного цветения не проявляют, однако способны закладывать цветковые почки на приросте текущего года с большей интенсивностью ('Фуджи Кику 8', 'Голдраш', 'Криспин', 'Гренни Смитт', 'Пинк Леди').

Так, при изучении дифференциации генеративных образований у яблони исследование почек антомиранием показало, что сорт – 'Пинк Леди' имеет значительно более позднюю дифференциацию органов цветков, чем сорт 'Пинова'. При этом, следует учитывать, что данные сорта происходят из совершенно различных агроклиматических зон – 'Пинк Леди' из Австралии с его жарким и засушливым климатом, а 'Пинова' из Германии с его мягким, находящимся под воздействием влажного воздуха Гольфстрима, вегетационным периодом (рис. 3).



а) сорт 'Пинк Леди'



б) сорт 'Пинова'

Рис. 3 Дифференциация цветковых почек у сортов яблони зимнего срока созревания по состоянию 20 августа 2016 г. (ориг.)

Многолетние наблюдения показали, что сорт 'Пинова', а также некоторые другие сорта, выведенные в более мягком климате, склонен ко вторичному в течении вегетации цветению. Смешанные почки этого сорта, быстро проходя все стадии дифференциации, во второй половине вегетации уже способны развиваться и обеспечить полноценное цветение. Попадая в благоприятные условия для развития и пробуждения (насыщение тканей водой вследствие сентябрьских осадков, относительно мягкий ход температур, обеспеченность пластическими веществами, накопленными растением после созревания и уборки плодов) почки пробуждаются как скороспелые, вследствие чего деревья цветут в пределах 20...27% от общего количества генеративных образований. При этом цветения на приросте текущего года не отмечается и, если сорта способны формировать генеративные почки на побегах,

они в следующую вегетацию могут компенсировать потерю общего количества цветковых почек, заложенных на кольчатках, копьецах и плодовых прутиках. Естественно, что второй урожай, вследствие дальнейшего снижения температуры и окончания вегетации растений не способен сформироваться до необходимых товарных и потребительских кондиций и не может использоваться.

Подобной картины не отмечено в период с 2010 по 2020 гг. у сорта 'Пинк Леди', 'Фуджи Кику 8', 'Голдраш', 'Криспин', 'Гренни Смитт', 'Голден Делишес', которые выведены в зонах, приблизительно сопоставимых с агроклиматическими условиями места проведения исследований.

Основываясь на этом можно сделать вывод, что, во-первых, избыток суммы температуры, активирующей развитие растений действует негативно на реализацию биологического потенциала продуктивности вследствие нарушения нормального цикла развития растений и отдельных его органов. Во-вторых, сорта местной селекции, либо полученные в зонах с приблизительно схожими по климату условиями, в меньшей степени могут испытывать стресс вследствие избытка или недостатка сумм температур, активирующих процессы вегетации растений.

Выводы

При определении степени адаптивности сорта к местным условиям выращивания необходимо принимать во внимание: температуру активации развития растений, инициирующей начало вегетации, суммы температур выше 10⁰С, необходимых для прохождения фенологических фаз вплоть до начала или завершения листопада.

Избыток сумм температуры, активирующей вегетацию, может действовать негативно на реализацию биологического потенциала продуктивности вследствие нарушения нормального цикла развития растений и отдельных его органов.

Сорта местной селекции, либо полученные в зонах с приблизительно схожими по климату условиями, в меньшей степени испытывают стресс от избытка или недостатка сумм температур в конкретных агроклиматических районах, активирующих процессы вегетации растений.

Список литературы

1. Албанов Н.С., Солдатов И.В. Фенологические наблюдения за интродуцированными формами и сортами алычи // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. – 2022. – № 7. – С. 40-50.
2. Иванченко В.И., Иванова М.И., Потанин Д.В., Замета О.Г. Влияние биометрических показателей подвойных и привойных сортов на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда // Виноградарство и виноделие. – 2022. – Т. 24. – № 2(120). – С. 112-118. – DOI: 10.35547/IM.2022.74.26.002.
3. Казиев М.Р.А., Шахмизоев Р.А. Фенология перспективных сортов яблони на слаборослых подвоях в Юго-Восточной предгорной подпровинции Республики Дагестан // Горное сельское хозяйство. – 2022. – № 6. – С. 68-74. – DOI: 10.25691/GSH.2022.6.010.
4. Коваленко Н.Н. Адаптивный потенциал Дальневосточного вида рода *Cerasus* mill. - *C. sachalinensis* (Fr. Schmidt) Komar. et Klob.-ALIS в связи с его интродукцией в Западную часть предгорной зоны Краснодарского края // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 49. – С. 157-160.
5. Корзин В.В., Месяц Н.В. Особенности фенологии сортов абрикоса в связи с изменяющимся климатом // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2019. – № 1(150). – С. 59-66. – DOI: 10.36305/2019-1-150-59-66.

6. Моксина Н.В., Герасимова О.А., Коломыцев М.В. Фенология летних сортов яблони в ботаническом саду им. ВС. М. Крутовского // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения : Сборник материалов по итогам Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 29 октября 2021 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2022. – С. 89-92.
7. Ренях М.В. Изменчивость наступления фенологических фаз у яблони в ботаническом саду им. ВС.М. Крутовского // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 3-2(117). – С. 46-50. – DOI: 10.23670/IRJ.2022.117.3.046.
8. Шахмирзоев Р.А. Фенология сортов яблони в агроклиматических условиях Юга-Дагестана // Экология и природопользование : Материалы Международной научно-практической конференции (Магас, 21-23 октября 2020 г.). – Магас: ООО "КЕП", 2020. – С. 463-469.
9. Ali Mohammed & Mir Mohammad & Mehraj Sheikh & Shah Immad. Implications of variable environments on phenology of apple (*Malus × domestica* Borkh.) in Northwestern Himalayan region // International Journal of Biometeorology. – 2022. – Vol. 66. – P.1-12. DOI: 10.1007/s00484-022-02250-0.
10. Bhattacharjee Panchaal & Warang Omkar & Das Susmita & Das Shubranil. Impact of Climate Change on Fruit Crops- A Review // Current World Environment. – 2022. – Vol. 17. – P. 319-330. DOI: 10.12944/CWE.17.2.4.
11. Chen Min. Acceleration of vegetation phenological changes // Global Change Biology. – 2022. – Vol. 28. DOI: 10.1111/gcb.16430.
12. Chitu Emil & Paltineanu Cristian. Timing of phenological stages for apple and pear trees under climate change in a temperate-continental climate // International Journal of Biometeorology. – 2020. – Vol. 64. DOI: 10.1007/s00484-020-01903-2
13. Delgado Delgado Alvaro & Egea Jose A & Luedeling Eike & Dapena Enrique. Agroclimatic requirements and phenological responses to climate change of local apple cultivars in northwestern Spain // Scientia Horticulturae. – 2021. – Vol. 283. – p.110093. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110093.
14. Delgado Delgado Alvaro & Quinet Muriel & Dapena Enrique. Analysis of the Variability of Floral and Pollen Traits in Apple Cultivars—Selecting Suitable Pollen Donors for Cider Apple Orchards // Agronomy. – 2021. – Vol. 11. DOI: 10.3390/agronomy11091717.
15. Drepper Bianca & Orshoven Jos & Gobin Anne & Remy Serge. Comparing Apple and Pear Phenology and Model Performance: What Seven Decades of Observations Reveal // Agronomy. – 2020. – Vol. 10. DOI: 10.3390/agronomy10010073.
16. El Yaacoubi Adnane & Nabil El Jaouhari & Bouriouh Mohamed & El Youssfi Lahcen & Cherroud Sanaa & Bouabid Rachid & Chaoui Mohamed & Abouabdillah Aziz. Potential vulnerability of Moroccan apple orchard to climate change-induced phenological perturbations: effects on yields and fruit quality // International Journal of Biometeorology. – 2019. – p. 64. DOI: 10.1007/s00484-019-01821-y.
17. Han Xirui & Chang Longbo & Wang Nan & Kong Weifu & Wang Chengguo. Effects of Meteorological Factors on Apple Yield Based on Multilinear Regression Analysis: A Case Study of Yantai Area, China // Atmosphere. – 2023. – Vol. 14. DOI: 10.3390/atmos14010183.
18. Havryliuk Oleksandr & Kondratenko T. & Mazur B. & Kutovenko Vira & Mazurenko Bohdan & Voitsekhivska O. & Dmytrenko Yuliia. Morphophysiological peculiarities of productivity formation in columnar apple varieties. – 2022. – No. 20. DOI: 10.15159/AR.22.007.

19. Liu Miao & Zhu Yaohui & Yang Hao & Pu Ruiliang & Qiu Chunxia & Zhao Fa & Han Shaoyu & Xu Weimeng & Meng Yang & Long Huiling & Guijun Yang. Prediction of apple first flowering date using daily land surface temperature spatio-temporal reconstruction and machine learning // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2022. – Vol. 202. DOI: 10.1016/j.compag.2022.107366.
20. Medda Silvia & Fadda Angela & Maurizio Mulas. Influence of Climate Change on Metabolism and Biological Characteristics in Perennial Woody Fruit Crops in the Mediterranean Environment // *Horticulturae*. – 2022. – Vol. 8. DOI: 10.3390/horticulturae8040273.
21. Piao Shilong & Liu Qiang & Chen Anping & Janssens Ivan & Fu Yongshuo & Dai Junhu & Liu Lingli & Lian Xu & Shen Miaogen & Zhu Xiaolin. Plant phenology and global climate change: Current progresses and challenges // *Global Change Biology*. – 2019. – Vol. 25. DOI: 10.1111/gcb.14619.
22. Pertille Rafael & Citadin Idemir & Oliveira Laise & Broch Jéssica & Kvitschal Marcus & Araujo Leonardo. The influence of temperature on the phenology of apple trees grown in mild winter regions of Brazil, based on long-term records // *Scientia Horticulturae*. – 2022. – Vol. 305. DOI: 111354. 10.1016/j.scienta.2022.111354.
23. Reeves Laura & Garratt M. & Fountain Michelle & Senapathi Deepa. Climate induced phenological shifts in pears – A crop of economic importance in the UK // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. – 2022. – Vol. 338. DOI: 10.1016/j.agee.2022.108109

Статья поступила в редакцию 12.02.2023 г.

Potantin D.V., Ivanova M.I. Features of the passage of organogenesis of apple cultivar depending on the conditions of the year for heat supply // *Bull. of the State Nikita Botan. Gard.* – 2023. – № 146 – P. 30-39

The research was carried out in the experimental apple orchard of the Institute "Agrotechnological Academy" in the period from 2010 to 2020 on 27 apple cultivar.

When determining the degree of adaptability of the variety to local growing conditions, it is necessary to take into account: the activation temperature of plant development, initiating the beginning of vegetation, the sum of temperatures above 10°C required for the passage of phenological phases until the beginning or completion of leaf fall. Excess amounts of temperature activating vegetation can have a negative effect on the realization of the biological potential of productivity due to disruption of the normal cycle of plant development and its individual organs. Cultivars of local breeding, or obtained in areas with approximately similar climatic conditions, are less stressed by excess or lack of temperature sums in specific agro-climatic areas that activate the processes of plant vegetation.

Key words: *fruit growing; adaptive gardening; apple; climate; organogenesis*