

УДК 634.11:631.559:551.50 (470.6)

UDC 634.11:631.559:551.50 (470.6)

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

General agriculture and crop production

**ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА
ФОРМИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОГО
УРОЖАЯ ЯБЛОНИ И ПРИЕМЫ ЕГО
ОПТИМИЗАЦИИ НА ЮГЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ
ЧАСТИ РОССИИ¹**

**INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON THE
FORMATION OF COMMERCIAL APPLE
CROPPES AND WAYS OF ITS OPTIMIZATION
IN THE SOUTH OF EUROPEAN PART OF
RUSSIA**

Дорошенко Татьяна Николаевна
доктор с.-х. наук, профессор
SPIN-код: 9682-1495

Doroshenko Tatyana Nikolaevna
Dr.Sci.Agr., professor
RSCI SPIN-code 9682-1495

Чумаков Сергей Семенович
доктор с.-х. наук, доцент
SPIN-код: 1785-8634

Chumakov Sergey Semenovich
Dr.Sci.Agr., professor
RSCI SPIN-code 1785-8634

Рязанова Людмила Георгиевна
кандидат с.-х. наук, доцент
SPIN-код: 1083-2877

Ryazanova Ludmila Georgievna
Cand.Agr.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code 1083-2877

Максименко Анатолий Петрович
доктор с.-х. наук
SPIN-код: 1565-0182

Maksimenko Anatoliy Petrovich
Dr.Sci.Agr., professor
RSCI SPIN-code 1565-0182

Ященко Сергей Алексеевич
аспирант кафедры плодородства
*Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

Iashenko Sergey Alexevich
postgraduate student
*Kuban State Agrarian University named after I.T.
Trubilin, Krasnodar, Russia*

Работа посвящена изучению характера влияния отдельных абиотических факторов южных территорий России на особенности формирования хозяйственного урожая яблони в смежные годы и обоснованию возможности корректировки хода этого процесса в неблагоприятных условиях среды. Исследования проведены в 2018-2019 годах, отличающихся проявлением погодных аномалий в летне-осенний период. Полевые опыты поставлены в хозяйствах прикубанской зоны садоводства на почвах, пригодных для закладки плодовых насаждений: черноземах выщелоченных и типичных. Изучены особенности развития растений яблони зимних сортов Кубанского багряного и Фуджи на подвое М9. В опытах предусмотрен вариант с использованием некорневой подкормки растений удобрением «Pomaset». Результативность формирования хозяйственного урожая яблони зависит от биологических особенностей используемого помологического сорта, а также температурного режима и условий увлажнения в течение периода вегетации растений. Почвенные условия не оказывают заметного влияния на ход этого процесса. Отмечена вероятность потери

The work is devoted to studying the nature of the influence of individual abiotic factors of the southern territories of Russia on the features of the formation of an economic apple yield in adjacent years and the justification of the possibility of adjusting the course of this process in adverse environmental conditions. The studies were carried out in 2018-2019, which are distinguished by the manifestation of weather anomalies in the summer-autumn period. Field experiments were performed at the farms of the Kuban horticultural zone on soils suitable for planting fruit stands: leached and typical chernozems. The features of the development of plants of apple trees of winter varieties Kuban crimson and Fuji on the stock M9 were studied. In the experiments, an option is provided using foliar treatment of plants with Pomaset fertilizer. The effectiveness of the formation of the economic apple crop depends on the biological characteristics of the used pomological variety, as well as the temperature and moisture conditions during the growing season of the plants. Soil conditions do not significantly affect the course of this process. The probability of losing the potential

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ и Администрации Краснодарского края (проект № 19-44230013)

потенциального урожая яблони на XII этапе органогенеза (предуборочное опадение) под влиянием абиотических стрессоров летнего периода: высоких температур воздуха и водного дефицита. При проявлении экстремально высоких температур воздуха в конце лета и на протяжении осенних месяцев зафиксировано существенное увеличение продолжительности вегетации различных (особенно сильнорослых) сортов яблони, обуславливающее смещение процесса дифференциации генеративных почек (III-IV этапов органогенеза) на более поздние сроки, и, как результат, - снижение потенциальной продуктивности растений в следующем сезоне. При проявлении аномальных погодных условий показана перспективность некорневой подкормки деревьев во второй половине вегетации удобрением «Pomaset» обеспечивающим оптимизацию плодоношения яблони в смежные годы. При этом урожай плодов в текущем году увеличивается на 9-14%, а в следующем сезоне – на 7-10% в сравнении с контрольными значениями

apple crop at the XII stage of organogenesis (pre-harvest decay) under the influence of abiotic summer stressors: high air temperatures and water deficiency is noted. With the manifestation of extremely high air temperatures in late summer and during the autumn months, a significant increase in the duration of vegetation of various (especially strong-growing) apple varieties was recorded, causing a shift in the process of differentiation of generative buds (stages III-IV of organogenesis) to a later date, and, as a result, - decrease in potential plant productivity in the next season. With the manifestation of abnormal weather conditions, the prospects of foliar treatment of trees in the second half of the growing season with Pomaset fertilizer, which optimizes the fruiting of the apple tree in adjacent years, are shown. At the same time, the fruit yield in the current year is increasing by 9-14%, and in the next season - by 7-10% in comparison with the control values

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, РАСТЕНИЯ, СОРТ, ТЕМПЕРАТУРА, ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ, РАЗВИТИЕ, УДОБРЕНИЕ, УРОЖАЙ, ФОРМИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ, СМЕЖНЫЕ ГОДЫ

Keywords: APPLE, PLANTS, VARIETY, TEMPERATURE, WATER SECURITY, DEVELOPMENT, FERTILIZER, YIELD, FORMING, OPTIMIZATION, BORDER YEARS

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-153-029>

Введение. Приоритетной проблемой современного садоводства является обеспечение его стабильного ведения в различных природных условиях. Ее решение весьма актуально и для южного региона Европейской части России – Краснодарского края, занимающего ведущее место по производству плодовой продукции. Однако и на этой территории, несмотря на благоприятные почвенно-климатические условия, урожайность основной культуры группы семечковых – яблони еще далека от потенциально возможной [7]. Существует множество причин этого несоответствия. Среди них – негативное влияние на растения различных экологических, в том числе климатических факторов.

«Настройка» растительного организма на естественные колебания факторов внешней среды осуществляется за счет постоянно протекающего адаптационного процесса [11]. При этом у растений он обеспечивается за счет физиологических механизмов.

Филогенез различных видов яблони (*Malus Mill.*), в том числе *Malus domestica Borkh.*, используемых на территории юга России, протекал в умеренных широтах, характеризующихся закономерными особенностями колебаний теплового режима погоды в годичном цикле (сменой сезонов года). В этих условиях у растений закрепился соответствующий ритм роста и развития [4].

Между тем периодически проявляемые (особенно на фоне изменений климата) абиотические стрессоры и иные температурные аномалии нарушают обычный ход этих процессов [3]. Отмечено, например, что дифференциация генеративных почек яблони (III-V этапы органогенеза, определяющие потенциальную продуктивность растений) в засушливое и теплое лето начинается раньше, чем в дождливое и холодное. Показано также, что неблагоприятные погодные условия могут нарушать нормальное генеративное развитие растений и на последующих этапах органогенеза [6]. Последнее сопряжено с потерей хозяйственного урожая и ослаблением стабильности плодоношения яблони. По мнению некоторых авторов [1], критическим периодом в реализации потенциальной продуктивности яблони является переход от цветения к завязыванию плодов (IX – X этапы органогенеза). Этот факт рекомендовано учитывать при подборе новых или наиболее комфортных районов и микрорайонов, обеспечивающих наиболее благоприятное протекание продукционного процесса у растений. Вместе с тем определена перспективность использования некоторых препаратов нового поколения для оптимизации плодоношения яблони в смежные сезоны [5, 12].

С учетом изложенного целью настоящих исследований явилось изучение характера влияния отдельных абиотических факторов южного региона России на особенности формирования хозяйственного урожая яблони в смежные годы и обоснование возможных приемов корректировки хода этого процесса при проявлении неблагоприятных условий среды.

Условия проведения опыта и методика исследований.

Исследования проведены в 2018-2019 годах, отличающихся проявлением погодных аномалий (рекордно высоких температур воздуха) в летне-осенний период. Полевые опыты поставлены в хозяйствах прикубанской зоны садоводства на почвах, пригодных для закладки плодовых насаждений: черноземах выщелоченных и типичных. Сады яблони заложены в 2006-2007 гг. по схеме 5,0 x 1,2-1,5 мхм.

Изучены растения яблони зимних сортов Кубанское багряное (среднерослые) и Фуджи (сильнорослые) на подвое М9. В опытах предусмотрен вариант с использованием некорневой подкормки деревьев удобрением «Romaset» (N - 4%; P₂O₅ – 22%; В – 1%; Zn – 1%; Мо -0,5%). Срок применения подкормки – вторая декада июля (в преддверии возможного проявления высоких температур воздуха и водного дефицита). Концентрация препарата – 0,3%. Агротехника ведения опытных насаждений соответствовала рекомендованной [9]. Повторность опытов – шестикратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка».

Учеты и наблюдения в опытных насаждениях осуществляли в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999). При определении этапов органогенеза яблони применяли материалы, изложенные в монографии И.С. Исаевой [6]. Содержание свободных индолилуксусной (ИУК) и абсцизовой (АБК) кислот в тканях растений яблони определяли методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» 104 Р [8]. Повторность анализов – двукратная.

Результаты исследований. Анализ метеорологических данных свидетельствует о том, что вторая половина периода вегетации 2018 года характеризовалась повышенными температурами воздуха: отклонение от среднемноголетних показателей составляло от 1,5 до 4,2 °С (рис.1).

Кроме того, количество выпавших в этот период осадков намного превысило норматив (рис.2). Последнее обусловило значительное повышение влажности корнеобитаемого слоя почвы к концу года (до 90-100% НВ, при норме 75-80% НВ).

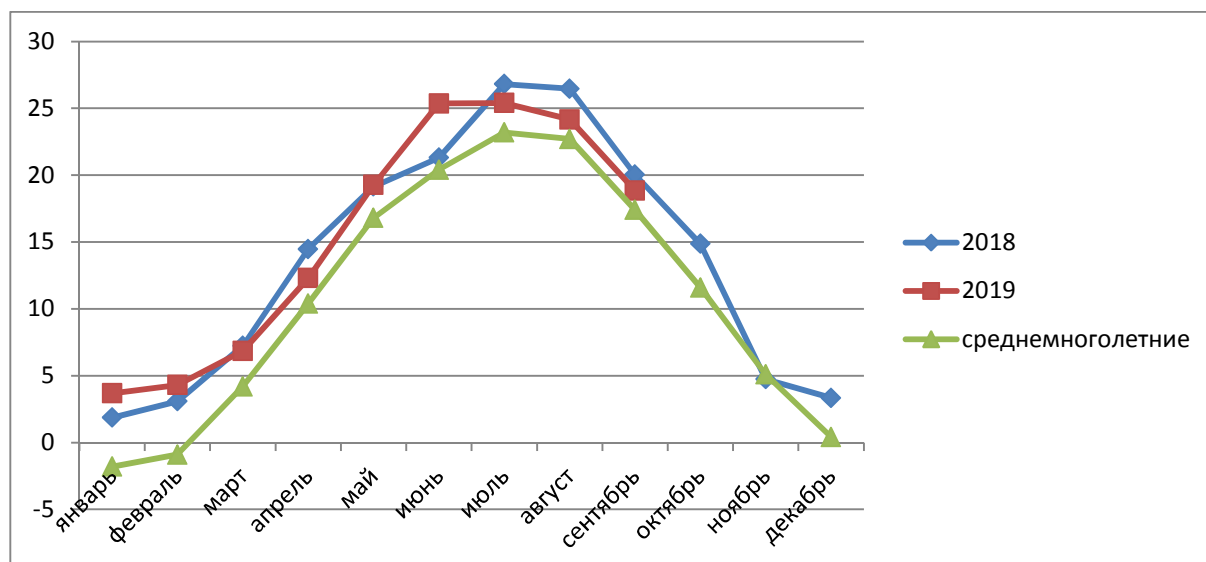


Рисунок 1– Динамика среднемесячной температуры воздуха в 2018-2019гг. в сравнении и со среднеголетними данными, °С (г. Краснодар)

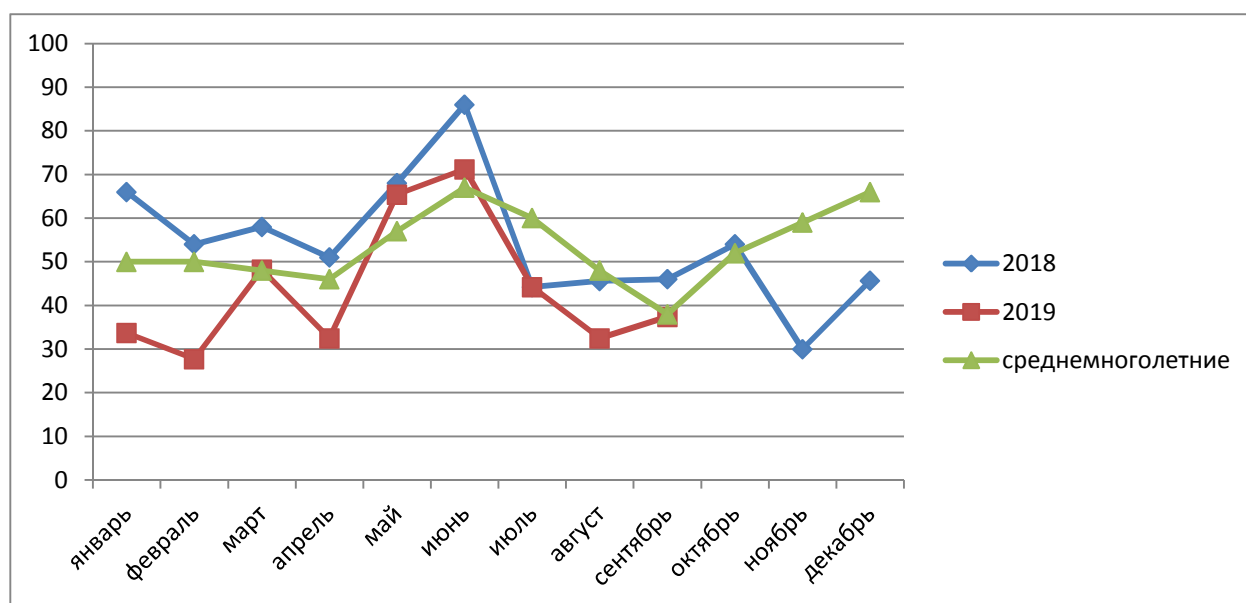


Рисунок 2– Изменение среднемесячного количества осадков в течение 2018-2019 гг. в сравнении со среднемноголетними данными, мм. (г. Краснодар)

Примечательно, что температурный фактор вносит определенную поправку к восприятию растениями фотопериода [2]. Осеннее сокращение дня является природным сигналом для подготовки растений к состоянию покоя. Она проявляется в изменении пигментного состава и сбрасывании листьев. Однако погодные аномалии, зафиксированные в конце лета – первой половине осени 2018 года, создали у растительных организмов «иллюзию» увеличения продолжительности длины дня (продолжения летнего сезона), что способствовало пролонгированию ростовой активности плодовых деревьев (увеличению продолжительности периода их вегетации). К этому следует добавить отмеченное в августе-октябре 2018 года увеличение количества солнечных часов и дней в сравнении со среднемноголетними показателями (рис. 3,4) [13].

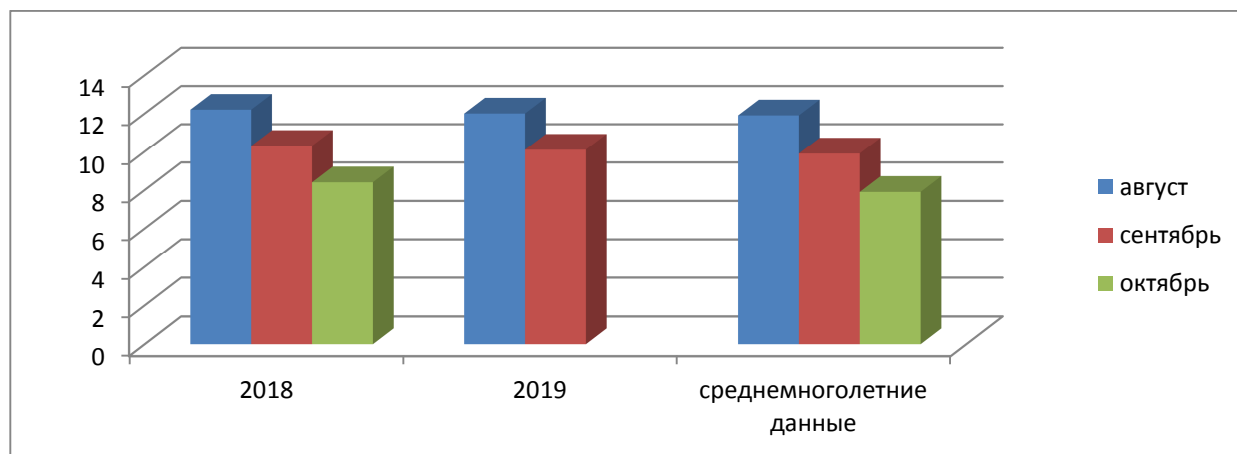


Рисунок 3– Среднесуточное количество солнечных часов в августе-октябре 2018-2019 гг. в сравнении со среднемноголетними данными (г. Краснодар) [13].

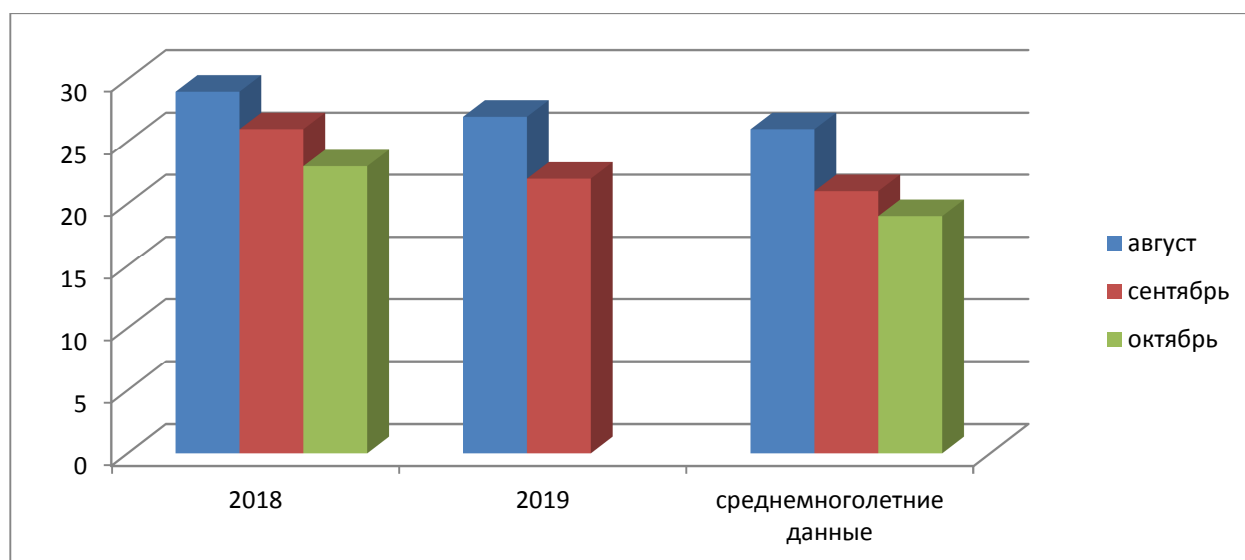


Рисунок 4 – Количество солнечных дней в августе-октябре 2018-2019 гг. в сравнении со среднемноголетними данными (г. Краснодар) [13].

Именно поэтому даже в начале зимы 2018 года в зоне контакта листового черешка и стебля (зоне формирования отделительного слоя) у растений яблони изучаемых сортов концентрация фитогормона стимулирующего действия ИУК значительно превосходила содержание ингибитора роста АБК: соотношение ИУК/АБК у сортов Кубанское багряное и Фуджи достигало 1,9-2,2 (табл. 1). Это и обусловило значительную задержку завершения фенофазы «листопад».

Таблица 1 – Биологические показатели растений яблони различных сортов в конце года с проявлением погодных аномалий в летне-осенний период (почва-чернозем выщелоченный; 26.12. 2018 г.)

Сорт	Содержание эндогенных фитогормонов в зоне контакта листового черешка и стебля, мг/кг		Опавшие листья, % от общего количества	Особенности развития генеративных почек	
	АБК	ИУК		Закладка, %	Этап
Кубанское багряное	0,75	1,40	50	25,0	III-IV
Фуджи	0,70	1,53	40	36,4	III-IV

Одним из негативных последствий данного явления стало заметное снижение оводненности различных органов растений, в том числе генеративных почек (на 14%). В специфических метеорологических

условиях 2018 года зафиксирована достаточно активная закладка цветковых почек. Вместе с тем отмечена существенная задержка их дальнейшей дифференциации. Даже в конце календарного года в экспериментах определялся лишь III, и в отдельных случаях - IV этапы органогенеза. В то же время, по определению некоторых авторов [6], III-IV этапы – своеобразный переход от вегетативного роста к генеративному развитию растений. В случае же резкого изменения внешних условий (а в нашем примере это аномально высокие температуры воздуха и переувлажнение почвы) процесс дифференциации может быть прерван. И только на V этапе органогенеза при формировании зачатков генеративных органов цветка этот процесс становится уже необратимым. Не случайно, по результатам наблюдений, на опытном участке, расположенном на черноземе выщелоченном, весной 2019 года зафиксировано значительное израстание соцветий, особенно у сорта яблони Фуджи (рисунок 5).



Рисунок 5 – Израстание соцветия яблони сорта Фуджи (апрель 2019 г.)

Данное явление было связано со столь же значительным уменьшением количества соцветий на деревьях (балл цветения – не более 3,0-3,5) и ухудшением процесса завязывания плодов, а в результате – с существенной потерей потенциального урожая яблони в 2019 году.

Сходные результаты получены и при изучении особенностей формирования хозяйственного урожая у сортов яблони Кубанское багряное и Фуджи (подвой М 9) на почве с иными характеристиками – черноземе типичном (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние некорневой обработки* препаратом «Pomaset» на особенности генеративной деятельности растений яблони различных сортов в смежные годы с проявлением погодных аномалий в летне-осенний период (почва – чернозем типичный, 2018-2019 гг.)

Сорт	Вариант обработки	2018 г.		2019 г.		
		Предуборочное опадение плодов, %	Урожай плодов, кг/дерево	Количество соцветий, шт/дерево 28.04	Завязывание плодов, % 06.05	Урожай плодов, кг/дерево
Кубанское багряное	Контроль	19,3	13,0	42,4	81,7	11,8
Кубанское багряное	Pomaset	13,4	14,8	55,0	90,5	12,6
НСР ₀₅		-	1,1	5,2	-	0,6
Фуджи	Контроль	10,5	14,8	15,0	34,4	2,9
Фуджи	Pomaset	8,8	16,2	19,5	39,0	3,2
НСР ₀₅		-	1,2	3,5	-	0,2

* Обработка проведена в июле 2018 г.

Как известно, редукция элементов продуктивности яблони на XII этапе органогенеза выражается в предуборочном опадении плодов [6]. На фоне значительного увеличения температуры воздуха и водного дефицита во второй половине летнего периода 2018-2019 годов (см. рис.1 и 2) этот показатель у растений яблони Кубанское багряное и Фуджи был достаточно высок и изменялся в диапазоне от 10,5 до 19,3 %. Тем не менее, по нашим данным, процесс предуборочного опадения плодов может быть ослаблен при использовании такого препарата как «Pomaset».

Можно предположить, что в случае применения этого удобрения в преддверии проявления климатических стрессоров летнего периода, благодаря наличию в его составе фосфора и некоторых микроэлементов (В, Zn, Mo), возможна активизация переноса и трансформации химической энергии, обуславливающих стимулирование формирования плодов, а в результате – увеличение хозяйственного урожая [10]. В наших

экспериментах урожай плодов в вариантах с применением удобрения «Pomaset» повышался в год его использования в зависимости от сорта на 9-14%. Более того, исходя из представленных данных, даже в неблагоприятных для развития генеративных почек яблони условиях препарат «Pomaset», обладая, по-видимому, пролонгированным сроком действия, оптимизировал прохождение VI-VIII этапов органогенеза, связанных с формированием жизнеспособных генеративных органов цветка. В дальнейшем это привело к повышению эффективности оплодотворения, снижению осыпания завязей и увеличению хозяйственного урожая следующего сезона. В справедливости данного заключения нас убеждают представленные в таблице 2 результаты. Под влиянием некорневой подкормки растений удобрением «Pomaset», проведенной во второй половине периода вегетации 2018 года, в 2019 году количество соцветий на дереве увеличилось на 30 %, завязывание плодов – на 11-13, а урожай – на 7-10 % в сравнении с контрольными значениями.

Выводы. Результативность формирования хозяйственного урожая яблони зависит от биологических особенностей используемого помологического сорта, а также температурного режима и условий увлажнения в течение периода вегетации растений. Почвенные условия не оказывают заметного влияния на ход этого процесса. Отмечена вероятность потери потенциального урожая яблони на XII этапе органогенеза (предуборочное опадение) под влиянием абиотических стрессоров летнего периода: высоких температур воздуха и водного дефицита. При проявлении экстремально высоких температур воздуха в конце лета и на протяжении осенних месяцев зафиксировано существенное увеличение продолжительности вегетации различных (особенно сильнорослых) сортов яблони, обуславливающее смещение процесса дифференциации генеративных почек (III-IV этапов органогенеза) на более поздние сроки, и, как результат, – снижение потенциальной

продуктивности растений. При проявлении аномальных погодных условий показана перспективность некорневой подкормки деревьев во второй половине вегетации удобрением «Pomaset» обеспечивающим оптимизацию плодоношения яблони в смежные годы. При этом урожай плодов в текущем году увеличивается на 9-14%, а в следующем сезоне – на 7-10% в сравнении с контрольными значениями.

Список литературы

1. Бунцевич Л.Л. Морфофизиологические особенности формирования урожайности яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.). – Краснодар, 2012. – 107 с
2. Горышина Т.К. Экология растений: Учебное пособие / Т.К.Горышина. – М.: Высш. школа, 1979. – 125 с.
3. Гегечкори Б.С. Ресурсосберегающий способ орошения обоснование режима полива /Оценка и пути реализации биологического потенциала садовых растений на юге России : сб.науч. трудов. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – С.85-92
4. Дорошенко Т.Н. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России / Т.Н. Дорошенко, Н.В. Захарчук, Л.Г. Рязанова: монография. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – 123 с.
5. Дорошенко Т.Н. Приемы регуляции роста и развития растений яблони на юге России при действии высоких температур летне-осеннего периода/ Т.Н. Дорошенко, Л.Г. Рязанова // Субтропическое декоративное садоводство: сб. науч. тр./ Сочи: ФГБНУ ВНИИЦиСК, 2019. – Вып.68. – С.164-170
6. Исаева И.С. Продуктивность яблони (процесс формирования) / И.С. Исаева. – М.: Изд-во МГУ, 2009. – 149с.
7. Кудрявец Р.П. Продуктивность яблони /Р.П. Кудрявец. - М.: Агропромиздат, 1987.-303с.
8. Современные инструментально-аналитические методы исследований плодовых культур и винограда. Учебно-методическое пособие / под общей редакцией Н.И. Ненько. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. – 115 с.
9. Система земледелия в садоводстве и виноградарстве Краснодарского края /Под общей ред. Е.А. Егорова.-Краснодар: ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2015. – 241 с.
10. Шеуджен А.Х. Биогеохимия. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003. – 1028с.
11. Якушкина Н.И. Физиология растений: учебник для вузов / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. – М.: Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2005. – 467 с.
12. Management capabilities of gntrative development of apple trees /T.N. Doroshenko, S.S. Chumakov, D.V. Macsimsov et al. /International Journal of Green Pharmace (IJGP) – 896/July – Sep2017 suppl / 157 (<http://www.greenpharmace.info/index.php/ijdp/article/view/1120>).
13. <http://www.solarhome.ru>

References

1. Bunceovich L.L. Morfofiziologicheskie osobennosti formirovaniya urozhajnosti yabloni domashnej (*Malus domestica* Borkh.). – Krasnodar, 2012. – 107 s
2. Goryshina T.K. Ekologiya rastenij: Uchebnoe posobie / T.K.Goryshina. – M.: Vyssh. shkola, 1979. – 125 s.
3. Gegechkori B.S. Resursosberegayushchij sposob orosheniya o obosnovanie rezhima poliva /Ocenka i puti realizacii biologicheskogo potentsiala sadovyh rastenij na yuge Ros-sii : sb.nauch. trudov. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – S.85-92
4. Doroshenko T.N. Adaptivnyj potencial plodovyh rastenij yuga Rossii / T.N. Doroshenko, N.V. Zaharchuk, L.G. Ryazanova: monografiya. – Krasnodar: Prosvyashchenie-YUg, 2010. – 123 s.
5. Doroshenko T.N. Priemy regulyacii rosta i razvitiya rastenij yabloni na yuge Rossii pri dejstvii vysokih temperatur letne-osennego perioda/ T.N. Doroshenko, L.G. Ryazanova // Subtropicheskoe dekorativnoe sadovodstvo: sb. nauch. tr./ Sochi: FGBNU VNIICiSK, 2019. – Vyp.68. – S.164-170
6. Isaeva I.S. Produktivnost' yabloni (process formirovaniya) / I.S. Isaeva. – M.: Izd-vo MGU, 2009. – 149s.
7. Kudryavec R.P. Produktivnost' yabloni /R.P. Kudryavec. - M.: Agropromizdat, 1987.-303s.
8. Sovremennye instrumental'no-analiticheskie metody issledovanij plodovyh kul'tur i vinograda. Uchebno-metodicheskoe posobie / pod obshchej redakciej N.I. Nen'ko. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2015. – 115 s.
9. Sistema zemledeliya v sadovodstve i vinogradarstve Krasnodarskogo kraja /Pod obshchej red. E.A. Egorova.-Krasnodar: FGBNU SKZNIISiV, 2015. – 241 s.
10. Sheudzhen A.H. Biogeohimiya. – Majkop: GURIPP «Adygeya», 2003. – 1028s.
11. Yakushkina N.I. Fiziologiya rastenij: uchebnik dlya vuzov / N.I. Yakushkina, E.YU. Bahtenko. – M.: Gumanitar. Izd. Centr VLADOS, 2005. – 467 s.
12. Management capabilities of gtntrative development of apple trees /T.N. Doroshenko, S.S. Chumakov, D.V. Macsimsov et al. /International Journal of Green Pharmace (IJGP) – 896/July – Sep2017 suppl / 157 (<http://www.greenpharmace. Info /index.php/ijdp/article /view/1120>).
13. <http://www.solarhome.ru>