

УДК 631.527:634.11:551.50

ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ ЛЕТНЕГО СРОКА СОЗРЕВАНИЯ СЕЛЕКЦИИ НБС-ННЦ, И ФАКТОРЫ ЕЕ ФОРМИРУЮЩИЕ

Эдем Фахриевич Челебиев, Усков Максим Константинович,
Эрфан Сиранович Халилов

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52
E-mail: edem_chelebiev@mail.ru

В статье представлены результаты исследования продуктивности новых сортов яблони летнего срока созревания и факторы ее формирующие. На основании многолетнего мониторинга проанализированы климатические условия произрастания от начала цветения (апрель) до съема урожая (август). Изучена степень цветения сортов и форм яблони, показатели массы плода, восприимчивость к поражению паршой и мучнистой росой. Выявлено, что селекционные формы 1-32-87 и 3-6 превосходят контрольный сорт Мантет по показателю урожайности. На основании корреляционного анализа определены наиболее существенные факторы, оказывающие влияние на формирование урожайности: максимальная температура воздуха в июле – от 0,565 до 0,775. Определено, что для летних сортов яблони наибольшее влияние оказывают следующие факторы: количество осадков в мае ($r = 0,55-0,65$), июле (0,51) и августе ($r = 0,58-0,63$); количество плодов на дереве ($r = 0,95-0,98$); степень цветения ($r = 0,62-0,72$). Уравнения множественной регрессии, имеют различную степень достоверности (от 73,2% – Мантет, до 98,4% – гибридная форма 3-6), что свидетельствует о наличии дополнительных факторов влияющих на урожайность образцов.

Ключевые слова: сорт; яблоня; климатические факторы; урожайность, продуктивность, корреляция

Введение

Продуктивность яблони – способность давать урожай, зависит от комплекса климатических факторов, таких как температура, количество осадков, солнечный свет и перепады температур. Неблагоприятные условия, такие как сильные морозы, засуха или избыток влаги, а также болезни и вредители, могут негативно повлиять на урожайность.

Результативность формирования хозяйственного урожая яблони зависит от биологических особенностей используемого помологического сорта, а также температурного режима и условий увлажнения в течение периода вегетации растений [3, 12].

Одной из главных проблем современного садоводства является получение стабильного прогнозируемого урожая в различных климатических условиях. Решение данной проблемы весьма актуально для юга России – ведущего производителя плодовой продукции в стране.

Однако периодическое воздействие абиотических стрессоров, особенно на фоне климатических изменений, а также иные температурные аномалии нарушают нормальное протекание ритмов роста и развития растений [2].

Разные сорта обладают неодинаковым потенциалом плодоношения и скороплодностью. Некоторые сорта плодоносят ежегодно, другие – через год. Важно выбирать сорта, адаптированные к местным климатическим условиям [9].

Экспериментально подтверждено, что дифференциация генеративных почек яблони (стадии III-V органогенеза, критически важные для определения потенциальной продуктивности) в условиях засушливого и теплого лета инициируется раньше, чем в холодный и дождливый сезон. Известно, что неблагоприятные погодные условия способны вызывать нарушения нормального репродуктивного (генеративного) развития

растений и на последующих этапах органогенеза [6], что приводит к значительному снижению хозяйственного урожая и дестабилизации плодоношения яблони. Согласно ряду исследований [1], критическим периодом для реализации потенциальной продуктивности яблони является фаза перехода от цветения к плодообразованию (стадии IX-X органогенеза). Деревья яблони нуждаются в достаточном количестве влаги, особенно в период активного роста и формирования плодов. Недостаток или избыток влаги может привести к снижению урожайности. Данный фактор необходимо учитывать при селекции новых или идентификации оптимальных регионов и микрорайонов, обеспечивающих максимально благоприятные условия для продукционного процесса [3, 13].

Таким образом целью настоящего исследования являлось определение влияния климатических и отдельных биотических (заболевания паршой и мучнистой росой) факторов предгорной зоны Крыма на особенности формирования урожая плодов яблони перспективных селекционных форм – 1-32-87 и 3-6, а также построение прогнозных моделей урожайности исследуемых образцов.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись: один районированный сорт яблони Мантет и две перспективные селекционные формы 1-32-87, 3-6. Сад заложен в 2013 г. однолетними саженцами, подвой – ЕМ.ІХ, схема посадки 4,0х1,5 м. Для анализа использованы данные метеопоста ФГБУН «НБС–ННЦ» (с. Маленькое). В период вегетации учитывались: минимальная температура, средняя температура и максимальная температура каждого месяца, сумма активных температур выше 10°C на конец месяца, сумма осадков с 1 января ежемесячно, осадки по месяцам, среднемесячная влажность воздуха. Все учеты и наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми методиками [7-10]. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по Доспехову [5] с помощью корреляционного анализа и встроенных функций компьютерной программы «Microsoft Excel 2019» и «STATISTICA 12».

Результаты исследования

Погодные условия периода вегетации напрямую влияют на раскрытие биологического потенциала плодовых растений, так как они регулируют фазы развития (вегетация, цветение, плодоношение), влияют на фотосинтез и накопление питательных веществ, определяют условия опыления и оплодотворения, а также устойчивость к вредителям и болезням. Оптимальные погодные условия – например, достаточная влажность, умеренная температура и солнечное освещение – способствуют более полному раскрытию генетического потенциала растения и повышению урожайности.

Согласно многолетним метеоданным за 2014-2024 гг. (табл. 1) в среднем за 11 лет минимальная температура апреля составила -0,5°C, в данный календарный месяц у большинства сортов яблони начинается период цветения. Отрицательные температуры отрицательно сказываются на массовом цветении, в отдельные годы повреждается свыше 90...95% цветков, что значительно снижает урожай плодов.

Сумма активных температур выше 10°C на конец месяца демонстрирует интенсивное теплонакопление: от 248,1°C в апреле до 2700,2°C в августе, что свидетельствует о высокой теплообеспеченности на период созревания.

Среднемесячная относительная влажность воздуха (%) варьирует в сравнительно узком диапазоне (68,9-75,2%). Наблюдается тенденция к постепенному уменьшению данного показателя в течение периода: от максимальных значений в мае (75,2%) к минимальным в августе (68,9%), что коррелирует с ростом температурного фона.

Таким образом климат Предгорного Крыма характеризуется выраженным континентальным влиянием: интенсивный прогрев тропосферы в июне-июле, сопровождающийся экстремальными температурными максимумами ($>36^{\circ}\text{C}$) и июньским максимумом конвективных осадков. Высокие значения суммы эффективных температур ($>2700^{\circ}\text{C}$ на конец августа-начало сентября) указывают на благоприятные термические условия для развития теплолюбивых сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

Характеристика погодных условий периода исследований (2014-2024 гг.)

Показатель	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Минимальная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	-0,5	5,1	11,2	13,0	11,8
Средняя температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	10,6	15,9	20,8	23,4	23,2
Максимальная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	26,2	28,7	33,5	36,6	36,2
Сумма активных температур выше 10°C	248,1	703,9	1320,6	2027,0	2700,2
Сумма осадков атмосферных осадков, мм	167,3	217,0	322,2	391,7	444,6
Атмосферные осадки, мм	48,4	49,8	105,2	69,5	52,9
Среднемесячная влажность воздуха, %	73,1	75,2	74,9	70,0	68,9

В связке климат – адаптивные способности сорта возможно раскрытие биологического потенциала генотипа. Для изучаемых образцов рассматривались показатели фенологических фаз начала и конца цветения, степени цветения (балл), поражение паршой и мучнистой росой яблони (балл), масса плода, урожайность (рис. 1).

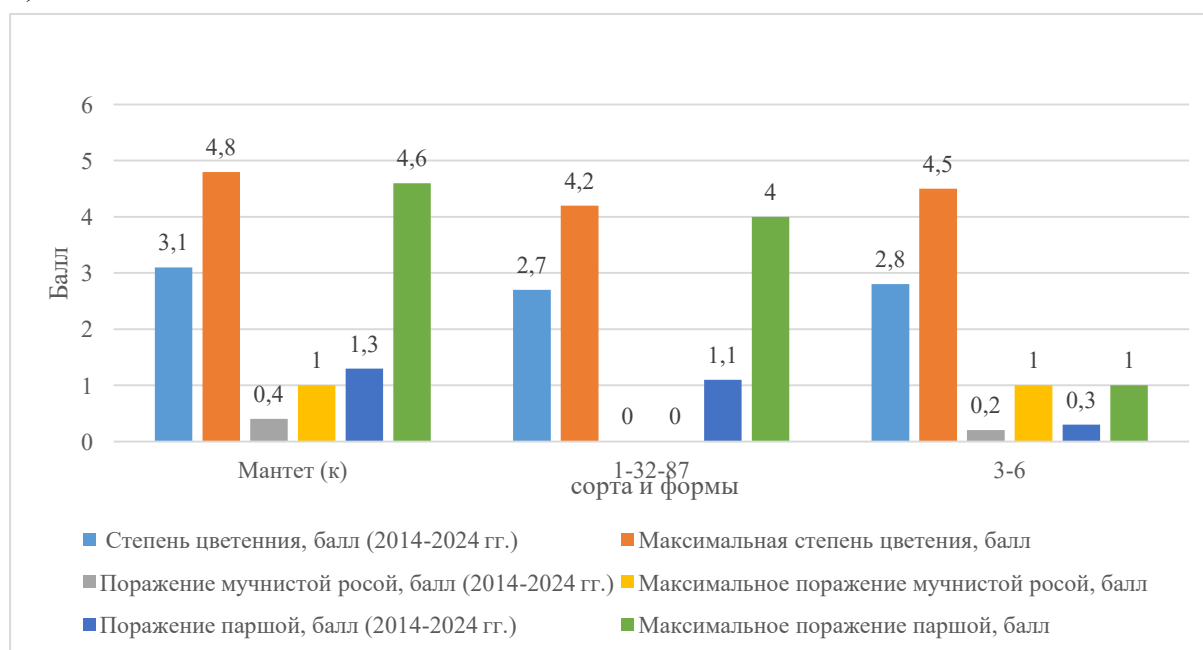


Рис. 1 Хозяйственно-ценные признаки сортов и форм яблони, 2014-2024 гг.

За период наблюдения (11 лет) цветение сорта Мантет отмечено с 21.04 по 02.05, что является средним сроком цветения в условиях Крыма. Степень цветения варьировала от 1,0 балла в 2023 до 4,8 в 2015 г. В среднем данный показатель составил 3,1 балла. Поражаемость паршой составляла от 0 до 2,0 баллов, за исключением эпифитотийного 2023 г., когда степень повреждения достигла 4,6 баллов. Мучнистой росой поражение не превышало 1,0 бала.

Сила цветения селекционной формы 1-32-87 с 2015 по 2024 г. включительно цвела на 2,7 балла, в средние календарные сроки (24.04-04.05). Поражение паршой в среднем за годы исследования составило 1,1 балла. Максимальная степень развития заболевания отмечена в 2023 г. – 4,0 бала, что свидетельствует о потенциальной восприимчивости данной селекционной формы к возбудителю болезни. Мучнистой росой в изучаемые годы не поражался.

Форма 3-6 в среднем за 11 лет показала низкое поражение паршой (в среднем 0,3 балла, максимальное – 1) и мучнистой росой (в среднем 0,2 балла, максимальное – 1).

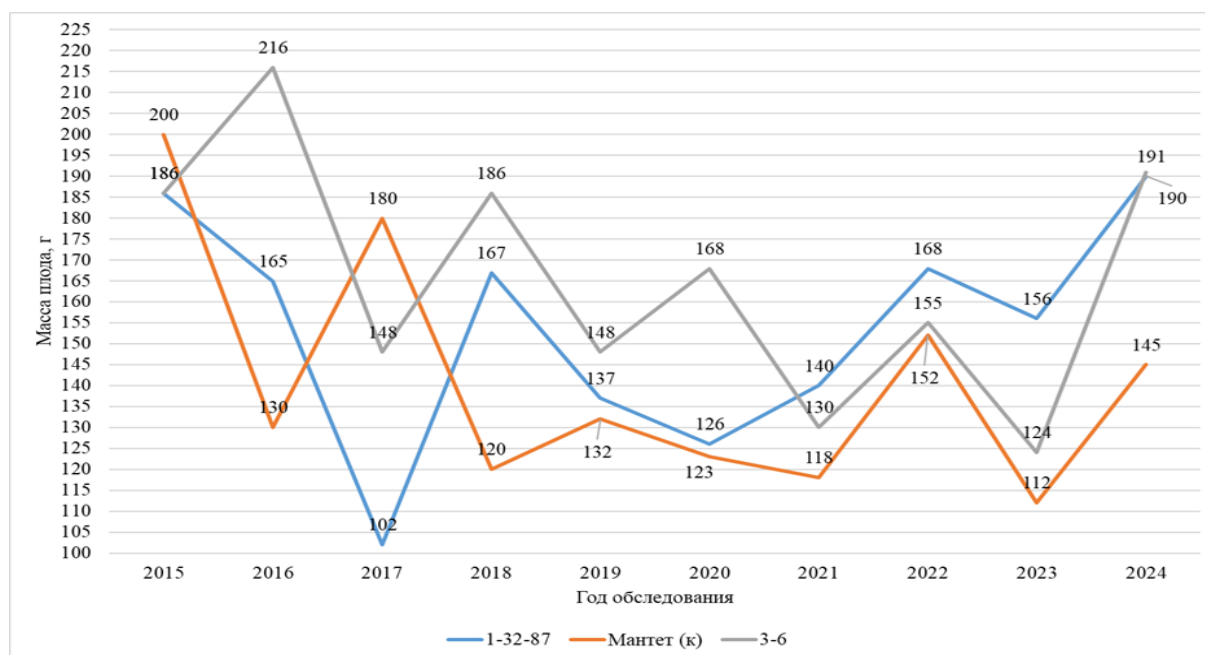


Рис. 2 Масса плода сортов и форм яблони, г (2015-2024 гг.)

По срокам цветения данный образец относится в среднецветущую группу. Степень цветения составила 2,8 балла, максимальная – 4,5. Поражение основными заболеваниями яблони не превышало 1 балла.

Масса плода является важным качеством при выборе сорта для промышленного выращивания. Данный признак обусловлен как генетически, так и условиями выращивания. Результаты изучения массы плода представлен на рисунке 2.

Средняя масса плода контрольного сорта Мантет за исследуемый период составила 141,2 г. (максимальная – 200 г.). Селекционные формы 1-32-87 и 3-6 превосходили контрольный сорт по данному признаку – 165,2 и 154 г. соответственно.

На ряду с качеством плодов, урожайность является одним из наиболее важных показателей для производителя плодовых культур. Данный признак обусловлен генетически, но сильно подвержен влиянию внешних факторов произрастания. В период исследований урожайность варьировала в зависимости от сорта и условий вегетации от 1,2 т/га до 37,0 т/га (рис. 3).

Средняя урожайность в период исследований контрольного сорта Мантет составила 10,82 т/га, селекционной формы 3-6 – 12,75 т/га, 1-323-87 – 12,69 т/га.

На основании проведенных исследований определено, что селекционные формы 1-32-87 и 3-6 превосходят контроль (сорт Мантет) по признаку массы плода и урожайности, что позволяет их рекомендовать для прохождения государственного сортоиспытания и промышленного выращивания.

В результате расчета парной корреляции выявлено, что факторы окружающей среды в разной степени влияет на разные сорта (табл. 2). Такая изменчивость влияния внешних факторов среды на урожайность обоснована биологическими и генетическими различиями изучаемых сортов, и указывает на адаптационные возможности растений.

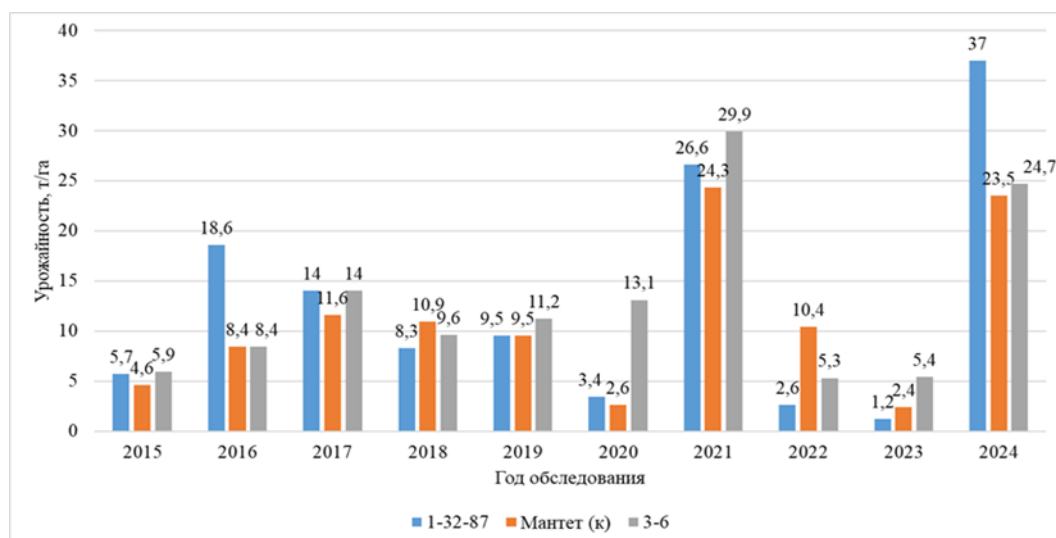


Рис. 3 Урожайность сортов и форм яблони, т/га (2015-2024 гг.)

У всех изучаемых образцов отмечены тенденции влияния минимальных температур в апреле и мае на урожайность (от 0,049 до 0,460). Данный временной период совпадает с прохождением фаз начала, массового, конца цветения и начала образования завязи.

Отмечены тенденции влияния минимальных температур в июне –0,288 до 0,469 (период активного роста плодов и формирования химического состава).

Выявлена, достоверная положительная связь максимальной температуры воздуха в июле для селекционной формы 3-6 – 0,776, при $r \geq 0,632$, ($n = 10$). У контрольного сорта Мантет и селекционной формы 1-32-87 корреляция составила от 0,565 до 0,580.

Определена достаточно высокая степень связи урожайности контрольного сорта Мантет с осадками (мм) в мае – 0,653 (период конец цветения – образования завязи) и августе – 0,653 (активный рост и созревание). Для селекционной формы 1-32-87 степень корреляции в аналогичные периоды составила 0,549 и 0,575. На образец -3,6 данный фактор существенно не влиял.

Таблица 2
Корреляция урожайности яблони с метеорологическими факторами, при $r \geq 0,632$, ($n = 10$)

Фактор		Корреляция урожайности		
		Мантет (к)	3-6	1-32-87
Минимальная температура воздуха, °C	Апрель	0,047	0,059	0,337
	Май	-0,045	-0,457	0,305
	Июнь	0,199	0,006	0,430
	Июль	-0,027	-0,212	0,012
	Август	0,310	0,101	0,211
Средняя температура воздуха, °C	Апрель	0,344	0,163	0,460
	Май	0,139	0,049	0,241
	Июнь	0,398	0,288	0,469
	Июль	0,324	0,345	0,300
	Август	0,177	0,005	0,221

Продолжение таблицы 2				
Максимальная температура воздуха, °C	Апрель	0,190	0,006	0,243
	Май	0,239	-0,044	0,082
	Июнь	-0,012	0,017	0,072
	Июль	0,580	0,775	0,565
	Август	0,339	0,457	0,145
Сумма активных температур выше 10 °C	Апрель	0,248	0,189	0,296
	Май	0,120	0,081	0,186
	Июнь	0,217	0,150	0,273
	Июль	0,232	0,177	0,286
	Август	0,321	0,201	0,336
Сумма осадков атмосферных осадков, мм	Апрель	0,086	-0,083	-0,306
	Май	0,356	0,307	-0,034
	Июнь	0,319	0,286	-0,022
	Июль	0,479	0,427	-0,026
Атмосферные осадки, мм	Апрель	0,256	-0,047	-0,230
	Май	0,653	0,549	0,230
	Июнь	0,088	0,215	-0,006
	Июль	0,451	0,510	-0,017
	Август	0,633	0,575	0,250
Среднемесячная влажность воздуха, %	Апрель	0,424	0,096	0,030
	Май	-0,159	0,387	0,234
	Июнь	-0,072	0,251	-0,076
	Июль	-0,017	0,154	-0,315
	Август	0,022	0,466	0,023
Количество плодов, шт.		0,979	0,953	0,966
Цветение, дата	Начало	-0,005	0,016	-0,263
	Конец	-0,024	0,082	-0,353
Цветение, балл		0,615	0,698	0,715
Парша, балл		-0,287	-0,215	0,032
Мучнистая роса, балл		-0,524	-	-0,459

Отмечено влияние степени цветения на урожайность (0,615-0,715). Для всех изучаемых образцов прямое положительное влияние отмечено с признаком количества плодов, от 0,953 до 0,979. С увеличением количества плодов, возрастает и урожайность.

Для каждого образца были построены уравнения множественной регрессии между урожайностью, абиотическими и биотическими факторами среды. Важно отметить, что для данных генотипов характерно среднедолголетнее единичное поражение паршой и мучнистой росой, поэтому влияние данных факторов не учитывалось.

Уравнения множественной регрессии по исследуемым образцам имеют следующий вид:

1. **Мантет (к).** Уравнение регрессии выглядит следующим образом: $Y = -211,478 + 1,278v_3 - 1,967v_8 + 0,941v_{10} + 0,659v_{12} + 1,817v_{14} + 1,471v_{15} + 0,034v_{20} + 0,058v_{36} + 2,230v_{40}$, где Y – урожайность, т/га; v_3 – минимальная температура июня, °C; v_8 – средняя температура июня, °C; v_{10} – средняя температура августа, °C; v_{12} – максимальная температура мая, °C; v_{14} – максимальная температура июля, °C; v_{15} – максимальная температура августа, °C; v_{20} – сумма активных температур выше 10°C на конец августа, °C; v_{36} – средняя масса плода (г), v_{40} – балл цветения. Средняя точность для 11 лет 73,2%.

2. **3-6.** Уравнение регрессии выглядит следующим образом: $Y = -38,372 + 0,202v_1 - 0,265v_2 - 0,416v_7 - 1,218v_{12} + 0,036v_{20} - 0,023v_{21} + 0,510v_{33} - 0,410v_{34} - 0,164v_{36} + 6,778v_{40}$, где Y – урожайность (т/га), v_1 – минимальная

температура апреля, v_2 – минимальная температура мая ($^{\circ}\text{C}$), v_7 – средняя температура мая ($^{\circ}\text{C}$), v_{12} – максимальная температура мая ($^{\circ}\text{C}$), v_{20} – сумма активных температур выше 10°C на конец августа, v_{21} – сумма осадков с 1 января на конец апреля (мм), v_{33} – среднемесячная влажность воздуха июня (%), v_{34} – среднемесячная влажность воздуха июля (%), v_{36} – средняя масса плода (г), v_{40} – балл цветения. Средняя точность расчета для 11 лет составила 98,4%.

3. **1-32-87.** Уравнение регрессии выглядит следующим образом: $Y = -113,904 + 2,966v_9 - 1,409v_{12} - 0,375v_{14} + 0,030v_{20} + 0,015v_{27} + 0,068v_{28} + 0,122v_{30} - 0,089v_{34} + 8,371v_{40}$, где Y – урожайность, т/га; v_9 – средняя температура июля, $^{\circ}\text{C}$; v_{12} – максимальная температура мая, $^{\circ}\text{C}$; v_{14} – максимальная температура июля, $^{\circ}\text{C}$; v_{20} – сумма активных температур выше 10°C на конец августа, $^{\circ}\text{C}$; v_{27} – осадки в мае, мм; v_{28} – осадки в июне, мм; v_{30} – осадки в августе, мм; v_{34} – среднемесячная влажность воздуха в июле, %; v_{40} – степень цветения, балл. Средняя точность расчета для 10 лет составила 91,9%.

Выводы

На основании проведенных исследований определено, что селекционные формы 1-32-87 и 3-6 превосходят контроль (сорт Мантет) по массе плода и урожайности, что позволяет их рекомендовать для прохождения государственного сортоиспытания и промышленного выращивания.

Выявлено влияние погодных условий в период вегетации на продуктивность трёх образцов: контрольного сорта Мантет и селекционных форм 1-32-87 и 3-6.

Определены наиболее значимые факторы, влияющие на урожайность сортов и форм яблони летнего срока созревания: максимальная температура июля ($r = 0,57-0,78$), количество осадков в мае ($r = 0,55-0,65$), июле (0,51) и августе ($r = 0,58-0,63$); количество плодов на дереве ($r = 0,95-0,98$); степень цветения ($r = 0,62-0,72$).

Урожайность у изученных сортов яблони была нестабильна и имела сортовые различия. Высокая урожайность отмечена у селекционной формы 1-32-87 – 37,0 т/га.

Погодные условия 2023 г. способствовали массовому развитию парши, что негативно сказалось на урожайности сортов и селекционных форм.

Уравнения множественной регрессии, описывающие сортовые особенности формирования урожайности, при проверке подстановкой в них фактических значений имеют различную степень достоверности (от 73,2% – Мантет, до 98,4% – 3-6), что свидетельствует о наличии дополнительных факторов влияющих на урожайность образцов. Нахождение таких факторов повысит достоверность прогноза урожайности.

Список литературы

1. Бунцевич Л.Л. Морфофизиологические особенности формирования урожайности яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.). – Краснодар, 2012. – 107 с.
2. Гегечкори Б.С. Ресурсосберегающий способ орошения и обоснование режима полива / Оценка и пути реализации биологического потенциала садовых растений на юге России: сб. науч. трудов. – Краснодар: Куб ГАУ, 2015. – С.85-92.
3. Дорошенко Т.Н. Влияние абиотических факторов на формирование хозяйственного урожая яблони и приемы его оптимизации на юге Европейской части России // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 153. – С. 285-296. DOI: 10.21515/1990-4665-153-029. EDN MDOWMB.
4. Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г. Приемы регуляции роста и развития растений яблони на юге России при действии высоких температур летне-осеннего периода // Субтропическое декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ФГБНУ ВНИИЦ и СК, 2019. – Вып.68. – С.164-170.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Альянс, 2014. – 352 с.

6. Исаева И.С. Продуктивность яблони (процесс формирования). – М.: Изд-во МГУ, 2009. – 149 с.

7. Казиев М.-Р.А., Шахмирзоев Р.А., Алиев Т.Г.-Г. Особенности прохождения фенологических фаз развития яблони в условиях предгорий Дагестана // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3(62). – С. 6-12.

8. Корзин В.В., Горина В.М., Месяц Н.В. Оценки плодов абрикоса и продуктов переработки из них // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2017. – №144 (2). – С. 137-140.

9. Моксина Н. В., Сковпень М. С. Анализ плодоношения яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского за период с 2006 по 2010 гг. //Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – 2011. – №. XIV. – С. 74-78.

10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск, 1980. –529 с.

11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел, 1999. – 606 с.

12. Шоферистов Е.П., Халилов Э.С., Челебиев Э.Ф., Усков М.К., Усейнов Д.Р., Чакалова Е.А. Влияние метеорологических факторов на продуктивность яблони в условиях Предгорной зоны Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2021. – № 23(2). – С. 153-158. DOI: 10.35547/IM.2021.23.2.008.

13. Doroshenko T.N., Chumakov S.S., Maksimov D.V. Management capabilities of generative development of apple trees // International Journal of Green Pharmacy. – 2017. – Vol. 11, No. 3. – P. 160-165. – EDN XNSVPM.

Статья поступила в редакцию 15.07.2025 г.

Chelebiev E.F., Uskov M.K., Khalilov E.S. Productivity of new summer apple cultivars of the NBS-NSC's breeding and the factors forming it // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2025. – № 156. – P. 88-95.

The article presents the results of a study of the productivity of new summer apple cultivars and the factors that form it. The climatic conditions of cultivation from the beginning of flowering (April) to harvesting (August) from 2014 to 2024 are analyzed. The degrees of flowering of the studied samples, fruit weight indicators, susceptibility to scab and powdery mildew of apple trees are studied. It was revealed that breeding forms 1-32-87 and 3-6 surpass the control cultivar 'Mantet' in terms of yield. Based on the correlation analysis, the most significant factors influencing the formation of yield are determined: maximum air temperature in July - from 0.565 to 0.775. It is determined that for summer apple cultivars the following indicators are of greatest importance: the amount of precipitation in May ($r = 0.55-0.65$), July (0.51) and August ($r = 0.58-0.63$); number of fruits on a tree ($r = 0.95-0.98$); degree of flowering ($r = 0.62-0.72$). Multiple regression equations have different degrees of reliability (from 73.2% - 'Mantet', to 98.4% - 3-6), which indicates the presence of additional factors affecting the yield of samples.

Key words: *cultivar; apple tree; climatic factors; yield; productivity; correlation*