

**ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПЛОДОВ ЯБЛОНИ (*MALUS VACCATA* (L.) BORKH. × *MALUS DOMESTICA* BORKH.)
ПРИ ХРАНЕНИИ****DYNAMICS OF BIOCHEMICAL INDICES
OF APPLE FRUITS (*MALUS VACCATA* (L.) BORKH. × *MALUS DOMESTICA* BORKH.) IN STORAGE**

Ключевые слова: яблоня, сорта, плоды, хранение, биохимический состав, аскорбиновая кислота, сахара, растворимые сухие вещества, титруемая кислотность, динамика.

Представлены результаты исследования биохимического состава плодов яблони в период хранения. Работа проведена в лаборатории промышленных технологий Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий. Материалом служили плоды алтайских сортов яблони Чупинское и Юбилейное Калининой. В качестве контроля использовались плоды сорта Алтайское зимнее. Работа осуществлялась в период с 2019 по 2021 гг. Определяли содержание растворимых сухих веществ (РСВ), сахаров, титруемых кислот, рассчитывали сахаро-кислотный индекс (СКИ), содержание аскорбиновой кислоты (мг/100 г). Исследования проведены начиная с закладки плодов на хранение и спустя 2, 3, 4 и 5 мес. Максимальное количество РСВ за три года исследований накапливалось к 4 мес. хранения. У сортов Юбилейное Калининой и Чупинское данный показатель увеличился на 10 и 25% соответственно по сравнению с первоначальным количеством РСВ. Существенных различий по изменению количества сахаров в процессе хранения не выявлено. По содержанию органических кислот различия отмечены по сортовой принадлежности и по срокам хранения. Высокая кислотность плодов (1,0%) зафиксирована у сортов Алтайское зимнее и Юбилейное Калининой после 2 мес. хранения. Содержание кислот в плодах сорта Чупинское ниже в 2 раза со средним значением $0,5 \pm 0,1\%$. СКИ плодов у сорта Чупинское – 31,0 ед., что в 2-3 раза превосходит показатели контроля и сорта Юбилейное Калининой. Высокое количество аскорбиновой кислоты в среднем по сортам зафиксировано после 2 мес. хранения ($9,0 \pm 0,5$ мг/100 г). Максимальная С-витаминность (10,1 мг/100 г) отмечена у сорта Чупинское после 3 мес. хранения, в конце эксперимента его плоды имели превышение по данному показателю почти в 1,5 раза относительно контроля и сорта Юбилейное Калининой. Динамика биохимического анализа плодов позволила установить минимальные потери биологически активных веществ на момент окончания хранения.

Keywords: apple-tree, varieties, fruits, storage, biochemical composition, ascorbic acid, sugars, soluble solids, titratable acidity, dynamics.

The research findings on the biochemical composition of apple fruits in storage are discussed. The research was carried out in the Laboratory of Industrial Technologies of the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies. The research targets were the fruits of the Altai apple-tree varieties Chupinskoe and Yubileynoe Kalininoy. The fruits of the Altayskoe zimnee variety were used as the control. The research was carried out from 2019 through 2021. The following indices were determined: the content of soluble solids, sugars, titratable acids, sugar-acid ratio, and ascorbic acid content (mg per 100 g). The studies were carried out starting with the placement fruits in storage and in 2, 3, 4 and 5 months. The maximum amount of soluble solids over three years of research accumulated in four months of storage. In the varieties Yubileynoe Kalininoy and Chupinskoe, this index increased by 10 and 25%, respectively, as compared with the initial amounts of soluble solids. There were no significant differences in sugar amounts in storage. Regarding organic acid content, the revealed differences related to the variety and storage duration. High acidity of fruits (1.0%) was found in Altayskoe zimnee and Yubileynoe Kalininoy varieties in two months of storage. The acid content in the fruits of the Chupinskoe variety was 2 times lower as compared to the average value of $0.5 \pm 0.1\%$. The sugar-acid ratio of the Chupinskoe variety fruits amounted to 31.0 units which exceeded 2-3 times the control indices and those of the Yubileynoe Kalininoy variety. High average content levels of ascorbic acid in the varieties were found in two months of storage (9.0 ± 0.5 mg per 100 g). The maximum vitamin C content (10.1 mg per 100 g) was found in the Chupinskoe variety in three months of storage; at the end of the experiment, in terms of vitamin C content, its fruits exceeded by almost 1.5 times the control and the Yubileynoe Kalininoy variety. The dynamics of the biochemical composition of fruits allowed determining the minimal losses of biologically active substances at the end of storage.

Гунина Юлия Сергеевна, мл. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: jugunina@yandex.ru.

Троско Елена Сергеевна, мл. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: nord-hmel@mail.ru.

Бородулина Ирина Дмитриевна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: borodulina.irina@gmail.com.

Ершова Инесса Васильевна, к.б.н., доцент, вед. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: inessers@yandex.ru.

Gunina Yuliya Sergeevna, Junior Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: jugunina@yandex.ru.

Trosko Elena Sergeevna, Junior Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: nord-hmel@mail.ru.

Borodulina Irina Dmitrievna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: borodulina.irina@gmail.com.

Ershova Inessa Vasilevna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Leading Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: inessers@yandex.ru.

Введение

Принято считать, что плоды местных культур, выращенные в зоне проживания человека, более ценны в пищевом отношении, чем инорайонные или привезенные из зон с отличными экологическими условиями [1]. Для большинства уроженцев северных широт таким видом свежих плодов, доступных для населения на протяжении всего года, являются яблоки.

Яблоки имеют не только питательное, но и лечебное значение. В рационе они ценятся как за содержание макро- и микронутриентов, так и за способность повышать усвояемость питательных веществ (в частности, белков и минеральных солей). Яблоки являются ценным источником сахаров, органических кислот, пектинов, эфирных масел, клетчатки, биологически активных фенольных соединений (витамина Р), аскорбиновой кислоты (витамина С), витаминов группы В, каротина, биотина, пантотеновой и фолиевой кислот (некоторые из этих элементов имеются в яблоках в небольших количествах). В яблоках обнаружено свыше десяти витаминов, необходимых человеку [2]. Яблоню относят к разряду бивитаминных культур – особую ценность представляют сорта, богатые аскорбиновой кислотой (витамином С) и Р-активными веществами, обоюдное наличие которых повышает усвояемость каждого из элементов [3].

Витамин С (аскорбиновая кислота) является полифункциональным соединением, которое участвует во многих биохимических процессах (синтез коллагена, катехоламина, желчных кислот), влияющих на холестериновый обмен, повышение сопротивляемости организма к некоторым заболеваниям, и обладает свойствами антиоксидантов. В организме человека витамин С не синтезируется, в связи с чем необходимо

его регулярное получение с продуктами питания [4].

Селекция яблони в отделе НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко ФГБНУ ФАНЦА (НИИСС) ведется с 1934 г. В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, в настоящее время (на 2022 г.) находятся 37 сортов яблони алтайской селекции. В текущем году сорта Чупинское и Юбилейное Калининой дополнили список сортов, допущенных к использованию на территории РФ.

И.В. Мичурин еще в начале 50-х годов XX в. в качестве одной из задач в селекции яблони отмечал создание сортов с богатым биохимическим составом плодов [5]. И.П. Калининой на основании многолетних исследований установлено, что сибирские сорта яблони выгодно отличаются от южных и среднерусских сортов повышенным содержанием биохимических веществ [2].

Изучение биохимического состава яблок в НИИСС ведется с 1953 г. В настоящее время отбору сортообразцов с повышенной витаминностью придается большое значение. Согласно Программе работ селекционного центра НИИСС искусственный отбор на улучшенный биохимический состав, повышенное содержание в плодах витаминов и других биологически активных соединений следует вести с учетом их видовой специфичности и ценности. Например, для яблони первостепенное значение имеет содержание пектиновых веществ, витаминов С и Р [6]. Биохимический состав плодов яблони преимущественно сортоспецифичен, для некоторых форм характерны значительные колебания показателей в зависимости от метеоусловий года и агротехнических приемов. Биохимические

процессы в тканях мякоти снятых с дерева и заложенных на хранение плодов осуществляются уже без участия других органов растения. К плодам прекращается поступление питательных веществ извне, а процесс жизнедеятельности определяется сложной совокупностью факторов, эволюционно рассчитанных на созревание семян [7, 8]. Соответственно, по физиологическим особенностям созревания сорта яблони подразделяют на «летние», «осенние» и «зимние» [9]. Для сортов разных групп характерны разные темпы созревания и сроки хранения. Среди сортов сибирской (в том числе алтайской) селекции сорта зимнего срока созревания отсутствуют, что связано с генетическими особенностями сортифта. На длительное хранение (2 мес. и более) закладываются плоды сортов «осеннего срока созревания зимнего срока потребления», что выставляет особые требования к данной группе сортообразцов.

Содержание биохимических компонентов в плодах меняется в зависимости от физиологических процессов, протекающих во время хранения [10]. Несмотря на то, что изучению динамики биохимического состава плодов во время хранения посвящено много работ, объектами исследований выступали сорта яблони (*Malus domestica* Borkh.), широко распространенные в центральных и южных зонах. На сортах алтайской селекции, несущих в себе гены сибирской ягодной яблони (*Malus baccata* (L.) Borkh.), исследований по изменению биохимического состава плодов в период длительного хранения не проводилось. В этой связи **целью** исследований являлось изучение динамики биохимического состава плодов яблони в период хранения.

Задачи исследований:

- изучить биохимический состав плодов яблони в период съемной зрелости перед закладкой плодов на хранение;
- провести биохимические исследования в процессе хранения плодов через 2, 3, 4 и 5 мес.;
- оценить динамику биохимических показателей на протяжении 5 мес. хранения плодов.

Объекты и методы

Исследования проводились на урожае яблони 2019, 2020 и 2021 г., собранном на участках сортоизучения отдела «НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко» ФГБНУ ФАНЦА. Зона – лесостепная, почва – чернозем выщелоченный. Схема размещения растений яблони – 6,0×3,0 м. В качестве объектов исследования

взяты плоды яблони новых сортов осеннего срока созревания Чупинское и Юбилейное Калинин, контролем служил сорт Алтайское зимнее.

Экспериментальная часть

Сбор урожая, закладка плодов на хранение выполнены согласно «Программе и методике плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [11]. Плоды собирали в период съемной зрелости (первая декада сентября) в стабильно сухую погоду, отбирали случайные плоды с разных частей кроны. Плоды хранились в холодильной камере при температуре +2°C.

Биохимический анализ плодов выполнен в лаборатории индустриальных технологий НИИСС по общепринятым методикам: растворимые сухие вещества – с помощью рефрактометра (ГОСТ 28562-90); сахара – методом прямого титрования из водной вытяжки (ГОСТ 13192-73); титруемая кислотность – титрованием децинормальной щелочью с последующим пересчетом на лимонную кислоту (ГОСТ 25555.0-82); сахарокислотный индекс (СКИ) – отношение сахар/кислота; витамин С – методом потенциометрического титрования (ГОСТ 24556-89). Биохимические исследования проведены в 3-кратной повторности.

Учет биохимических показателей проводили непосредственно перед закладкой плодов на хранение и в каждый из 4 сроков ревизии плодов: через 2, 3, 4 и 5 мес. после закладки плодов на хранение. Статистическая обработка полученных результатов проведена методом дисперсионного анализа с помощью *Microsoft Office Excel 2007*.

Результаты исследований и их обсуждение

В процессе формирования и последующего созревания в плодах протекает комплекс биохимических процессов, и если в период их роста преобладает накопление питательных веществ, то впоследствии превалируют обратные гидролитические процессы, завершающиеся распадом элементов. Плоды сначала меняют размер и окраску, аромат и консистенцию мякоти, химический состав. Содержание в плодах сахаров и кислот играет большую роль в формировании вкусовых восприятий сортов. В процессе созревания крахмал переходит в более простые формы сахаров, которые, в свою очередь, расходуются на дыхание в процессе длительного хранения. Поэтому вкус плодов улучшается при созревании и ухудшается при перезревании, в

связи с чрезмерным хранением. Также по мере созревания сокращается общее количество органических кислот и витаминов, а нерастворимый протопектин переходит в водорастворимый пектин, что отражается на консистенции мякоти плодов. При этом содержание аскорбиновой кислоты снижается тем быстрее, чем менее лежкоспособны плоды. Количественные и качественные изменения биохимического состава яблок преимущественно сортоспецифичны. На него оказывают влияние сроки съема и условия хранения плодов. Предполагается, что при соблюдении оптимальных условий и сроков хранения потери биологически активных веществ будут минимальными [12, 13].

М.Б. Хохонова и А.О. Машукова отмечают, что медленное видоизменение растворимых

сухих веществ (РСВ) в плодах при длительном хранении оказывает положительное влияние на вкус, пищевую ценность, качество и лежкоспособность продукции [14]. Наши исследования показали незначительное изменение количества РСВ, и в целом существенных различий не выявлено как по срокам, так и по сортам (табл.). Максимальное накопление РСВ в плодах исследуемых сортов за три года исследований наблюдалось на 4-м мес. хранения: у сорта Юбилейное Калининой –15,8%, Чупинское – 15,2%, что, соответственно, на 10 и 25% превышало первоначальный уровень. У контрольного сорта Алтайское зимнее данный показатель незначительно снизился с 14,8% (в начале эксперимента) до 14,5% к 4-му месяцу хранения.

Таблица

Динамика биохимического состава плодов яблоки в период хранения

Сорт (фактор А)	Биохимический анализ плодов (фактор В)					Среднее по фактору А
	при закладке на хранение	после 2 мес. хранения	после 3 мес. хранения	после 4 мес. хранения	после 5 мес. хранения	
РСВ, %						
Алтайское зимнее (к)	14,8	13,8	14,4	14,5	14,5	14,4±0,2
Чупинское	12,2	14,0	14,2	15,2	13,4	13,8±0,6
Юбилейное Калининой	14,4	14,2	15,0	15,8	14,7	14,8±0,4
Среднее по фактору В	13,8±0,6	14,0±0,2	14,5±0,3	15,1±0,9	14,2±0,3	14,3±0,2
НСР ₀₅	А, В, АВ = F _φ < F _τ					
Сахара, %						
Алтайское зимнее (к)	11,3	11,4	9,0	11,1	9,8	10,5±0,5
Чупинское	10,0	9,6	9,9	10,3	11,9	10,3±0,7
Юбилейное Калининой	10,6	10,0	9,1	11,7	9,9	10,3±0,5
Среднее по фактору В	10,7±0,4	10,3±0,8	9,3±0,5	11,0±0,7	10,5±1,2	10,4±0,3
НСР ₀₅	А, В, АВ = F _φ < F _τ					
Титруемая кислотность, %						
Алтайское зимнее (к)	0,8	1,0	0,6	0,8	0,9	0,8±0,1
Чупинское	0,5	0,7	0,4	0,5	0,5	0,5±0,1
Юбилейное Калининой	0,7	1,0	0,7	0,8	0,8	0,8±0,1
Среднее по фактору В	0,7±0,1	0,9±0,1	0,5±0,1	0,7±0,1	0,7±0,1	0,7±0,1
НСР ₀₅	А = 0,2, В = 0,1 АВ = F _φ < F _τ					
Сахарокислотный индекс						
Алтайское зимнее (к)	18,8	12,1	16,3	15,2	11,6	14,8±1,5
Чупинское	20,6	14,4	26,2	22,9	31,0	23,0±3,3
Юбилейное Калининой	15,2	10,1	13,0	14,5	12,9	13,1±0,8
Среднее по фактору В	18,2±2,1	12,2±1,1	18,5±2,7	17,5±2,3	18,5±5,7	17,0±1,4
НСР ₀₅	А = 9,3, В, АВ = F _φ < F _τ					
Витамин С, мг/100 г						
Алтайское зимнее (к)	7,3	8,7	3,7	7,3	4,7	6,3±0,9
Чупинское	6,6	10,0	10,1	8,2	5,6	8,1±1,4
Юбилейное Калининой	6,0	8,3	5,1	5,0	4,5	5,8±1,5
Среднее по фактору В	6,6±1,9	9,0±0,5	6,3±1,6	6,8±1,7	4,9±1,5	6,7±0,7
НСР ₀₅	А, В, АВ = F _φ < F _τ					

Изменение содержания сахаров в плодах во время хранения, как правило, увеличивается в процессе созревания с последующим уменьшением при перезревании. Опытные данные показали незначительные (в пределах 1-2%) изменения данного показателя для всех сортов как в сторону увеличения, так и снижения. Существенные различия в рамках изученных факторов опыта не выявлены.

Содержание органических кислот имело более существенные различия как по сортовой принадлежности, так и по срокам хранения. Максимальная кислотность плодов (1,0%) зафиксирована у сортов Алтайское зимнее и Юбилейное Калининой после 2 мес. хранения. На момент окончания эксперимента (спустя 5 мес.) содержание кислот у данных сортов составило 0,9 и 0,8% соответственно; у сорта Чупинское – существенно ниже, почти в 2 раза со средним значением $0,5 \pm 0,1\%$.

Сахарокислотный индекс (СКИ) – расчетный показатель отношения сахара и органических кислот в плодах, соответственно, чем выше содержание сахаров и ниже кислот, тем сахарокислотный индекс будет выше. Данная закономерность отчетливо прослеживалась у сорта Чупинское (табл.): уровень сахаров к завершению срока хранения поднялся, а количество кислот оставалось на низком уровне, поэтому итоговый показатель СКИ составил 31,0 ед. – максимальное значение, превосходящее такое в 2-3 раза контроль и сорт Юбилейное Калининой.

Уровень содержания аскорбиновой кислоты (витамин С) в яблоках является наследственно обусловленным признаком, в то же время погодные условия вегетационного периода оказывают существенное влияние на его накопление. Обычно яблоки содержат витамин С в малых дозах, но он имеет важное значение для нормального течения метаболизма. В среднем по сортам максимальное количество аскорбиновой кислоты зафиксировано после 2 мес. хранения ($9,0 \pm 0,5$ мг/100 г), что связано с их дозреванием. К последней ревизии количество витамина С снизилось почти в 2 раза и составило 4,9 мг/100 г в связи с высоким расходом на физиологические процессы, протекающие в плодах. Максимальная С-витаминность (10,1 мг/100 г) наблюдалась у сорта Чупинское после 3 мес. хранения, и в конце эксперимента его плоды имели превышение по данному пока-

зателю почти в 1,5 раза относительно контроля и сорта Юбилейное Калининой.

Выводы

1. Изучение динамики биохимического состава плодов яблоки новых алтайских сортов Чупинское и Юбилейное Калининой в процессе хранения показало, что содержание РСВ, сахаров и витамина С достаточно стабильно на протяжении 5 мес.

2. У сорта Чупинское количество сахаров в плодах с увеличением продолжительности хранения возрастало до 11,9% при снижении кислотности до 0,5%, что отразилось в максимальном значении СКИ (31 ед.).

3. У контрольного сорта Алтайское зимнее исследуемые показатели оставались стабильными на протяжении всего периода хранения.

Библиографический список

1. Войцеховский, В. И. Пищевая ценность, качество и пригодность к переработке яблочного сырья / В. И. Войцеховский. – Текст: непосредственный // Пища. Экология. Качество: труды XVII Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2020. – С. 119-123.

2. Калинина, И. П. Селекция яблоки на Алтае / И. П. Калинина. – Барнаул, 2008. – 250 с. – Текст: непосредственный.

3. Основные итоги селекции яблоки за 65 лет / Е. Н. Седов, З. М. Серова, Т. В. Янчук [и др.]. – Текст: непосредственный // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2018. – № 1. – С. 121-127.

4. Содержание витамина С в ягодах винограда, возделываемого в условиях юга Западной Сибири / И. Д. Бородулина, М. В. Воротынцева, Г. А. Макарова [и др.]. – Текст: непосредственный // Химия растительного сырья. – 2020. – № 1. – С. 89-96. – DOI 10.14258/jscprm.2020014180.

5. Калинина, И. П. Селекция яблоки на юге Западной Сибири / И. П. Калинина, З. С. Ящемская, С. А. Макаренко. – Новосибирск, 2010. – 274 с. – Текст: непосредственный.

6. Программа работ селекцентра Научно-исследовательского института садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко до 2030 г. / И. П. Калинина, З. С. Ящемская, С. А. Макаренко [и др.]. – Новосибирск, 2011. – С. 66-82.

7. Турбин В. А., Черненко Е. И. Уточнение технологических параметров длительного хра-

нения яблок поздних сроков созревания / В. А. Турбин, Е. И. Черненко. – Текст: непосредственный // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2019. – № 18 (181). – С. 35-46.

8. Giné-Bordonaba J., Echeverria G., Duaigües E., Bobo G., Larrigaudière C. (2019). A comprehensive study on the main physiological and biochemical changes occurring during growth and on-tree ripening of two apple varieties with different postharvest behaviour. *Plant Physiol. Biochem.* 135: 601-610. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.10.035.

9. Помология: в 5 томах. Т. I. Яблоня / под редакцией Е. Н. Седова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2005. – 576 с. – Текст: непосредственный.

10. Причко, Т. Г. Изменение химического состава яблок при хранении в регулируемой атмосфере / Т. Г. Причко, Т. Л. Смелик. – Текст: непосредственный // Научные труды Северо-Кавказского Федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2018. – Т. 14. – С. 190-194. – DOI 10.30679/2587-9847-2018-14-190-194.

11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общей редакцией Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел, 1999. – С. 253-299.

12. Лисина, А. В. Влияние обработок антиоксидантами и высокими дозами CO₂ на изменение химического состава плодов груши при хранении / А. В. Лисина, Ю. Н. Онучин, В. Ф. Воробьев. – Текст: непосредственный // Садоводство и виноградарство. – 2010. – № 1. – С. 9-11.

13. Грушева Т.П. Изменение химического состава плодов колоновидных сортов яблони при хранении / Т. П. Грушева. – Текст: непосредственный // Сборник научных трудов. – 2015. – С. 286-293.

14. Хохонова, М. Б. Изучение химического состава и продуктов окисления яблок в условиях регулируемой атмосферы / М. Б. Хохонова, А. О. Машукова – Текст: непосредственный // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – 2020. – № 3 (29). – С. 17-21.

References

1. Voitsekhovskii V.I. Pishchevaia tsennost, kachestvo i prigodnost k pererabotke iablochnogo syria // Pishcha. Ekologiya. Kachestvo: trudy XVII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Novosibirsk, 2020. – S. 119–123.

2. Kalinina I.P. Seleksiia iablони na Altae. – Barnaul, 2008. – 250 s.

3. Sedov E.N., Serova Z.M., Ianchuk T.V., Kravsova N.G., Korneeva S.A. Osnovnye itogi seleksii iablони za 65 let // Seleksiia i sortorazvedenie sadovykh kultur. – 2018. – No. 1. – S. 121–127.

4. Borodulina I.D., Vorotyntseva M.V., Makarova G.A., Zemtsova A.Ia., Sokolova G.G. Soderzhanie vitamina C v iagodakh vinograda, vzdelyvaemogo v usloviakh iuga Zapadnoi Sibiri // Khimiia rastitelnogo syria. – 2020. – No. 1. – S. 89–96. DOI: 10.14258/jcprm.2020014180.

5. Kalinina I.P., Iashchemskaia Z.S., Makarenko S.A. Seleksiia iablони na iuge Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk, 2010. – 274 s.

6. Kalinina I.P., Iashchemskaia Z.S., Makarenko S.A., Matveeva E.N., Muravev G.A., Kirgizova G.T., Kuzmina A.A. Iablония // Programma rabot selektsentra Nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva Sibiri imeni M.A. Lisavenko do 2030 g. – Novosibirsk, 2011. – S. 66–82.

7. Turbin V.A., Chernenko E.I. Utochnenie tekhnologicheskikh parametrov dlitel'nogo khraneniia iablok pozdnykh srokov sozrevaniia // Izvestiia selskokhoziaistvennoi nauki Tavriды. – 2019. – No. 18 (181). – S. 35–46.

8. Giné-Bordonaba J., Echeverria G., Duaigües E., Bobo G., Larrigaudière C. (2019). A comprehensive study on the main physiological and biochemical changes occurring during growth and on-tree ripening of two apple varieties with different postharvest behaviour. *Plant Physiol. Biochem.* 135: 601-610. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.10.035.

9. Pomologiya: V 5-ti tomakh. T. I. Iablония / pod red. E.N. Sedova. – Орел: Izd-vo VNIISPК, 2005. – 576 s.

10. Prichko T.G., Smelik T.L. Izmenenie khimicheskogo sostava iablok pri khraneniі v reguliruemoi atmosfere // Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo Federal'nogo nauchnogo tsentra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliia. – 2018. – Т. 14. – С. 190–194. DOI:10.30679/2587-9847-2018-14-190-194.

11. Programma i metodika sortoizucheniia plodovykh, iagodnykh i orekhoplodnykh kultur / pod obshch. red. E.N. Sedova i T.P. Ogoltsovoi. – Орел, 1999. – С. 253-299.

12. Lisina A.V., Onuchin Iu.N., Vorobev V.F. Vliianie obrabotok antioksidantami i vysokimi dozami SO₂ na izmenenie khimicheskogo sostava plodov grushi pri khraneniі // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2010. – No. 1. – С. 9–11.

13. Grusheva T.P. Izmenenie khimicheskogo sostava plodov kolonovidnykh sortov iabloni pri khraneniі // Sbornik nauchnykh trudov. – 2015. – S. 286–293.

14. Khokhonova M.B., Mashukova A.O. Izuchenie khimicheskogo sostava i produktov

okisleniia iablok v usloviakh reguliruemoi atmosfery // Izvestiia Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova. – 2020. – No. 3 (29). – S. 17–21.



УДК 634.75:631.8

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-214-8-24-31

Т.Е. Иванова, Е.В. Лекомцева, Е.В. Соколова,
Т.Н. Тутова, Л.А. Несмелова
T.E. Ivanova, E.V. Lekomtseva, E.V. Sokolova,
T.N. Tutova, L.A. Nesmelova

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

IMPACT OF MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY OF GARDEN STRAWBERRY

Ключевые слова: земляника садовая, микробиологические удобрения, урожайность, структура урожайности, качество плодов, Удмуртская Республика.

Земляника садовая является одной из основных ягодных культур. Она пользуется большим спросом населения благодаря скороспелости, высоким вкусовым качествам, богатому химическому составу. На повышение продуктивности оказывают влияние здоровый посадочный материал, правильный подбор сортов, оптимальные условия выращивания и применение удобрений. В данной работе представлены результаты исследований по изучению влияния подкормок микробиологическими удобрениями на урожайность и качество ягод земляники садовой сорта Даренка, проведенные в Удмуртской Республике в течение 2016, 2018 гг. Цель исследования – сравнительная оценка действия микробиологических удобрений (Байкал ЭМ 1, Гумат ЭМ, Эмикс) на продуктивность и качество плодов земляники садовой. Исследования проводили по общепринятым методикам. Опыты закладывали в п. Италмас Завьяловского района Удмуртской Республики на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. В ходе исследований выявлено, что подкормка данными удобрениями по сравнению с водой способствовала увеличению урожайности и повышению качества ягод. В оба года исследований наибольшая урожайность ягод получена при подкормке растений земляники садовой Байкалом ЭМ 1. Повышение урожайности произошло за счет увеличения массы ягоды. Все изучаемые микробиологические удобрения привели в 2018 г. к росту доли ранней урожайности. Микробиологические удобрения оказали положительное влияние на содержание водорастворимых сахаров. В вариантах с под-

кормками удобрениями содержание нитратов было в пределах ПДК.

Keywords: garden strawberry (*Fragaria ananassa*), microbiological fertilizers, yielding capacity, yield formula, fruit quality, Udmurt Republic.

Garden strawberry is one of the main berry crops. It is in great demand among the population due to its early maturation, high taste qualities and rich chemical composition. Healthy planting material, correct selection of varieties, optimal growing conditions and the use of fertilizers influence the increase of productivity. This paper discusses the research findings on the effect of fertilizing with microbiological fertilizers on the yield and quality of garden strawberry variety Darenka conducted in the Udmurt Republic in 2016 and 2018. The research goal was to compare the effect of microbiological fertilizers (Baikal EM 1, Humate EM, and Emix) on the productivity and quality of garden strawberry fruits. The studies were carried out according to generally accepted methods. The experiments were carried out in the village of Italmas of the Zavyalovskiy District of the Udmurt Republic on sod medium podzolic medium loamy soil. It was found that fertilizing with these fertilizers as compared to water contributed to increase yields and improved fruit quality. On both years of the research, the highest yield of berries was obtained when fertilizing strawberry plants with Baikal EM 1 fertilizer. The increase of yield was due to increased fruit weight. All studied microbiological fertilizers led to higher percentage of early maturation in 2018. Microbiological fertilizers had a positive effect on the content of water-soluble sugars. In the variants with fertilizers, the nitrate content was within the limits of maximum acceptable concentration.