

Оксана Альфредовна Ветрова<sup>1</sup>, Маргарита Алексеевна Макаркина<sup>2✉</sup>,  
Татьяна Александровна Роева<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, д. Жилина, Орловская обл., Россия

<sup>1</sup>vetrova@orel.vniispk.ru

<sup>2</sup>makarkina@orel.vniispk.ru

<sup>3</sup>roeva@orel.vniispk.ru

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ВИШНИ

Цель исследования – установить влияние минерального питания на некоторые показатели биохимического состава плодов вишни. Задачи: изучить биохимические показатели, определяющие вкус плодов вишни, на фоне почвенного внесения азотных и калийных удобрений; определить зависимость биохимических показателей от доз минерального питания. Объект исследований – сорт вишни Тургеневка селекции ВНИИСПК. В плодах в течение 2018–2021 гг. определяли растворимые сухие вещества (РСВ), сахара, титруемые кислоты, рассчитывали сахарокислотный индекс (СКИ). Установлено достоверное влияние метеорологических условий вегетационного периода на химический состав плодов. Четкой зависимости накопления сахаров и титруемых кислот в плодах вишни сорта Тургеневка от применения минеральных удобрений в различных дозах не выявлено. Отмечено достоверное уменьшение суммы сахаров в плодах с применением удобрений в дозе  $N_{30}K_{40}$  и  $N_{60}K_{80}$  в 2019 г. и увеличение в 2020 г. в варианте  $N_{60}K_{80}$ . Внесение удобрений в дозе  $N_{90}K_{120}$  способствовало достоверному снижению этого показателя в плодах в 2021 г. В среднем за годы исследования сумма сахаров была достоверно ниже контроля в варианте  $N_{90}K_{120}$ . Самым достоверно высоким содержанием сахарозы было в 2021 г. – 0,92 %. Отмечено увеличение содержания сахарозы с применением удобрений в дозах  $N_{60}K_{80}$  в 2020, 2021 гг. и  $N_{120}K_{160}$  – в 2021 г. В среднем за четыре года содержание моносахаров в плодах вишни достоверно снизилось в вариантах  $N_{30}K_{40}$  и  $N_{90}K_{120}$ . Внесение удобрений в дозе  $N_{90}K_{120}$  достоверно увеличило в плодах содержание титруемых кислот в 2020 и 2021 гг. Отмечено достоверное снижение значения СКИ в варианте  $N_{90}K_{120}$  в среднем за четыре года опыта. В 2021 г. минеральные удобрения в дозе  $N_{90}K_{120}$  достоверно снизили по сравнению с контролем СКИ в плодах вишни в 1,4 раза.

**Ключевые слова:** вишня, минеральные удобрения, плоды, растворимые сухие вещества, сахара, титруемая кислотность, сахарокислотный индекс

**Для цитирования:** Ветрова О.А., Макаркина М.А., Роева Т.А. Влияние минерального питания на некоторые показатели биохимического состава плодов вишни // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9. С. 67–76. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-67-76.

Oksana Alfredovna Vetrova<sup>1</sup>, Margarita Alekseevna Makarkina<sup>2✉</sup>, Tatyana Aleksandrovna Roeva<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina, Oryol Region, Russia

<sup>1</sup>vetrova@orel.vniispk.ru

<sup>2</sup>makarkina@orel.vniispk.ru

<sup>3</sup>roeva@orel.vniispk.ru

## THE MINERAL NUTRITION EFFECT ON SOME INDICATORS OF THE CHERRY FRUITS BIOCHEMICAL COMPOSITION

*The purpose of the study is to establish the effect of mineral nutrition on some indicators of the biochemical composition of cherry fruits. Tasks: to study the biochemical parameters that determine the taste of cherry fruits against the background of soil application of nitrogen and potassium fertilizers; to determine the dependence of biochemical parameters on doses of mineral nutrition. The object of research is the Turgenevka cherry variety bred by VNIISPК. In fruits during 2018–2021 soluble solids (SS), sugars, titratable acids were determined, and the sugar-acid index (SAI) was calculated. A significant influence of the meteorological conditions of the growing season on the chemical composition of fruits has been established. A clear dependence of the accumulation of sugars and titratable acids in the fruits of the Turgenevka cherry variety on the use of mineral fertilizers in various doses was not revealed. A significant decrease in the amount of sugars in fruits was noted with the use of fertilizers at a dose of  $N_{30}K_{40}$  and  $N_{60}K_{80}$  in 2019 and an increase in 2020 in the  $N_{60}K_{80}$  variant. The application of fertilizers at a dose of  $N_{90}K_{120}$  contributed to a significant decrease in this indicator in fruits in 2021. On average, over the years of the study, the amount of sugars was significantly lower than the control in the  $N_{90}K_{120}$  variant. The most reliably high content of sucrose was in 2021 – 0.92 %. An increase in the content of sucrose with the use of fertilizers in doses of  $N_{60}K_{80}$  was noted in 2020, 2021 and  $N_{120}K_{160}$  in 2021. On average, over four years, the content of monosaccharides in cherry fruits significantly decreased in the  $N_{30}K_{40}$  and  $N_{90}K_{120}$  variants. The application of fertilizers at a dose of  $N_{90}K_{120}$  significantly increased the content of titratable acids in fruits in 2020 and 2021. A significant decrease in the SAI value was noted in the  $N_{90}K_{120}$  variant on average over four years of experience. In 2021, mineral fertilizers at a dose of  $N_{90}K_{120}$  were significantly reduced by 1.4 times in comparison with the control SAI in cherry fruits.*

**Keywords:** cherry, mineral fertilizers, fruits, soluble solids, sugars, titratable acidity, sugar-acid index

**For citation:** Vetrova O.A., Makarkina M.A., Royeva T.A. The mineral nutrition effect on some indicators of the cherry fruits biochemical composition // Bulliten KrasSAU. 2023;(9): 67–76. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-67-76.

**Введение.** Вишня – древнейшая плодовая культура, впервые использованная человеком, согласно обнаруженным на археологических раскопках вишневым косточкам, датированным 5000–4000 годами до н. э. [1]. Это одна из популярных плодовых культур в России. Она занимает первое место среди косточковых культур в Нечерноземье и пользуется высоким спросом у населения. Скороплодность, продуктивность, приятный вкус плодов, содержащих комплекс важных питательных и биологически активных веществ, делают эту культуру ценной для промышленного и приусадебного садоводства. Плоды вишни содержат не только сахара и органические кислоты, но и биологически активные соединения – витамины С, Р и другие вещества [2–6]. Употребление вишни положительно влияет на здоровье человека: противодействует окислительному стрессу, уменьшает воспаление, регулирует кровяное давление, улучшает сон, регулирует уровень глюкозы в крови, улучшает когнитивные функции головного мозга, способствует более быстрому восстановлению после повреждений мышц, вызванных физическими нагрузками [7–10].

Потенциальные возможности сорта в полной мере реализуются только в благоприятных условиях окружающей среды, регулирование которых осуществляется в том числе агротехническими способами. Важнейшим фактором, определяющим вкусовые качества и химический состав плодов (в том числе содержание ценных биологически активных веществ), являются генотипические (сортовые) особенности [11, 12]. В то же время на химический состав вишни могут влиять различные факторы: сорт, возраст деревьев, степень зрелости и сроки съема плодов, метеорологические условия вегетационного периода и т. д. [4, 13, 14]. Немаловажную роль в формировании урожая и качества плодов играет минеральное питание [15–21].

**Цель исследования** – установить влияние минерального питания на некоторые показатели биохимического состава плодов вишни.

**Задачи:** изучить биохимические показатели, определяющие вкус плодов вишни, на примере сорта Тургеневка на фоне почвенного внесения азотных и калийных удобрений; определить зависимость биохимических показателей от доз полученного минерального питания.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в течение 2018–2021 гг. в полевом опыте с вишней сорта Тургеневка селекции Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК), расположенном в садовом массиве 2015 г. посадки ФГБНУ ВНИИСПК (Орловская область). Схема размещения деревьев 5 × 3 м. Почва опытного участка – агросерая среднесуглинистая с исходно благоприятными агрохимическими параметрами в корнеобитаемом слое 0–60 см – рН<sub>KCl</sub> 5,7–5,8 и высоким содержанием органического вещества – 2,0–2,8 %. Полевой опыт по изучению эффективности минеральных удобрений был начат в 2017 г. Его варианты: 1 – контроль (без удобрений); 2 – N<sub>30</sub>K<sub>40</sub>; 3 – N<sub>60</sub>K<sub>80</sub>; 4 – N<sub>90</sub>K<sub>120</sub>; 5 – N<sub>120</sub>K<sub>160</sub> кг/га. Повторность опыта 3-кратная, в варианте 12 учетных деревьев. Расположение делянок рендомизированное. Удобрения вносились ежегодно рано весной (апрель) в виде аммиачной селитры (N<sub>m</sub>) и сульфата калия (K<sub>c</sub>) на глубину 10–15 см.

Система содержания почвы в рядах деревьев – обработка гербицидами, в междурядьях с 2015 по 2019 г. – черный пар, с 2020 г. – залужение. В саду проводились защитные мероприятия от вредителей и болезней, общепринятые для данной культуры. Смешанные пробы плодов съемной зрелости (1 кг) отбирали с каждой де-

лянки опыта при учете урожая. Исследования проводились двумя лабораториями института: лабораторией агрохимии и лабораторией биохимической и технологической оценки сортов и хранения.

Химический состав плодов определяли по общепринятым методикам [22, 23]. В них определяли содержание растворимых сухих веществ (РСВ) рефрактометрическим методом с помощью цифрового рефрактометра PAL-3 (ATAGO); суммы сахаров (моносахара + сахароза) – методом Бертрона (ГОСТ 8756.13-87); органических кислот (титруемой кислотности) – методом титрования вытяжек 0,1 н. раствором гидроксида натрия (ГОСТ 25555.0-08); рассчитывали сахарокислотный индекс как отношение содержания суммы сахаров к содержанию органических кислот. Статистическая обработка данных проводилась методом двухфакторного дисперсионного анализа [24, 25].

**Результаты и их обсуждение.** Химический состав плодов и ягод в значительной мере определяется метеоусловиями во время их формирования, роста и созревания. Об этом еще в 1930 г. писал Ф.В. Цереветинов [26].

Среднедолголетние данные и гидротермические условия вегетационного периода изучаемых лет представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Метеоусловия вегетационного периода (2018–2021 гг.)**

Месяц	Год				Средне-многолетние значения
	2018	2019	2020	2021	
Среднемесячная температура, °С					
Май	16,4	15,6	11,3	14,0	13,0
Июнь	17,0	20,5	19,9	19,7	16,9
Июль	19,9	17,4	19,6	21,8	18,5
Сумма активных температур, °С					
Май	509,3	484,0	350,8	434,4	–
Июнь	541,7	613,9	597,7	589,9	–
Июль	615,7	538,9	607,4	673,7	–
Сумма осадков, мм					
Май	31,4	85,0	68,4	63,3	36,3
Июнь	18,2	20,7	46,4	99,6	65,1
Июль	119,9	49,8	111,6	37,8	88,0
Σ май–июль	169,5	155,5	226,4	200,7	189,4
ГТК					
Май	0,62	1,76	1,90	1,46	–
Июнь	0,33	0,34	0,78	1,69	–
Июль	1,95	0,92	1,84	0,56	–

Среднемесячная температура вегетационного периода исследуемых лет несколько отличалась от среднемноголетних данных. Теплее были май 2018 и 2019 гг., июнь во все годы исследования, июль 2018, 2020 и 2021 гг.

Суммарное количество и равномерность выпадения осадков существенно различались в разные годы. Наиболее увлажненным был вегетационный период 2020 г. (226,4 мм), минимальное количество осадков отмечено в 2019 г. (155,5 мм). Переувлажнение наблюдалось ( $ГТК > 1,40$ ) в мае 2019 и 2020 гг., в июне 2021 г., в июле 2018 и 2020 гг., засуха ( $ГТК < 1,0$ ) – в июне 2018, 2019, июле 2021 гг., недостаточное увлажнение – в мае 2018, июне 2020 и июле 2019 г. Оптимальные гидротерми-

ческие условия ( $1,40 \geq ГТК \geq 1,00$ ) сложились в мае 2021 г.

Вкус плодов и ягод определяет наличие в их составе сахаров и органических кислот и их соотношение – сахарокислотный индекс (СКИ). Косвенным показателем являются растворимые сухие вещества (РСВ), основную часть которых составляют сахара.

В нашем исследовании основным фактором, влияющим на эти показатели, были метеорологические условия, а действие минеральных удобрений было слабым.

Содержание РСВ в зависимости от года и варианта исследования находилось в пределах от 15,03 до 18,46 % (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание РСВ в плодах вишни сорта Тургеневка при внесении удобрений (2018–2021 гг.), %**

Вариант (фактор А)	Год исследования (фактор В)				Средние А
	2018	2019	2020	2021	
1. Контроль (без удобрений)	15,03	16,0	16,03	18,46	16,38
2. N <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	16,00	15,16	17,76	17,53	16,61
3. N <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	15,43	15,56	17,93	17,96	16,72
4. N <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	15,96	15,83	16,83	17,13	16,43
5. N <sub>120</sub> K <sub>160</sub>	15,30	16,06	16,50	17,63	16,37
Средние В	15,54	15,72	17,01	17,74	16,50
НСР <sub>0,5</sub> А	1,08				
НСР <sub>0,5</sub> В	0,96				
НСР <sub>0,5</sub> АВ	2,16				

Некоторыми исследователями установлено, что в более засушливые и жаркие годы содержание сахаров и РСВ в плодах вишни увеличивается [13, 27]. В нашем опыте не выявлено такой зависимости: в среднем по вариантам опыта содержание РСВ было достоверно ниже (в 1,08–1,14 раза) в менее влажные годы (2018 и 2019 гг.). Хотя еще в 1959 г. А.И. Ермаков и Г.А. Луковникова отмечали, что повышение суммы температуры является благоприятным фактором в накоплении компонентов химического состава, но до определенных пределов [28]. Азотные и калийные удобрения не оказали существенного влияния на этот показатель.

Благоприятное влияние на накопление РСВ в плодах оказывали погодные условия вегетационного периода, когда в мае и июне (в период развития плодов) отмечен оптимальный температурный режим и превышающая норму сумма

осадков, а в июле (в период созревания плодов) высокие температуры и недостаточное количество осадков. Среднее по опыту значение показателя было достоверно высоким (17,74 %) в 2021 г.

Содержание сахара является важной качественной характеристикой, которая напрямую влияет на употребление плодов вишни в свежем виде. В плодах вишни определяли содержание дисахаров (сахарозы), моносахаров (глюкозы + фруктозы) и их сумму.

В нашем исследовании содержание суммы сахаров в плодах вишни изменялось в зависимости от года и варианта опыта от 9,28 до 13,91 % и в среднем по годам – от 9,84 до 12,76 % (табл. 3). Самое высокое значение суммы сахаров, как и РСВ, было достоверно в 2021 г. – 12,76 %.

**Содержание суммы сахаров в плодах вишни сорта Тургеневка при внесении удобрений (2018–2021 гг.), %**

Вариант (фактор А)	Год исследования (фактор В)				Средние А
	2018	2019	2020	2021	
1. Контроль (без удобрений)	10,92	11,05	11,49	13,45	11,72
2. N <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	10,71	9,28	12,51	12,33	11,21
3. N <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	10,89	9,35	13,85	12,45	11,64
4. N <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	10,30	9,76	11,60	11,69	10,83
5. N <sub>120</sub> K <sub>160</sub>	10,90	9,80	11,81	13,91	11,60
Средние В	10,74	9,84	12,25	12,76	11,40
НСР <sub>0,5</sub> А	0,73				
НСР <sub>0,5</sub> В	0,65				
НСР <sub>0,5</sub> АВ	1,46				

Наименьшее количество сахаров в плодах (в среднем по вариантам опыта) отмечено в 2019 г., и было достоверно ниже, чем в другие годы исследования.

В литературе встречаются сведения об уменьшении концентрации сахара в плодах вишни при внесении более высоких доз минеральных удобрений [16]. В нашем опыте применение минеральных удобрений приводило преимущественно к снижению концентрации сахаров в плодах вишни. В 2019 г. статистически значимое снижение показателя наблюдалось при внесении N<sub>30</sub>K<sub>40</sub> и N<sub>60</sub>K<sub>80</sub>. Аналогичный эффект

отмечен в варианте N<sub>90</sub>K<sub>120</sub> в 2021 г. Также в этом варианте в среднем за 4 года общее содержание сахаров в плодах было достоверно меньше, чем в контроле. В 2020 г. общее содержание сахаров в плодах возрастало при внесении удобрений в дозе N<sub>60</sub>K<sub>80</sub>.

Отмечено значительное варьирование содержания сахарозы в плодах в зависимости от дозы внесения удобрений и года исследования – от 0,11 до 1,65 %. Содержание сахарозы в плодах в зависимости от года в среднем по всем вариантам опыта изменялось от 0,33 до 0,92 % (табл. 4).

Таблица 4

**Содержание сахарозы в плодах вишни сорта Тургеневка при внесении удобрений (2018–2021 гг.), %**

Вариант (фактор А)	Год исследования (фактор В)				Средние А
	2018	2019	2020	2021	
1. Контроль (без удобрений)	0,64	0,68	0,23	0,64	0,55
2. N <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	0,50	0,33	0,94	0,83	0,65
3. N <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	0,22	0,18	1,31	1,18	0,72
4. N <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	0,41	0,11	0,21	0,33	0,26
5. N <sub>120</sub> K <sub>160</sub>	0,59	0,36	0,62	1,65	0,81
Средние В	0,47	0,33	0,66	0,92	0,60
НСР <sub>0,5</sub> А	0,47				
НСР <sub>0,5</sub> В	0,42				
НСР <sub>0,5</sub> АВ	0,95				

Самое высокое содержание сахарозы (в среднем по вариантам) отмечено в 2021 г. – 0,92 %, значения показателя были достоверно выше (в 2,0–2,8 раза), чем в 2018 и 2019 гг.

При применении азотных и калийных удобрений зафиксирована тенденция снижения содержания сахарозы в 2018 и 2019 гг., тогда как в

2020 и 2021 гг. эффект от удобрений был противоположным (исключение вариант N<sub>90</sub>K<sub>120</sub>).

Среднее содержание моносахаров в плодах по всем вариантам опыта изменялось в зависимости от года от 9,51 до 11,58 % и от 7,28 до 12,81 % – в зависимости от варианта и года эксперимента (табл. 5).

**Содержание моносахаров в плодах вишни сорта Тургеневка  
при внесении удобрений (2018–2021 гг.), %**

Вариант (фактор А)	Год исследования (фактор В)				Средние А
	2018	2019	2020	2021	
1. Контроль (без удобрений)	10,65	10,36	11,25	12,81	11,27
2. N <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	10,12	8,94	11,55	11,52	10,53
3. N <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	10,52	9,17	12,54	11,26	10,87
4. N <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	9,89	9,65	11,39	11,36	10,57
5. N <sub>120</sub> K <sub>160</sub>	10,31	9,43	11,19	11,59	10,63
Средние В	10,29	9,51	11,58	11,70	–
HCP <sub>0,5</sub> А	0,65				
HCP <sub>0,5</sub> В	0,58				
HCP <sub>0,5</sub> АВ	1,29				

Аналогично другим изучаемым показателям содержание моносахаров в плодах возрастало в более влажные годы (2020 и 2021 гг.), а наименьший уровень показателя отмечен в 2019 г.

Достоверное увеличение содержания моносахаров в плодах вишни было в 2021 г. – 11,70 %. Внесение минеральных удобрений в 2019 г. в дозе N<sub>30</sub>K<sub>40</sub> и в 2021 г. в дозах N<sub>30</sub>K<sub>40</sub>, N<sub>60</sub>K<sub>80</sub>, N<sub>90</sub>K<sub>120</sub> способствовало достоверному снижению содержания моносахаров в плодах по сравнению с контролем. В 2020 г. наблюдалось достоверное увеличение содержания моносахаров в плодах в варианте с применением азотных и калийных удобрений в дозе N<sub>60</sub>K<sub>80</sub>.

В среднем за четыре года эксперимента содержание моносахаров в плодах вишни достоверно ниже контроля наблюдалось под действием азотных и калийных удобрений в дозах N<sub>30</sub>K<sub>40</sub> и N<sub>90</sub>K<sub>120</sub>.

Титруемая кислотность (содержание органических кислот) является одним из важнейших показателей химического состава плодов вишни, обуславливающего их вкус: чем ниже титруемая кислотность, тем слаще по вкусовым ощущениям плоды того или иного сорта. Титруемая кислотность плодов – это генетически обусловленный признак [4]. Сорт вишни Тургеневка является техническим, его плоды обладают повышенной кислотностью. В нашем исследовании содержание титруемых кислот в плодах варьировало в зависимости от дозы внесения удобрений и года исследования от 1,50 до 2,39 % и в среднем по всем вариантам опыта в зависимости от года от 1,57 до 2,18 % (табл. 6). Этот биохимический показатель важен при переработке, так как содержание титруемых кислот наряду с РСВ – регламентируемый показатель, влияющий не только на вкус готовой продукции, но и на ее желирующие качества [29].

**Содержание титруемых кислот в плодах вишни сорта Тургеневка  
при внесении удобрений (2018–2021 гг.), %**

Вариант (фактор А)	Год исследования (фактор В)				Средние А
	2018	2019	2020	2021	
1. Контроль (без удобрений)	1,64	1,86	1,99	2,01	1,87
2. N <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	1,50	1,66	2,16	2,21	1,88
3. N <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	1,56	1,60	2,09	2,21	1,86
4. N <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	1,55	1,65	2,35	2,39	1,98
5. N <sub>120</sub> K <sub>160</sub>	1,60	1,63	2,08	2,11	1,85
Средние В	1,57	1,68	2,13	2,18	1,89
HCP <sub>0,5</sub> А	0,17				
HCP <sub>0,5</sub> В	0,15				
HCP <sub>0,5</sub> АВ	0,34				

Самым высоким содержание титруемых кислот в среднем по всем вариантам опыта было в 2020 и 2021 гг. – 2,13 и 2,18 % соответственно.

Отмечено достоверное увеличение содержания титруемых кислот при внесении азотных и калийных удобрений в дозе N<sub>90</sub>K<sub>120</sub> в 2020 и 2021 гг. Однако ни один из вариантов опыта с удобрениями не обеспечил стабильного эффекта на этот показатель в течение 4 лет исследования.

Соотношение сахара и органических кислот (сахарокислотный индекс – СКИ) в плодах является одним из важных критериев формирования вкуса. Чем он выше, тем более сладким ощущается вкус плодов.

В наших опытах значение СКИ в плодах вишни сорта Тургеневка изменялось от 4,93 до 7,03, в среднем по вариантам опыта в зависимости от года – от 5,76 до 6,86 (табл. 7).

Таблица 7

**Сахарокислотный индекс в плодах вишни сорта Тургеневка при внесении удобрений (2018–2021 гг.)**

Вариант (фактор А)	Год исследования (фактор В)				Средние А
	2018	2019	2020	2021	
1. Контроль (без удобрений)	6,73	6,00	5,70	6,76	6,30
2. N <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	7,10	5,63	5,83	5,63	6,05
3. N <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	7,03	5,80	6,66	5,60	6,27
4. N <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	6,63	5,93	4,93	4,96	5,61
5. N <sub>120</sub> K <sub>160</sub>	6,80	6,03	5,70	6,33	6,22
Средние В	6,86	5,88	5,76	5,86	6,09
НСР <sub>0,5</sub> А	0,65				
НСР <sub>0,5</sub> В	0,58				
НСР <sub>0,5</sub> АВ	1,30				

Наиболее сбалансированное соотношение сахаров и органических кислот в плодах наблюдалось в 2018 г., в среднем по вариантам опыта значение показателя составило 6,86 и было существенно выше, чем в последующие изучаемые годы. В 2021 г. внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>90</sub>K<sub>120</sub> способствовало достоверному снижению СКИ в плодах вишни в 1,4 раза по сравнению с контролем. Также в этом варианте СКИ был достоверно ниже уровня контроля и в среднем за 4 года эксперимента.

**Заключение.** В результате проведенного 4-летнего исследования установлено, что наиболее важным фактором, определявшим процессы формирования химического состава плодов вишни, были метеорологические условия вегетационного периода (особенно осадки), а действие азотных и калийных удобрений было слабым. Содержание растворимых сухих веществ, сахаров и органических кислот в плодах вишни существенно возрастало в годы с большей влагообеспеченностью. Действие минеральных удобрений проявлялось преимущественно в снижении сахаров в плодах. При этом наибольший эффект (в среднем за 4 года) отмечен при использовании удобрений в дозе

N<sub>90</sub>K<sub>120</sub>. Однако ни один из вариантов опыта с удобрениями не обеспечил стабильного эффекта на этот показатель в течение 4 лет исследований. Таким образом, применение азотных и калийных удобрений на агросерой плодородной почве в вишневом саду было малоэффективным и не обеспечивало улучшения качества плодов.

**Список источников**

1. Blando F., Oomah B.D. Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits // Trends in Food Science & Technology. 2019. Volume 86, P. 517–529. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.02.052.
2. Колесникова А.Ф. Вишня. Черешня. Харьков; М.: Фолио; АСТ, 2003. 255 с.
3. Р-активные вещества современных сортов вишни в условиях Орловской области / М.А. Макаркина [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 48, № 1. С. 161–164.
4. Fruit chemistry, nutritional benefits and social aspects of cherries / M.J. Serradilla [et al.] //

- Cherries: Botany, production and uses. Wallingford UK: CABI. 2017. P. 420–441.
5. Биохимическая характеристика сортов и форм вишни и черешни селекции ВНИИСПК / М.А. Макаркина [и др.] // Современное садоводство. 2018. № 2 (26). С. 28–35. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10205.
  6. Рахметова Т.П., Ефремов И.Н. Биохимическая характеристика плодов перспективных сортов вишни // Вестник аграрной науки. 2020. № 4 (85). С. 176–180. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.176.
  7. Cherries and health: a review / L.M. McCune [et al.] // Critical reviews in food science and nutrition. 2010. Vol. 51 (1). P. 1–12. DOI: 10.1080/10408390903001719.
  8. The role of cherries in exercise and health / P.G. Bell [et al.] // Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2014. Volume 24(3). P. 477–490. DOI: 10.1111/sms.12085.
  9. Kelley D.S., Adkins Y., Laugero K.D. A review of the health benefits of cherries // Nutrients. 2018. Vol. 10 (3). P. 368. DOI: 10.3390/nu10030368.
  10. Effect of cherry consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Diabetes & Metabolic Syndrome / O. Eslami [et al.] // Clinical Research & Reviews. 2022. Volume 18(2). P. 102409. DOI: 10.1016/j.dsx.2022.102409.
  11. Солонкин А.В., Еремин Г.В., Дубравина И.В. Результаты селекции вишни в Нижнем Поволжье на качество плодов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 136. С. 146–156. DOI: 10.21515/1990-4665-136-013.
  12. Химический состав плодов вишни селекции Татарского НИИ сельского хозяйства / Г.Е. Осипов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. № 15 (2). С. 35–41. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-35-41.
  13. Poll L., Petersen M., Nielsen G.S. Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titrateable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (*Prunus cerasus* L. cv. "Stevnsbær") // European food research and technology. 2003. Vol. 216. P. 212–216. DOI: 10.1007/s00217-002-0641-8.
  14. Rutkowski K., Łysiak G.P. Weather Conditions, Orchard Age and Nitrogen Fertilization Influences Yield and Quality of 'Łutówka' Sour Cherry Fruit // Agriculture. 2022. Vol. 12(12). DOI: 10.3390/agriculture12122008.
  15. Influence of foliar fertilization on mineral composition, sugar and organic acid content of sweet cherry / P.T. Nagy [et al.] // Acta Horticulturae 868: VI International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops, 2010. P. 353–358. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.868.47.
  16. Jaroszewska A. Quality of fruit cherry, peach and plum cultivated under different water and fertilization regimes // Journal of Elementology. 2011. Vol. 16(1). P. 51–58.
  17. Роева Т.А. Минеральное питание как фактор продуктивности и качества плодов вишни, черешни // Современное садоводство. 2018. № 2 (26). С. 48–69. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10208.
  18. Uçgun K. Effects of nitrogen and potassium fertilization on nutrient content and quality attributes of sweet cherry fruits // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2019. Vol. 47 (1). P. 114–118. DOI: 10.15835/nbha47111225.
  19. Влияние азотных и калийных удобрений на запасы азота и калия в почве вишневого сада и продуктивность деревьев / Т.А. Роева [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2020. № 12 (165). С. 54–62. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-12-54-62.
  20. Yene H., Altuntaş Ö. Effects of potassium fertilization on leaf nutrient content and quality attributes of sweet cherry fruits (*Prunus Avium* L.) // Journal of Plant Nutrition. 2021. Volume. 44 (7). P. 946–957. DOI: 10.1080/01904167.2020.1862203.
  21. Влияние удобрений и росторегуляторов различной природы на рост и плодоношение черешни и вишни / Т.В. Рябцева [и др.] // Плодоводство. 2022. Т. 28, № 1. С. 117–130.
  22. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]; под ред. А.И. Ермакова. 3-е изд., перераб. и доп. Л., 1987. 430 с.
  23. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел, 1999. 608 с.
  24. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки полевого исследования). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1986. 351 с.



25. *Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н.* Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов: учеб. пособие. 2-е изд. Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2015. 664 с.
26. *Церевитинов Ф.В.* Химия и товароведение свежих плодов и овощей. М.: Новый агроном, 1930. 701 с.
27. *Василишина О.В.* Влияние климатических факторов на формирование содержания сухих растворимых веществ и сахаров в плодах вишни // *Агрология*. 2019. № 2. С. 27–30. DOI: 10.32819/2617-6106.2018.14014.
28. *Ермаков А.И., Луковникова Г.А.* Об изменчивости химического состава урожая плодово-ягодных культур, выращенных в разных районах // *Биохимия плодов и овощей*. М., 1959. Сб. 5. С. 221–242.
29. *Мегердичев Е.Я.* Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенных для различных видов консервирования. М., 2003. 95 с.
8. The role of cherries in exercise and health / *P.G. Bell* [et al.] // *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2014. Vol. 24(3). P. 477–490. DOI: 10.1111/sms.12085.
9. *Kelley D.S., Adkins Y., Laugero K.D.* A review of the health benefits of cherries // *Nutrients*. 2018. Vol. 10 (3). P. 368. DOI: 10.3390/nu10030368.
10. Effect of cherry consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes & Metabolic Syndrome / O. Eslami* [et al.] // *Clinical Research & Reviews*. 2022. Vol. 18(2). P. 102409. DOI: 10.1016/j.dsx.2022.102409.
11. *Solonkin A.V., Eremin G.V., Dubravina I.V.* Rezultaty selekcii vishni v Nizhnem Povolzh'e na kachestvo plodov // *Politematicheskij setevoj `elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. № 136. S. 146–156. DOI: 10.21515/1990-4665-136-013.

### References

1. *Blando F., Oomah B.D.* Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits // *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Volume 86, P. 517–529. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.02.052.
2. *Kolesnikova A.F.* Vishnya. Chereschnya. Har'kov; M.: Folio; AST, 2003. 255 s.
3. R-aktivnye veschestva sovremennyh sortov vishni v usloviyah Orlovskoj oblasti / *M.A. Markarkina* [i dr.] // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2017. T. 48, № 1. S. 161–164.
4. Fruit chemistry, nutritional benefits and social aspects of cherries / *M.J. Serradilla* [et al.] // *Cherries: Botany, production and uses*. Wallingford UK: CABI. 2017. P. 420–441.
5. Biohimicheskaya harakteristika sortov i form vishni i chereschni selekcii VNIISPK / *M.A. Markarkina* [i dr.] // *Sovremennoe sadovodstvo*. 2018. № 2 (26). S. 28–35. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10205.
6. *Rahmetova T.P., Efremov I.N.* Biohimicheskaya harakteristika plodov perspektivnyh sortov vishni // *Vestnik agrarnoj nauki*. 2020. № 4 (85). S. 176–180. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.176.
7. Cherries and health: a review / *L.M. McCune* [et al.] // *Critical reviews in food science and nutrition*. 2010. Vol. 51 (1). P. 1–12. DOI: 10.1080/10408390903001719.
12. Himicheskij sostav plodov vishni selekcii Tatarskogo NII sel'skogo hozyajstva / *G.E. Osipov* [i dr.] // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020. № 15 (2). S. 35–41. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-35-41.
13. *Poll L., Petersen M., Nielsen G.S.* Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titrateable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (*Prunus cerasus* L. cv. "Stevnsbær") // *European food research and technology*. 2003. Vol. 216. P. 212–216. DOI: 10.1007/s00217-002-0641-8.
14. *Rutkowski K., Łysiak G.P.* Weather Conditions, Orchard Age and Nitrogen Fertilization Influences Yield and Quality of 'Łutówka' Sour Cherry Fruit // *Agriculture*. 2022. Vol. 12(12). DOI: 10.3390/agriculture12122008.
15. Influence of foliar fertilization on mineral composition, sugar and organic acid content of sweet cherry / *P.T. Nagy* [et al.] // *Acta Horticulturae* 868: VI International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops, 2010. P. 353–358. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.868.47.
16. *Jaroszewska A.* Quality of fruit cherry, peach and plum cultivated under different water and fertilization regimes // *Journal of Elementology*. 2011. Vol. 16(1). P. 51–58.
17. *Roeva T.A.* Mineral'noe pitanie kak faktor produktivnosti i kachestva plodov vishni,

- chereshni // *Sovremennoe sadovodstvo*. 2018. № 2 (26). S. 48–69. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10208.
18. *Uçgun K.* Effects of nitrogen and potassium fertilization on nutrient content and quality attributes of sweet cherry fruits // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2019. Vol. 47 (1). P. 114–118. DOI: 10.15835/nbha47111225.
  19. Vliyanie azotnyh i kalijnyh udobrenij na zapasy azota i kaliya v pochve vishneвого sada i produktivnost' derev'ev / *T.A. Roeva* [i dr.] // *Vestnik KrasGAU*. 2020. № 12 (165). S. 54–62. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-12-54-62.
  20. *Yene H., Altuntaş Ö.* Effects of potassium fertilization on leaf nutrient content and quality attributes of sweet cherry fruits (*Prunus Avium* L.) // *Journal of Plant Nutrition*. 2021. Vol. 44 (7). P. 946–957. DOI: 10.1080/01904167.2020.1862203.
  21. Vliyanie udobrenij i rostoregulyatorov razlichnoj prirody na rost i plodonoshenie chereshni i vishni / *T.V. Ryabceva* [i dr.] // *Plodovodstvo*. 2022. T. 28, № 1. S. 117–130.
  22. Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij / *A.I. Ermakov* [i dr.]; pod red. *A.I. Ermakova*. 3-e izd., pererab. i dop. L., 1987. 430 s.
  23. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orehoplodnyh kul'tur / pod obsch. red. *E.N. Sedova, T.P. Ogol'covej*. Orel, 1999. 608 s.
  24. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki polevogo issledovaniya). 5-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1986. 351 s.
  25. *Sheudzhen A.H., Bondareva T.N.* Metodika agrohimicheskikh issledovanij i statisticheskaya ocenka ih rezul'tatov: ucheb. posobie. 2-e izd. Majkop: Poligraf-YuG, 2015. 664 s.
  26. *Cerevitinov F.V.* Himiya i tovarovedenie svezhih plodov i ovoschej. M.: Novyj agronom, 1930. 701 s.
  27. *Vasilishina O.V.* Vliyanie klimaticheskikh faktorov na formirovanie sodержaniya suhih rastvorimyh veschestv i saharov v plodah vishni // *Agrologiya*. 2019. № 2. S. 27–30. DOI: 10.32819/2617-6106.2018.14014.
  28. *Ermakov A.I., Lukovnikova G.A.* Ob izmenchivosti himicheskogo sostava urozhaya plodovoyagodnyh kul'tur, vyraschennyh v raznyh rajonah // *Biohimiya plodov i ovoschej*. M., 1959. Sb. 5. S. 221–242.
  29. *Megerdichev E.Ya.* Tehnologicheskie trebovaniya k sortam ovoschnyh i plodovyh kul'tur, prednaznachennyh dlya razlichnyh vidov konservirovaniya. M., 2003. 95 s.

Статья принята к публикации 25.04.2023 / The article accepted for publication 25.04.2023.

Информация об авторах:

**Оксана Альфредовна Ветрова**<sup>1</sup>, старший научный сотрудник лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения, кандидат сельскохозяйственных наук

**Маргарита Алексеевна Макаркина**<sup>2</sup>, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией биохимической и технологической оценки сортов и хранения, доктор сельскохозяйственных наук

**Татьяна Александровна Роева**<sup>3</sup>, ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

**Oksana Alfredovna Vetrova**<sup>1</sup>, Senior Researcher at the Laboratory of Biochemical and Technological Assessment of Varieties and Storage, Candidate of Agricultural Sciences

**Margarita Alekseevna Makarkina**<sup>2</sup>, Chief Researcher, Head of the Laboratory of Biochemical and Technological Assessment of Varieties and Storage, Doctor of Agricultural Sciences

**Tatyana Aleksandrovna Roeva**<sup>3</sup>, Leading Researcher at the Laboratory of Agrochemistry, Candidate of Agricultural Sciences