

УДК 634.8:047:631.8:631.421.1

UDC 634.8:047: 631.8:631.421.1

DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-225-238

DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-225-238

**ЭЛЕМЕНТЫ
ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЕ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВИНОГРАДА**

**ELEMENTS
OF ORGANIC FARMING
IN THE TECHNOLOGICAL SCHEME
OF GRAPE CULTIVATION**

Руссо Дмитрий Эдуардович
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством в ампелоценозах
и экосистемах
e-mail: dmitriyrusso@yandex.ru

Russo Dmitry Eduardovich
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Laboratory of Reproduction Control
in the Ampelocenoses
and Ecological Systems
e-mail: dmitriyrusso@yandex.ru

Красильников Александр Андреевич
канд. с.-х. наук,
старший научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством в ампелоценозах
и экосистемах
e-mail: akrasilnikov@yandex.ru

Krasilnikov Aleksandr Andreevich
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Laboratory of Reproduction Control
in the Ampelocenoses
and Ecological Systems
e-mail: akrasilnikov@yandex.ru

Якуба Юрий Федорович
д-р хим. наук, доцент
заведующий информационно-аналитической
лабораторией
e-mail: uriteodor@yandex.ru

Yakuba Yuriy Fedorovich
Dr. Sci. Chem., Docent
Head of Information
and Analytical Laboratory
e-mail: uriteodor@yandex

Киселева Галина Константиновна
канд. биол. наук
старший научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: galina-kiseleva-1960@mail.ru

Kiseleva Galina Konstantinovna
Cand. Biol. Sci.
Senior Research Associate
of Plant of Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: galina-kiseleva-1960@mail.ru

Схаляхо Татьяна Вячеславовна
младший научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: tshalyho@mail.ru

Shalyakho Tatiana Vyacheslavovna
Junior Research Associate
of Plant of Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: tShalyho@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства, виноградар-
ства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

В 2022-2023 гг. в условиях Черноморской зоны Краснодарского края (ООО «Абрау-Дюрсо», г. Новороссийск) методом полевого опыта проведено агробиологическое исследование эффективности применения некорневых подкормок винограда водными растворами эффлюента «Биоконцентрат-Z». Новое, экологически чистое, безопасное органическое удобрение получено с использованием биотехнологического метода метангенерации с участием анаэробных бактерий побочных продуктов животноводства, а также компостных смесей на их основе с растительной биомассой. В соответствии с характеристикой состава препарата, «Биоконцентрат-Z» состоит преимущественно из гуминовых и фульвокислот. Удобрение также содержит комплекс макро- и микроэлементов, фитогормоны (в микроколичествах), регуляторы роста, штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты. Препарат не токсичен, не содержит тяжелых металлов, соответствует требованиям ГОСТ 33380-2015 «Удобрения органические. Эффлюент. Технические условия», предназначен для применения в системе органического и биологизированного земледелия на основе международных стандартов органического сельского хозяйства. В результате изучения эффективности приема некорневой обработки винограда эффлюентом «Биоконцентрат Z» выявлена перспективность использования метода повышения устойчивости и продуктивности растений на фоне негативного влияния абиотических факторов по критериям: ассимиляционная и метаболическая активность растений, хозяйственная урожайность, динамика накопления ягодами сухих веществ, товарное качество урожая. На фоне применения препарата в сравнении с контрольным вариантом (без обработок) установлена более высокая ассимиляционная активность листьев в летний период депрессии фотосинтеза, увеличение содержания органических кислот, фенольных соединений, свободных аминокислот, в том числе осмопротектора пролина. Прибавка урожая в 2022 и 2023 гг. была получена преимущественно за счет

In 2022-2023, in the conditions of the Black Sea zone of the Krasnodar region (ООО "Abrau-Durso", Novorossiysk), an agrobiological study of the effectiveness of using foliar top dressing of grapes with aqueous solutions of the Bioconcentrate-Z effluent was carried out using field experience. A new, environmentally friendly, safe organic fertilizer was obtained using a biotechnological method of metangeneration with the participation of anaerobic bacteria by-products of animal husbandry, as well as compost mixtures based on them with plant biomass. In accordance with the characteristics of the composition of the drug, "Bioconcentrate-Z" consists mainly of humic and fulvic acids. The fertilizer also contains a complex of macro- and microelements, phytohormones (in micro quantities), growth regulators, strains of living rhizospheric soil microorganisms, amino acids. The drug is non-toxic, does not contain heavy metals, meets the requirements of GOST 33380-2015 "Organic fertilizers. The effluent. Technical conditions", is intended for use in the system of organic and biologized agriculture based on international standards of organic agriculture. As a result of studying the effectiveness of foliar treatment of grape plants with the "Bioconcentrate Z" effluent, the prospects of using the method of increasing plant stability and productivity against the background of the negative influence of abiotic factors according to the criteria were revealed: assimilation and metabolic activity of plants, economic productivity, dynamics of accumulation of dry substances by berries, commercial quality of the yield. Against the background of the use of the drug, in comparison with the control variant (without treatments), a higher assimilation activity of leaves during the summer period of photosynthesis depression, an increase in the content of organic acids, phenolic compounds, free amino acids, including the osmoprotector proline, was established. The increase in yield in 2022 and 2023 was obtained

увеличения количества плодоносных побегов на куст и массы грозди, обусловленной ее более высокой плотностью.

mainly due to an increase in the number of fruiting shoots per bush and the mass of the bunch due to its higher density.

Ключевые слова: РАСТЕНИЯ ВИНОГРАДА, ЭФФЛЮЕНТ, НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ, ПРОДУКТИВНОСТЬ

Key words: GRAPE PLANTS, ORGANIC FERTILIZER EFFLUENT, FOLIAR FERTILIZING, PRODUCTIVITY

Введение. Состояние экосистемы ампелоценоза на фоне агрохимического прессинга и уровень реализации ее производционного потенциала находятся в тесной зависимости, что обуславливает необходимость реализации программы внедрения биологических способов экологизации интенсификационных процессов технологической схемы производства продукции виноградарства [1-3]. Предметные исследования в данной области зачастую рассматриваются в комплексе с решением проблемы эффективного использования отходов животноводства и растениеводства, позволяющих повысить долю производства и применения возобновляемых ресурсов на основе доступного и дешевого сырья, повысить эффективность и качество утилизации отходов в зонах их значительной концентрации. Производство новых, экологически безопасных органических удобрений – эффлюентов – с использованием различного рода исходных субстратов рассматривается учеными как способ многофункционального положительного воздействия на агроценоз [4-6]. Технология производства эффлюентов основана на применении биогазовых установок, производящих метан для бытовых нужд, отопления помещений, заправки автомобилей и тракторов. Получаемый при этом сброженный жидкий остаток (эффлюент) обладает исключительной экологичностью в результате того, что во время анаэробного сбраживания органического сырья уничтожается патогенная микрофлора, подавляется активность находящихся в сырье семян сорных растений, питательные вещества продукта переработки переходят в более доступную для растений форму, нейтрализуется неприятный запах [4]. Широкому внедрению в сельскохозяйственное производство подобного рода биотех-

нологий посвящены работы ряда отечественных и зарубежных ученых [7-12]. Экологической оценке способов переработки, возможности и перспектив использования органических ресурсов, образующихся в сельскохозяйственном, промышленном производстве, коммунальном хозяйстве, их внедрении в технологическую схему возделывания виноградников и отрасли виноделия посвящены многочисленные работы исследователей [13-17]. Ученые анализируют экологические аспекты утилизации органических отходов способом компостирования [13], орошения виноградников [14, 15], распределения питательных веществ при анаэробном сбраживании удаленных в процессе обрезки побегов [16], использовании органических удобрений для некорневой подкормки растений винограда [17]. Рассматривая способ метангенерации с участием анаэробных бактерий побочных продуктов животноводства, а также компостных смесей на их основе с растительной биомассой, как наиболее экологичный и перспективный, российские ученые проводят специальные исследования эффективности эффлюентов, как основы при разработке экофункциональных удобрений, гипотетически предполагая их широкое внедрение в производство продукции сельского хозяйства [4-6]. В отрасли виноградарства актуальность и новизна данных исследований обусловлена отсутствием литературных источников, сообщающих о влиянии эффлюентов на устойчивость и продуктивность растений в условиях изменяющегося климата, качественные характеристики винограда, а также перспективой разработки новых экологизированных агротехнологий.

Объекты и методы исследований. Объект исследований – эффективность нового, экологически чистого, безопасного органического удобрения «Биоконцентрат-Z», применяемого на виноградниках в некорневых подкормках. Основным биологическим методом изучения эффективности некорневой подкормки растений водным раствором препарата «Биокон-

центрат-Z», изготовленного при помощи экологически безопасной технологии метанового анаэробного дигерирования, был полевой опыт, проведенный в течение 2-х лет с использованием актуальной методики Б.А. Доспехова [18]. Опыт был заложен в условиях слабо- и среднегумусной дерново-карбонатной почвы в 2022 году в четырехкратной повторности на участках плодоносящего виноградника ООО «Абрау-Дюрсо» (г. Новороссийск) сортов Мерло (2022-2023 гг.) и Каберне Совиньон (2023 г.) по схеме:

- Вариант 1. Контроль, без некорневых подкормок, обработки растений водой;
- Вариант 2. Некорневые подкормки препаратом «Биоконцентрат-Z» в дозе 0,5 л/га (2022-2023 гг.);
- Вариант 3. Некорневые подкормки препаратом «Биоконцентрат-Z» в дозе 1,0 л/га (2022 г.)^{*}.

В соответствии с данными агрохимического обследования почвы полевого опыта в границах промышленных насаждений винограда, выявлена однородность экспериментального участка по показателям: содержание подвижных соединений фосфора и калия, органического вещества, азота нитратов, рН_{вод.}, катионно-анионный состав водной вытяжки, агрофизические свойства почвы. Это обусловило систематическое расположение вариантов. Содержание щелочных солей, в том числе вредных щелочных, не превышало допустимые нормы для винограда. Вредные нейтральные соли, хлориды также были выявлены в минимальных количествах в границах всего насаждения.

В соответствии с характеристикой состава препарата, представленной производителем, «Биоконцентрат-Z» состоит преимущественно из гуминовых и фульвокислот. Удобрение также содержит комплекс макро- и микроэлементов, фитогормоны (в микроколичествах), регуляторы роста,

^{*} Вариант был исключен из опыта в 2023 г. Эффективность дозы препарата 1 л/га была на уровне эффективности дозы 0,5 л/га преимущественно по всем показателям.

штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты. Препарат не токсичен, не содержит тяжелых металлов, соответствует требованиям ГОСТ 33380-2015 «Удобрения органические. Эффлюент. Технические условия». Органическое удобрение предназначено для применения в системе органического и биологизированного земледелия на основе международных стандартов органического сельского хозяйства (биологические удобрения, имеющие подтверждение для использования в органическом сельском хозяйстве без госрегистрации).

Эффективность применения препарата исследовали в полевых и лабораторных условиях по критериям: вегетативная продуктивность винограда, ассимиляционная и метаболическая активность растений, хозяйственная урожайность, динамика накопления ягодами сухих веществ, товарное качество урожая. Основой проведенных наблюдений, анализов и математической обработки результатов послужили актуальные методики и современные инструментально-аналитические способы исследования растений [18-22], ГОСТ 31782-2012 «Виноград свежий машинной и ручной уборки для промышленной переработки. Технические условия».

Обсуждение результатов. Сроки проведения некорневых подкормок соответствовали: 1) периоду распускания почек и первичному росту побегов перед цветением; 2) началу роста ягоды, обладающей способностью ассимиляции и активного потребления органических веществ (табл. 1).

Таблица 1 – Система применения некорневых подкормок винограда

Сроки проведения обработок	Способ внесения удобрения	Объем рабочего раствора на 1 га, л	Условия применения препарата
I тур обработки (перед началом цветения)	Механизировано, с помощью ОПВ-2000	600	1. Рабочий раствор готовят непосредственно перед применением 2. Хранение препарата недопустимо
II тур обработки (размер ягоды «горошина»)	Механизировано, с помощью ОПВ-2000	800	

*Указанный объем рабочего раствора на один гектар обеспечивал оптимальное смачивание растений.

Первая подкормка растений проводилась с целью повышения устойчивости винограда на фоне резкого перепада температуры воздуха в позд-незимний и ранневесенний периоды от минимальных значений -5°C (февраль 2022 г.) и -10°C (февраль 2023 г.) до максимальных, соответственно $+18^{\circ}\text{C}$ и $+16^{\circ}\text{C}$, а также -6°C (март 2022 г.) и -4°C (март 2023 г.) до $+14^{\circ}\text{C}$ и $+16^{\circ}\text{C}$. Вторая подкормка была проведена в начальный период активного роста ассимилирующей темно-зеленой ягоды с целью оптимизации режима питания растений и формирования полноценной грозди.

Интенсивность ростовых процессов анализировали на различных этапах развития растений винограда. В 2022 г. наиболее значительные различия между вариантами были выявлены во второй половине вегетации (табл. 2). В 2023 году в весенне-летний период агробиологические учеты не показали существенных различий между вариантами. В контрольном варианте длина побегов в весенне-летний период составляла соответственно 16,6 и 49,8 см, в варианте с некорневыми подкормками растений – 16,6 см (сорт Мерло), 16,8 см (сорт Каберне Совиньон) и 51,1 (сорт Мерло), 50,9 см (сорт Каберне Совиньон). Интенсивность нарастания вегетативной массы винограда во всех вариантах опыта, вероятно, связана с достаточными запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы. Проведенные во второй половине вегетации (при дефиците атмосферных осадков) агробиологические учеты выявили более интенсивный процесс роста побегов у растений винограда на фоне применения препарата «Биоконцентрат-Z», не превышающий при этом значений НСР.

Таблица 2 – Динамика роста побегов у растений винограда сорта Мерло (2022 г.)

Вариант	Дата				
	20 мая	12 июня	20 июля	10 августа	17 сентября
Контроль	16,5	49,6	77,0	122,1	178,1
Биоконцентрат-Z 0,5 л/га	16,4	50,9	85,5	131,9	206,8
Биоконцентрат-Z 1,0 л/га	16,5	50,4	81,6	130,7	203,5
<i>НСР₀₅</i>	<i>0,34</i>	<i>0,56</i>	<i>3,34</i>	<i>6,27</i>	<i>11,68</i>

Анализ данных агробиологических учетов выявил отсутствие существенных различий между вариантами опыта по показателям: количество побегов на куст, количество плодоносных побегов и количество соцветий. При этом коэффициент плодоношения (К1) в вариантах с применением препарата «Биоконцентрат-Z» в дозах 0,5 л/га и 1,0 л/га был выше соответственно на 5,5 и 3,3 % в сравнении с контрольным вариантом, а коэффициент плодоносности (К2) – соответственно на 1,6 и 0,8 %.

Лабораторные исследования растений винограда были проведены в динамике в летний период напряженности гидротермических факторов, когда максимальная температура воздуха в 2022 и 2023 гг. достигала значений 28-31 °С (июнь), 28-33°С (июль), 32-36 °С (август). Анализировали молодые листья апикальной части побегов винограда, как участки локализации меристем. В июле и августе у винограда сорта Мерло, несмотря на депрессию фотосинтеза, вызванную дефицитом влаги и высокими температурами воздуха, выявлена более интенсивная ассимиляционная активность в варианте с применением эффлоента «Биоконцентрат-Z» некорневым способом – 4,41 мг/г сух. в-ва (2022 г.) и 3,33 мг/г сух. в-ва (2023 г.). Несколько ниже был этот показатель у учетных растений винограда сорта Каберне Совиньон – 2,76 мг/г сух. в-ва. В контрольном варианте суммарное количество зеленых пигментов в листьях винограда сорта Мерло было меньше на 26,4 % (2022 г.) и 40,5 % (2023 г.). Количество каротиноидов, предохраняющих зеленые пигменты от избыточного действия солнечной энергии и окисления, было также несколько выше: в 2022 г. на 25,6 % (сорт Мерло); в 2023 г. на 34,9 и 24,4 % (сорта Мерло и Каберне Совиньон соответственно). Данные анализа соответствовали анатомо-морфологическим исследованиям листьев. Выявлено увеличение слоя палисадной ткани, ответственной за фотосинтез и содержащей основное количество хлоропластов, на 18,3 % и общей толщины листовой пластинки на 7,5 %.

Метаболическую активность винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон исследовали в период созревания урожая (июль-август), рассматривая интенсивность процесса образования вторичных метаболитов в качестве показателя устойчивости растений в период напряженности гидро-термических факторов.

В результате анализа было выявлено влияние некорневых обработок на увеличение содержания в листьях винограда физиологически активных органических кислот (рис. 1). В 2022 г. у винограда сорта Мерло при применении препарата «Биоконцентрат-Z» в дозе 0,5 л/га, содержание винной кислоты в листьях возросло более чем в 2 раза, яблочной кислоты – более чем в 3 раза. В 2023 году тенденция сохранялась: на фоне обработок содержание винной кислоты увеличивалось на 82,7 %, яблочной – в два раза. У винограда сорта Каберне Совиньон в 2023 г. выявлено увеличение содержания винной и яблочной кислот в молодых листьях под действием некорневых обработок соответственно на 38,1 % и 80,0 %.

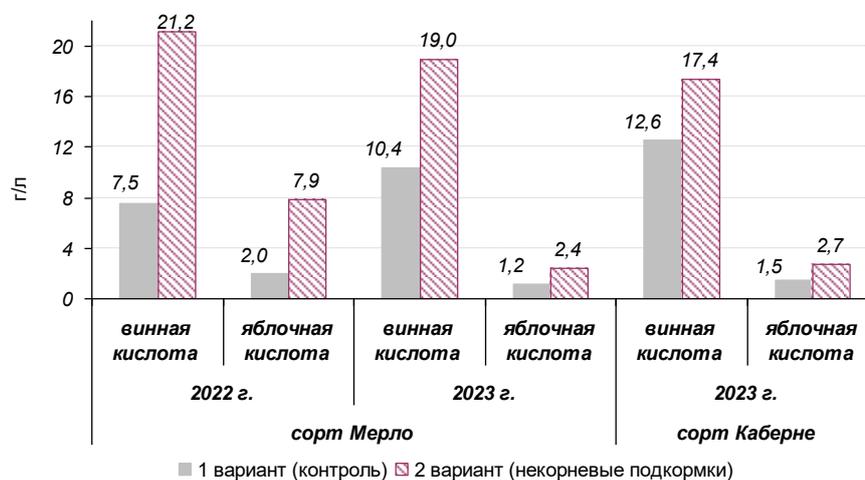


Рис. 1. Содержание в листьях винограда органических кислот

В третьей декаде августа 2023 г. было выявлено увеличение содержания в листьях винограда фенольных соединений в варианте с применением препарата «Биоконцентрат-Z» (рис. 2), что характеризует более интенсивное протекание процесса вызревания лозы винограда.

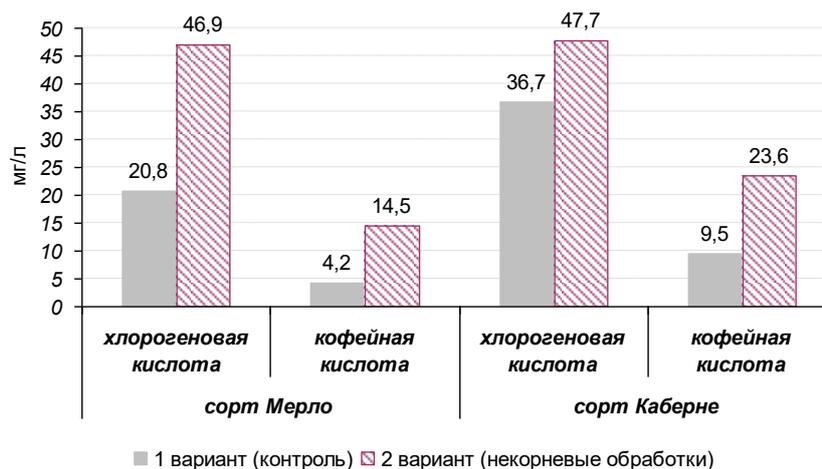


Рис. 2. Содержание в листьях винограда фенольных соединений, обладающих антибактериальной активностью

В третьей декаде июня и августа 2023 г. анализ содержания в листьях винограда легкоподвижной формы аминокислот, участвующих в синтезе белков, выявил влияние некорневых обработок растений на увеличение содержания лейцина, валина, оказывающих влияние на фотосинтетическую активность, а также осмопротектора пролина. Полученные результаты лабораторных исследований позволяют рассматривать прием некорневой подкормки растений как способ стимулирования адаптивных свойств винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон на фоне дестабилизирующего действия абиотических факторов.

Хозяйственная урожайность винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон в вариантах с применением препарата «Биоконцентрат-Z» в дозе 0,5 л/га существенно превысила значение показателя в контрольном варианте (без обработок) (табл. 3). Прибавка урожая в 2022 и 2023 гг. была получена преимущественно за счет увеличения количества плодоносных побегов на куст и массы грозди, обусловленной ее более высокой плотностью (табл. 4). Данная тенденция, выявленная в 2022 г. в результате визуальных наблюдений и измерений формирующейся грозди винограда сорта Мерло в динамике (в конце мая, июне-июле и в период уборки урожая), была подтверждена в 2023 году. При этом наблюдалось более интенсивное накопление ягодами винограда сухих веществ, в сравнении с данными, полученными в контрольном варианте (рис. 3).

Таблица 3 – Хозяйственная урожайность винограда

Сорт	Вариант	Урожайность				Прибавка к контролю			
		2022	2022	2023	2023	2022	2022	2023	2023
		с куста, кг	с 1 га, т	с куста, кг	с 1 га, т	т/га	%	т/га	%
Мерло	Контроль	4,7	10,33	5,3	11,78	-	-	-	-
	Биоконцентрат-Z, 0,5 л/га	5,2	11,50	6,8	15,11	1,17	11,3	1,50	28,3
	<i>HCP₀₅</i>	0,31	1,17	0,61	1,25				
Каберне Совиньон	Контроль			4,9	10,89				
	Биоконцентрат-Z, 0,5 л/га			5,8	12,91			0,90	18,5
	<i>HCP₀₅</i>			0,25	1,10				

Таблица 4 – Средняя масса грозди винограда на участке полевого опыта

Сорт	Вариант	Масса грозди, г	
		2022 г.	2023 г.
Мерло	Контроль	110,5	112,3
	Биоконцентрат-Z, 0,5 л/га	120,1	138,7
	<i>HCP₀₅</i>	1,44	4,87
Каберне Совиньон	Контроль		98,7
	Биоконцентрат-Z, 0,5 л/га		105,9
	<i>HCP₀₅</i>		4,20

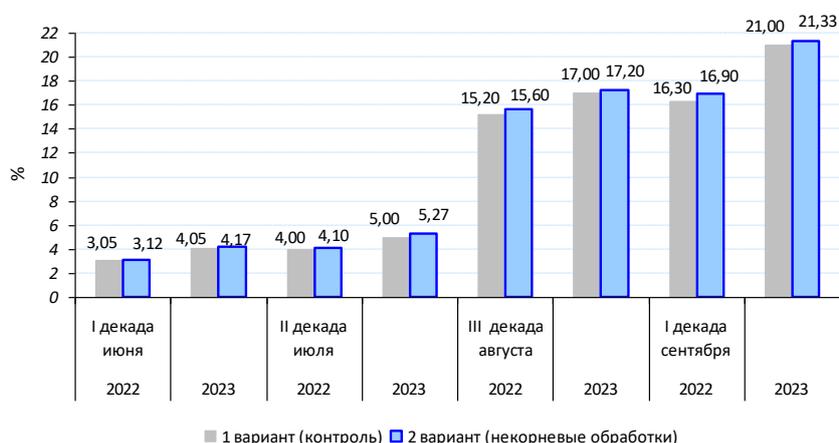


Рис. 3. Динамика содержания сухих веществ в ягодах винограда сорта Мерло

Выводы. Таким образом, проведенное за период 2022-2023 гг. агробиологическое изучение эффективности приема некорневой обработки винограда эфлюентом «Биоконцентрат Z» выявило перспективность ис-

пользования метода повышения устойчивости и продуктивности растений на фоне негативного влияния абиотических факторов по критериям: ассимиляционная и метаболическая активность растений, хозяйственная урожайность, динамика накопления ягодами сухих веществ, товарное качество урожая. Эффективность приема основана на свойствах препарата, содержащего комплекс биологически активных органических и минеральных соединений, направленных на усиление устойчивости растений и обменных процессов.

Литература

1. Егоров Е. А., Шадрин Ж.А., Кочьян Г.А. Технолого-экономическая оценка биоресурсных деформаций в многолетних агроценозах // Садоводство и виноградарство. 2022. № 4. С. 56-62. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-4-56-62.
2. Егоров Е. А., Шадрин Ж.А., Петров В.С., Кочьян Г.А. Механизм управления устойчивостью агроэкосистемы по критериям эколого-экономической эффективности [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 73 (1). DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-1-13. Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/22/01/01.pdf> (дата обращения 03.12.2023).
3. Биологические методы управления продукционным и адаптивным потенциалом ампелоценозов / В.С. Петров и др. // Научные труды СКФНЦСВВ. 2023. Т. 36. С. 162-176. DOI: 10.30679/2587-9847-2023-36-162-176.
4. Тарасов С.И., Ковалев Д.А., Караева Ю.В. Применение эффлюента биогазовой установки в качестве удобрения для органического земледелия // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 91-97. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-3-91-97
5. Тарасов С.И. Метангенерация бесподстилочного навоза, помета. Эффлюент: свойства, эффективность применения // Техника и технологии в животноводстве. 2018. № 4. С. 139-149. EDN: YNVDYD
6. Сидоренко О.Д. Использование продуктов биоконверсии отходов животноводства в качестве органических удобрений (концепция) // Агрохимия. 2018. №. 4. С. 36-38. DOI: 10.7868/S000218811804004X
7. Обоснование создания экофункциональных биоудобрений на основе эффлюента для восстановления плодородия и повышения продуктивности почв деградированных сельскохозяйственных земель / И.А. Бурдин, [и др.] // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2020. № 8 (77). С. 52-55. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.5.77.996
8. Thermophilic anaerobic digestion as suitable bioprocess producing organic and chemical renewable fertilizers: A full-scale approach / A. Pigoli, et al. // Waste Management. 2021. Vol. 124. P. 356-367. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.028>
9. Valorization of agricultural waste for biogas based circular economy in India: A research outlook / R. Kapoor, et al. // Bioresource Technology. 2020. Vol. 304. 123036. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123036>
10. Utilization of agricultural and livestock waste in anaerobic digestion (AD): Applying the biorefinery concept in a circular economy / G. Rekleitis, et al. // Energies. 2020. Vol. 13(17). 4428. <https://doi.org/10.3390/en13174428>

11. Exploitation of olive mill wastewater and liquid cow manure for biogas production / M.A. Dareioti, et al. // Waste Management. 2010. Vol. 30(10). P. 1841-1848. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.02.035>
12. Fajar M.F., Faizal M., Novia N. Effects of mesophilic and thermophilic temperature condition to biogas production (methane) from palm oil mill effluent (POME) with cow manures // Science and Technology Indonesia. 2018. Vol. 3(1). P. 19-25. <https://doi.org/10.26554/sti.2018.3.1.19-25>
13. Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical, economic and environmental analyses of the composting process / L. Ruggieri, et al. // Journal of cleaner production. 2009. Vol. 17(9). P. 830-838. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.12.005>
14. De las Heras J., Mañas P. Reclaimed wastewater to irrigate olive groves and vineyards: Effects on soil properties // Agronomy. 2020. Vol. 10 (5). 649. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050649>
15. Effects of water harvesting and organic fertilizer on vineyard (*Vitis vinifera* L.) yield and soil moisture content under arid conditions / M. Kuzucu, et al. // Bangladesh Journal of Botany. 2019. Vol. 48 (4). P. 1215-1221. DOI: 10.3329/bjb.v48i4.49067
16. Gómez S.J., Causapé M.C. C., Martínez A.A. Distribution of nutrients in anaerobic digestion of vine shoots // Bioresource technology. 1993. Vol. 45(2). P. 93-97. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(93\)90096-T](https://doi.org/10.1016/0960-8524(93)90096-T)
17. Soil-and foliar-applied organic fertilizers in viticulture / A. Vercesi, et al. // Informatore Agrario. 2000. Vol. 56(6). P. 83-89. <http://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20000310050>
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию. 2014. 352 с.
19. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда / под ред. К.А. Серпуховитиной. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. 182 с.
20. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2021. 147 с.
21. Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда. Учебно-методическое пособие. Краснодар: ООО «Просвещение-ЮГ», 2015. 215 с. EDN: VROMIH
22. Якуба Ю.Ф. Применение СВЧ-экстракции и высокоэффективного капиллярного электрофореза для анализа вегетативных органов растений // Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, растений и сельскохозяйственного сырья: материалы II междунар. конф. М., 2004. С. 71-74. EDN: СОКМУИ

References

1. Egorov E. A., Shadrina J.A., Kochyan G.A. Techno-economic assessment of bioresource deformation in perennial agrocenoses // Horticulture and viticulture. 2022. № 4. P. 56-62. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-4-56-62 ([in Russian](#))
2. Egorov E. A., Shadrina Zh.A., Petrov V.S., Kochyan G.A. The mechanism of managing the sustainability of the agroecosystem according to the criteria of ecological and economic efficiency [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2022. № 73 (1). P. 1-13. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-1-13. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/01/01.pdf> (accessed date: 03.12.2023) ([in Russian](#))
3. Biological methods of managing the productive and adaptive potential of ampelocenoses / V.S. Petrov et al. // Scientific works of NCFSCHVW. 2023. Vol. 36. P. 162-176. DOI: 10.30679/2587-9847-2023-36-162-176 ([in Russian](#))
4. Tarasov S.I., Kovalev D.A., Karaeva Yu.V. Application of biogas unit effluent as fertilizer for organic farming // Electronic library of Ulyanovsk State Agrarian University. 2018. № 3. P. 91-97. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-3-91-97 ([in Russian](#))

5. Tarasov S.I. Metangeneration of bespodstyl manure, manure. Effluent: properties, effectiveness of application // Machinery and technologies in animal husbandry. 2018. № 4. P. 139-149. EDN: YNVDYD ([in Russian](#))

6. Sidorenko O.D. The use of bioconversion products of animal husbandry waste as organic fertilizers (concept) // Agrochemistry. 2018. № 4. P. 36-38. DOI: 10.7868/S000218811804004X ([in Russian](#))

7. Justification for the creation of ecofunctional biofertilizers based on effluent to restore fertility and increase soil productivity of degraded agricultural lands / I.A. Burdin, et al. // Eurasian Union of Scientists (EU). 2020. № 8 (77). P. 52-55. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.5.77.996 ([in Russian](#))

8. Thermophilic anaerobic digestion as suitable bioprocess producing organic and chemical renewable fertilizers: A full-scale approach / A. Pigoli, et al. // Waste Management. 2021. Vol. 124. P. 356-367. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.028>

9. Valorization of agricultural waste for biogas based circular economy in India: A research outlook / R. Kapoor, et al. // Bioresource Technology. 2020. Vol. 304. 123036. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123036>

10. Utilization of agricultural and livestock waste in anaerobic digestion (AD): Applying the biorefinery concept in a circular economy / G. Rekleitis, et al. // Energies. 2020. Vol. 13(17). 4428. <https://doi.org/10.3390/en13174428>

11. Exploitation of olive mill wastewater and liquid cow manure for biogas production / M.A. Dareioti, et al. // Waste Management. 2010. Vol. 30(10). P. 1841-1848. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.02.035>

12. Fajar M.F., Faizal M., Novia N. Effects of mesophilic and thermophilic temperature condition to biogas production (methane) from palm oil mill effluent (POME) with cow manures // Science and Technology Indonesia. 2018. Vol. 3(1). P. 19-25. <https://doi.org/10.26554/sti.2018.3.1.19-25>

13. Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical, economic and environmental analyses of the composting process / L. Ruggieri, et al. // Journal of cleaner production. 2009. Vol. 17(9). P. 830-838. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.12.005>

14. De las Heras J., Mañas P. Reclaimed wastewater to irrigate olive groves and vineyards: Effects on soil properties // Agronomy. 2020. Vol. 10 (5). 649. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050649>

15. Effects of water harvesting and organic fertilizer on vineyard (*Vitis vinifera* L.) yield and soil moisture content under arid conditions / M. Kuzucu, et al. // Bangladesh Journal of Botany. 2019. Vol. 48 (4). P. 1215-1221. DOI: 10.3329/bjb.v48i4.49067

16. Gómez S.J., Causapé M.C. C., Martínez A.A. Distribution of nutrients in anaerobic digestion of vine shoots // Bioresource technology. 1993. Vol. 45(2). P. 93-97. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(93\)90096-T](https://doi.org/10.1016/0960-8524(93)90096-T)

17. Soil-and foliar-applied organic fertilizers in viticulture / A. Vercesi, et al. // Informatore Agrario. 2000. Vol. 56(6). P. 83-89. <http://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20000310050>

18. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance, 2014. 352 p. ([in Russian](#)).

19. Serpukhovitina K.A. et al. Methodological and analytical support for the organization and conduction of research on grape production technology. Krasnodar, 2010. 182 p. ([in Russian](#))

20. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A. Research methods in viticulture. Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW, 2021. 147 p. EDN: SRFRBJ ([in Russian](#))

21. Modern instrumental and analytical methods for the study of fruit crops and grapes. Educational and methodical manual. Krasnodar: OOO "Prosveshchenie-Yug", 2015. 215 p. EDN: VROMIH ([in Russian](#))

22. Yakuba Yu.F. The use of microwave extraction and highly effective capillary electrophoresis for the analysis of vegetative organs of plants // Materials of the II International Conference. "Modern instrumentation and methods of analysis of soils, plants and agricultural raw materials." M., 2004. P.71-74. EDN: COKMUI ([in Russian](#))