

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПРИ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ

Воробьева Т.Н., д-р с.-х. наук, **Петров В.С.**, д-р с.-х. наук, **Якуба Ю.Ф.**, д-р хим. наук, **Праха А.В.**, канд. с.-х. наук, **Белков А.С.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)*

Реферат. Обоснованы механизмы и технологии обеспечения почвы виноградников энергетическим материалом для воспроизводства плодородия почвенного слоя.

Ключевые слова: виноградник, почва, виноград, биотехнология, методология

Summary. The mechanisms and technologies of maintenance of vineyard soil by energy material for reproduction fertility of soil layer are substantiated.

Key words: vineyard, soil, grapes, biotechnology, methodology

Введение. Значительная часть агротехнических приемов, включая обработку насаждений опасными химикатами и классическую систему содержания почвы под виноградниками, усиливает деградацию почвы, негативно сказывается на ее плодородии, продуктивности растений и качестве продукции. Одной из главных причин снижения биогенности почвы является высокая токсичность химикатов для микроорганизмов и растений, вызывающая интоксикацию почвы, подверженной постоянной техногенной нагрузке. В связи с этим альтернативой традиционному ведению виноградарства, повышающему супрессивность и биогенность почвы, является применение органического удобрения.

В качестве основного инструментария пополнения органикой – гумифицированными растительными остатками, могут быть использованы высшие растения, сокращающие процесс деградации почвы. К рациональному и перспективному направлению применения органических удобрений на промышленных виноградниках относится разработка биоудобрения различных модификаций [1, 2, 3].

Необходимость восполнения пробелов виноградарской отрасли в изучении указанных вопросов и решения связанных с ними научно-практических задач подтверждает востребованность настоящих исследований [4-7]. Поэтому разработки по модификации органического удобрения, повышающие его эффективность, перспективны и актуальны.

Основой повышения биоэнергетического потенциала почвы, продуктивности виноградников и пищевой ценности продукции является методология биологизации содержания почвы промышленных насаждений винограда. Обоснование методологии воспроизводства физико-химических свойств почвы применением органического биоудобрения при интенсивной техногенной нагрузке послужило целью настоящих исследований.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований – производственные насаждения технического сорта Каберне-Совиньон, почва, биоудобрения и агроприемы содержания почвы в междурядьях виноградников. В качестве биоудобрения в 2012-2016 гг. на виноградниках применялись озимый зернокармливаемый тритикале (зеленое удобрение) и агробиологический стимулятор – эффективные микроорганизмы (ЭМ-1) [1]. На этом фоне в 2015-2016 гг. почва обогащалась дополнительным внесением отходов винодельческого производства (далее «органика мезги»). Техногенная нагрузка оценивалась степенью загрязнения экосистемы ампелоценозов (почва-виноград) токсичными элементами.

Физико-химический и механический состав почвы определяли согласно методикам: рН водной суспензии – по ГОСТу 26423-85, нитратный азот – дисульфифеноловым методом, подвижный фосфор (P_2O_5) и калий (K_2O) – по ГОСТу 26205-91, содержание гумуса – по ГОСТу 26213-91) [8].

Определение токсичных остатков проводилось по общепринятым методикам [9] с использованием оборудования ЦКП «Приборно-аналитический» СКФНЦСВВ – хроматографов, газового «Цвет 500М», жидкостного «KNAUER» и атомно-абсорбционного спектрофотометра «Квант –АФА».

Обработка экспериментального материала – с помощью специальных компьютерных программ (Microsoft Excel 2007; Statistica 6.0 for Windows).

Обсуждение результатов. Метод воспроизводства физико-химических свойств почвы при интенсивной техногенной нагрузке в представленном материале состоит в использовании комплексного биоудобрения при обработке почвы виноградных насаждений. Увеличивающийся дефицит органики в почве снижается за счет увеличения в ней биоматериала, состоящего из зеленого удобрения, биологических отходов винного производства и микроорганизмов, ускоряющих гумификацию растительного материала [2, 4, 6], что повышает супресивность и биогенность почвы.

Органическое удобрение в междурядья виноградников в период (2012-2016 гг.) вносилось поэтапно с использованием зеленого удобрения и ЭМ-1; «органики мезги», вносимой в почву на фоне зеленого удобрения и ЭМ-1; отходов винодельческого производства, вносимых в почву, содержащуюся под «черным паром».

Почва виноградников под «черным паром» отличалась уплотнением от среднего до сильного ($1,2-1,3 \text{ г/см}^3$), комковато-зернистой структурой, величиной агрегатов более 10 мм, содержанием гумуса до 1,6 % и пониженной нитрофикационной способностью (табл. 1). Это является свидетельством слабой активности процесса воспроизводства естественного почвенного плодородия. Почва при таких характеристиках пригодна для виноградников, но для повышения продуктивности растений и качества продукции требует изменений агротехники ее содержания.

Таблица 1 – Агрохимическая оценка почвы на участках при содержании по типу «черный пар» (средние данные, 2014-2016 гг.)

Показатель	Опытные участки (1,2,3)
	величина (оценка)
Содержание, мг/кг:	
подвижных форм фосфора	15-20 (ср.)
обменного калия (K_2O)	400-410 (пов.)
подвижной серы	62 (низк.)
микроэлементов:	
кобальта	<0,13 (низк.)
марганца	10-22 (ср.)
цинка	<1,8 (низк.)
Гумус, %	<1,6 (очень низк.)
Кислотность, рН	7,6-8,1
Нитрификационная способность (количество $N-NO_3$, мг/кг)	6-8 (пониж.)

Примечания: низк. – низкое; ср. – среднее; пов. – повышенное; пониж. – пониженное.

Агрохимические показатели почвы улучшились при применении биоудобрения с высевом тритикале осенью 2011года и 2014 года и ежегодным внесением микроорганизмов ЭМ-1 в период представленных исследований с 2012 года по 2016 год.

Зеленое биоудобрение улучшает структуру почвы и ее физико-химические показатели. Количество водопрочных почвенных агрегатов составило 62 % (черный пар), 80 % – биоудобрение (зеленое удобрение+ ЭМ-1); повышается содержание гумифицированных остатков; незначительно изменяются показатели макро- и микроэлементов.

Последующие 2 года (2015-2016гг) на фоне агробиотехнологии (зеленые удобрения + микроорганизмы ЭМ-1) в почву междурядий виноградников вносилось биоудобрение в виде растительных остатков отходов виноделия – «органика мезги».

Отмечены изменения физико-химического и структурного состава почвы при использовании отходов виноделия. Почва на этом участке характеризовалась увеличением подвижных форм фосфора на 3 мг/кг, обменного калия на 5,0 мг/кг почвы, гумуса (содержание в верхнем слое почвы) на 0,05 %, нитрификационной способности почвы на 0,7 мг/кг и улучшением гранулометрического состава в сравнении с 3 вариантом (зеленое удобрение+ЭМ-1) (табл. 2).

Таблица 2 – Агрохимическая оценка почвы опытных участков после внесения биоудобрения (2016 г.)

Показатель	Варианты опытов		
	1	2	3
Содержание, мг/кг:			
подвижных форм фосфора	20	25	28
обменного калия (K ₂ O)	408	438	443
подвижной серы	55	62	62
микроэлементов:			
кобальта	0,12	0,15	0,15
марганца	20	25	26
цинка	1,5	1,7	2,5
Гумус, %	1,4	1,9	1,95
Кислотность, рН	8,0	8,2	8,2
Нитрификационная способность (количество N-NO ₃ , мг/кг)	6,5	10,8	11,5
Гранулометрический состав, фракция <0,01 мм, %	16,2	17,6	19,6

Примечание: 1 –черный пар; 2 – зеленые удобрения + ЭМ-1; 3 – зеленые удобрения + ЭМ-1 + «органика мезги»

Обогащение почвы биоудобрением за незначительный период улучшило агротехническое состояние виноградных растений: повысилась сохранность глазков, увеличилась нагрузка побегами и соцветиями. Рост побегов и коэффициент плодоношения растений увеличивались соответственно до 10 % и 1,9 % в сравнении с участком, содержащимся «под черным паром».

Химическая нагрузка (изменяющаяся, но не снижающаяся) вызывает негативный эффект, накапливаясь в почве, и отрицательно влияет на все объекты экосистемы виноградных насаждений. К наиболее токсичным химикатам относятся, прежде всего, пестициды, которыми в течение многих десятилетий обрабатываются сельскохозяйственные культуры, и в первую очередь – группы препаратов, относящихся к хлорорганическим и фосфорорганическим соединениям. Деструкцию этих соединений до безопасных уровней обеспечивало внесение в почву биоудобрения. При сохранении (2013-2016 гг.) на виноградниках биоудобрения концентрация основных фоновых загрязнителей в почве весной уменьшается до 30 %, а осенью – до 50 % (табл. 3).

Таблица 3 – Токсичные остатки в почве, 2016 г (средние данные)

Способ, содержания почвы виноградников	Концентрация пестицидов в почве, мг/кг									
	сорт Каберне-Совиньон									
	весна					осень				
	группы пестицидов									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Зеленое удобрение + «ЭМ-1» + «органика мезги»	2,9	0,17	0,01	0,13	0,09	3,5	0,38	0,11	0,12	0,06
ПДК, мг/кг	3,0	0,1	0,02	0,1	0,1	3,0	0,1	0,02	0,1	0,1

Примечания: а. Группы пестицидов: 1 – медьсодержащие, 2 – ХОС, 3 – ФОС, 4 – дитиакарбаматы, 5 – бензимидазолы; б. ПДК – предельно допустимое количество

Снижение процесса детоксикации почвенных токсичных остатков объясняется замкнутым циклом применения в 2016 году биоудобрения. При этом анализ почвы по определению концентрации «фоновых» пестицидов показывает, что применяемая биотехнология может решать проблему очищения почвы от ксенобиотиков.

Внесение в почву биоудобрения отмечалось незначительным увеличением скорости накопления и концентрации сахаров в ягодах винограда (табл. 4).

Таблица 4 – Химический состав винограда сорта Каберне-Совиньон, 2015-2016 гг.

Способы содержания почвы виноградников	Основные показатели состава винограда				
	скорость накопления сахаров, г/100 см ³ в сутки	содержание сахаров, г/100 см ³	титруемая кислотность, г/дм ³	pH	плотность, г/см ³
черный пар	0,27	23,0	8,3	3,30	1,10
биоудобрения	0,29	23,7	7,6	3,28	1,09
НСР _{0,05}	0,09	1,4	0,98	0,86	0,12

Таблица 5 – Результативность комплексного биоудобрения, 2015-2016 гг.

Способ	Средние величины сравниваемых показателей					
	расход		урожай винограда, ц/га	остатки пестицидов, мг/кг		экономическая эффективность, %
	мезга, кг/га	раствор (ЭМ-1), л/га		ХОС*	ФОС*	
Зеленое удобрение + «ЭМ-1»	–	250	90,2	0,015/0,013	0,19/0,16	100,0
Зеленое удобрение + ЭМ-1»+мезга	380	250	95,7	0,001/следы	0,003/0,011	122,4

Примечание: ХОС – хлорорганические соединения; ФОС – фосфорорганические соединения; числитель – в почве, знаменатель – в ягодах; следы – менее 0,001 мг/кг

Комплексное биоудобрение активизировало процесс выноса питательных веществ из почвы в растение, что подтверждается показателями биохимического анализа виноградного сусла и мезги. При применении биоудобрения концентрация яблочной, винной и лимонной кислот увеличилась соответственно в сусле на 7 %, 8%, 17 % и в мезге на 8 %, 10 %, 25 %, концентрация янтарной кислоты незначительно уменьшилась в сусле и мезге [10].

Показатели эколого-экономической эффективности применения комплексного биоудобрения представлены в табл. 5.

Выводы. На основании проведенных исследований разработан метод управления воспроизводством физико-химических свойств почвы в виноградниках при интенсивной техногенной нагрузке. Представленные экспериментальные данные показали возможность использования органического биоудобрения в различных модификациях для увеличения и стабилизации оптимального экологического состояния виноградных насаждений. Способы применения органического удобрения запатентованы и нашли свое применение на виноградниках региона [11, 12].

Литература

1. Воробьева, Т.Н. Продуктивность ампелоценозов и агротехнические новации в виноградарстве (изучение, экологизация производства) / Т.Н. Воробьева, Ю.А. Ветер. – Краснодар: ООО «Альфа-полиграф+», 2011. – 200 с.
2. Егоров, Е.А. Продуктивный потенциал промышленных виноградников / Е.А. Егоров, Т.Н. Воробьева, Ю.А. Ветер // Аграрная наука. – 2007. – № 1. – С. 18-21.
3. Воробьева, Т.Н. Биотрансформация фунгицидов триазольной группы в экосистеме почва-виноград / Т.Н. Воробьева, А.С. Белков // Агротехнический метод защиты растений: материалы 8-ой межд. науч.-практич. конф. (19-23 июня 2017 г.) – Краснодар, 2017. – С. 90-93
4. Круглов, Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды / Ю.В. Круглов. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 128 с.
5. Черников, В.А. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев [и др.]; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000 – 536 с.
6. Тихонович, И.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агро-систем / И.А.Тихонович, Н.А. Проворов. – СПб.: Изд-во С. Петербургского университета, 2009. – 210 с.
7. Руи Казар, Д. Внедрение технологии прямого посева / Д. Руи Казар // Аграрный консультант. – 2011. – № 2. – С.11-14.
8. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: сборник. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 115 с.
9. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда; под ред. Серпуховитиной К.А. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – 182 с.
10. Воробьева, Т.Н. Пищевая ценность и безопасность винограда технических сортов / Т.Н. Воробьева, А.В. Прах, А.С. Белков // Научный журнал КубГАУ – 2017 г. – №129 (05). – С. 317-325. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/29.pdf>
11. Патент РФ № 2381640. Способ содержания почвы виноградников / Т.Н. Воробьева, Ю.А. Ветер, А.А. Волкова; патентообладатель ГНУ СКЗНИИСиВ. – №2008131708/12; заявл. 31.07.2008; опубл. 20.02.2010, Бюл. № 5. – М.: ФИПС, 2010. – 4 с.
12. Патент РФ № 2506733. Способ содержания почвы виноградников / Т.Н. Воробьева, Ю.А. Ветер, А.А. Волкова, А.Н. Макеева; патентообладатель ГНУ СКЗНИИСиВ. – № 2012148515/13; заявл. 14.11.2012; опубл. 20.02.2014; Бюл. № 5. – М.: ФИПС, 2014. – 4 с.