

ПРИНЦИПЫ ПОВЫШЕНИЯ СУПРЕССИВНОСТИ ПОЧВЫ ВИНОГРАДНИКОВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Воробьева Т.Н., д-р с.-х. наук, **Петров В.С.,** д-р с.-х. наук,
Прах А.В., канд. с.-х. наук, **Белков А.С.,** аспирант, **Якименко Е.Н.,** канд. с.-х. наук

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

Реферат. Обоснованы принципы повышения супрессивности почвы, обогащённой энергетическим материалом из отходов виноградовинодельческого производства.

Ключевые слова: виноградник, супрессивность почвы, виноград, принципы, отходы виноградовинодельческого производства

Summary. The principles of increasing in the suppressiveness of the soil enriched with energetic material from vine and wine-making wastes are substantiated.

Key words: vineyard, soil suppressiveness, grapes, principles, vine and wine-making wastes

Введение. Ежегодно возрастающее негативное воздействие химических стрессоров на виноградниках приводит к потере активного гумуса почвы, утрате микробной активности и снижению супрессивных свойств почвы. Почва теряет свойственную ей структуру и функции, происходит утрата природной микрофлоры, это снижает способность к самоочищению, азотофиксации, мобилизации элементов питания, также снижается качество виноградовинодельческой продукции.

Повышение низкого биологического потенциала почвы возможно обеспечением ее биоматериалом в виде гумифицированных растительных остатков, увеличивающим супрессивность почвы и активизирующей процесс деструктуризации стойких токсичных соединений до безопасных уровней [1, 2, 3]. Актуальность изучения существующей проблемы для виноградных насаждений и ее новизна подтверждается неполноценными исследованиями в мировой практике по применению в биологическом земледелии бездефицитного биоматериала на виноградниках [4-7].

Обосновать принципы восстановления супрессивных свойств почвы энергетическим биоматериалом, ускоряющим процессы детоксикации ксенбиотиков в экосистемах виноградников послужило целью выполненной работы.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований – виноградные насаждения гибридов красных сортов Тана 85/42 и Тана 68/33 в мелкоделяночном опыте (ОПХ «Центральное» г. Краснодар) и лабораторно-полевой опыт с техническим сортом винограда Первенец Магарача (Тамань, 3-е отделение АО агрофирмы «Южная»). Материал для исследований – почва, виноград, выжимки виноградовинодельческого производства. Закладка лабораторно-полевого опыта и определение остатков пестицидов в отобранном для анализа материале проводились по утвержденным методикам [8, 9]. Применялся современный метод эколого-токсикологического мониторинга, разработанный и запатентованный в токсикологической лаборатории СКФНЦСВВ [10], отбор проб и расчет выходных данных – по специализированным методическим указаниям [9].

Определение в почве токсичных остатков пестицидов проводили по общепринятым методикам [11] с использованием хроматографов – газового «Цвет 500М» с модулем управ-

ления «Хромос ИРМ-10» и жидкостного «KNAUER» с блоком управления Smartline Manager 5000. В группы определяемых пестицидов вошли основные фоновые загрязнители почвы виноградников в соответствии с НД на продукцию (ГОСТ 32786-2014, ТР ТС 021/2011) [12].

Отбор проб для определения структуры, механических и физико-химических свойств проводился в соответствии с ГОСТами (17.4.3.01-83; 17.4.4.02-84; 28168-89) и РД 39-0147098-015-90. Отобранные пробы почвы подготовлены и проанализированы согласно ГОСТам (12536-79; 26213-91; 26483-85). Валовое содержание тяжелых металлов определялось измерениями массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Квант-АФА» (РД 52.18.191-89). Физико-химический и механический состав почвы определялся согласно «Практикуму по почвоведению» (1980), pH водной суспензии – по ГОСТ 26423-85, нитратный азот – дисульфифеноловым методом, подвижный фосфор (P_2O_5) и калий (K_2O) – по Мачигину, ГОСТ 26205-91, содержание гумуса – по ГОСТ 26213-91, определение нитратов – ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86). Используемые приборы и оборудование: атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-АФА», колориметр фотоэлектрический КФК-2, рефрактометр RL3, электронные весы HL-300 WP. Для обработки экспериментального материала использовали программы (Microsoft Excel 2010; Statistica 6.0 for Windows).

Обсуждение результатов. Растительные отходы сельскохозяйственного производства в России утилизируются в основном на кормовые цели, в то же время практически отсутствуют исследования по использованию отходов растительного происхождения в качестве органического удобрения. Среди растительных сельскохозяйственных отходов потенциалом для вторичного использования обладают отходы винодельческого производства (выжимки). Повышение биогенности и супрессивности почвы возможно обогащением ее предложенным биоматериалом, содержащим питательные вещества для корнеобитаемого слоя почвы.

Полученные данные показали, что подготовленные к применению отходы виноделия содержат элементы питания, необходимые для корнеобитаемого слоя почвы и далее для растения: это азот, фосфор, калий, органическое вещество в виде гумифицированных растительных остатков и pH мезги близкий по значению к pH почвы, что не приведёт к изменению pH почвы (табл. 1). Мезга, вносимая в почву обоих опытных участков, по своим физико-химическим показателям не имела существенных различий.

Таблица 1 – физико-химический анализ мезги (отходы виноделия), 2018 год

Показатель (единицы измерения)	АО агрофирма «Южная», 3-е отделение, лабораторно-полевой опыт		ОПХ «Центральное», г. Краснодар, мелкоделяночный опыт	
	апрель 2018 г.	октябрь 2018 г.	апрель 2018 г.	октябрь 2018 г.
pH водной вытяжки (ед. pH)	7,8±0,04	7,5±0,04	7,3±0,33	7,1±0,30
Азот общий на исх. влажность (%)	4,4±0,05	4,8±0,07	6,0±0,32	6,4±0,35
Общий фосфор на исх. влажность (%)	0,51±0,010	0,49±0,096	0,44±0,015	0,43±0,016
Общий калий на исх. влажность (%)	1,53±0,033	1,55±0,034	1,54±0,06	1,61±0,07
Органическое вещество (%)	76	79	77	82

Биогенность деградируемой почвы ампелоценозов увеличивается легко гидролизируемым биоматериалом из отходов виноделия в виде виноградных выжимок, по своему биохимическому составу являющимся зональным экологическим индуктором супрессивности почвы [13-16].

Оценка влияния биоудобрения на основные показатели супрессивности почвы проводилась в сравнении с показателями состояния почвы, где биоудобрения не вносились (контрольный вариант). Отбор проб почвы проводился весной и осенью (6-ти месячный промежуток времени) на обоих опытных участках (промышленные насаждения и мелкоделяночный опыт) (табл. 2, 3, 4).

Таблица 2 – Влияние биоудобрения на физико-химический и механический состав почвы (опыт №1, сорт Первенец Магарача), апрель 2018 г.

Показатель (единицы измерения)	Контроль, апрель 2018 г.	Отходы виноделия, апрель 2018 г.	Отходы виноделия+ЭМ-1, апрель 2018 г.
pH водной вытяжки	7,5±0,03	7,6±0,03	7,5±0,03
pH KCL	6,1±0,05	6,2±0,05	6,2±0,05
Сумма поглощенных оснований, ммоль/100 г	25,6±0,41	26,7±0,64	27,4±0,77
Органическое в-во (%)	3,3±0,13	3,5±0,14	3,6±0,11
Плотный остаток водной вытяжки (сумма токсичных водорастворимых солей) (%), мг/кг	<0,1 (0,04) % 400 мг/кг	<0,1 (0,04) % 400 мг/кг	<0,1 (0,04) % 400 мг/кг
Общий азот (%)	0,110±0,008	0,15±0,012	0,16±0,015
Аммонийный азот (мг/кг)	12,2±0,73	13,4±0,52	13,9±0,43
Нитратный азот (мг/кг)	36,2±0,61	35,1±0,55	34,4±0,84
Сульфат ион (водн. выт) (мг/кг)	96±0,86	95±0,81	96±0,84
Подвижный фосфор (P ₂ O ₅) (мг/кг)	254±2,21	266±2,02	269±1,36
Подвижный калий (K ₂ O) (мг/кг)	231±1,36	277±0,89	275±1,19
Карбонатность	Некарбонатная, не вскипает от HCL		
Гранулометрический состав почвы, фракция <0,01 мм, (%)	27,6±0,65	27,1±0,44	26,9±0,35
Классификация почвы по Качинскому, на основании фракции <0,01 мм (физическая глина)	Суглинок легкий		

Для определения влияния на супрессивность почвы предыдущего внесения органического удобрения анализ проводился перед каждым очередным его внесением.

Внесение биоудобрения повлияло на сумму поглощенных оснований, увеличив на 15 % этот показатель, важный для характеристики поглотительной способности и степени кислотности почвы. Величина емкости поглощения зависит от содержания в почве гумусовых веществ с повышенной поглотительной способностью, поэтому повышение содержания в почве гумусовых веществ увеличивает емкость поглощения. У богатых гумусом черноземов емкость поглощения значительно выше, чем у дерново-подзолистых почв.

Таблица 3 – Влияние внесения биоудобрения на физико-химический и механический состав почвы (опыт №1, сорт Первенец Магарача), октябрь 2018 г.

Показатель (единицы измерения)	Контроль, октябрь 2018 г.	Отходы виноделия, октябрь 2018 г.	Отходы виноделия+ЭМ-1, октябрь 2018 г.
pH водной вытяжки	7,6±0,03	7,6±0,03	7,6±0,03
pH KCL	6,1±0,04	6,2±0,05	6,0±0,04
Сумма поглощенных оснований, ммоль/100 г	26,3±0,40	27,8±0,68	30,8±4,6
Органическое в-во (%)	3,3±0,24	3,6±0,17	3,7±0,21
Плотный остаток водной вытяжки (сумма токсичных водорастворимых солей) (%), мг/кг	<0,1 (0,04) % 400 мг/кг	<0,1 (0,04) % 400 мг/кг	<0,1 (0,04) % 400 мг/кг
Общий азот (%)	0,09±0,01	0,14±0,013	0,15±0,012
Аммонийный азот (мг/кг)	12,0±0,69	14,2±0,48	17,2±1,8
Нитратный азот (мг/кг)	32,1±0,54	36,1±0,82	36,6±0,96
Сульфат ион (водн. выт) (мг/кг)	87±0,79	96±0,88	96±0,84
Подвижный фосфор (P ₂ O ₅) (мг/кг)	250±1,44	266±1,28	310±37
Подвижный калий (K ₂ O) (мг/кг)	230±1,26	270±0,76	253±0,97
Карбонатность	Некарбонатная, не вскипает от HCL		
Гранулометрический состав почвы, фракция <0,01 мм, (%)	27,8±0,69	26,9±0,35	27,1±0,49
Классификация почвы по Качинскому, на основании фракции <0,01 мм (физическая глина)	Суглинок легкий		

Показатели содержания подвижных форм фосфора и калия в почве используют для оценки фосфатного и калийного режимов разных почв. Замена агрохимикатов, относящихся к средствам химизации сельского хозяйства (фосфор-калийные удобрения), органическим удобрением – отходами виноделия, содержащими эти макроэлементы, значительно повышает супрессивность почвы виноградников. На мелкоделяночном опыте № 2 показатели супрессивности почвы оценивались в сравнении с почвой без внесения биоудобрения и с почвой, где органика мезги обогащалась препаратом ЭМ-1. Отмечалось увеличение практически всех показателей, характеризующих супрессивность почвы в обоих вариантах опыта, несмотря на различие почвенно-климатических условий.

Целесообразность применения органического удобрения, повышающего свойства супрессивности почвы, заключается также в необходимости оздоровления почвы от ток-

сичных включений. Внесение органического удобрения ускорило процесс деградации основных фоновых загрязнителей почвы на опытных участках промышленных виноградных насаждений (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание остатков пестицидов в образцах почвы (опыт № 1)

Варианты опыта	Концентрация хлорорганических препаратов в почве, мг/кг	
	ГХЦГ (α, β, γ -изомеры)	ДДТ и его метаболиты
Сорт Первенец Магарача		
До внесения биоудобрения (контроль), апрель 2018 г.	$7 \pm 0,33$	$4 \pm 0,47$
Биоудобрение + Байкал ЭМ-1, апрель 2018 г.	$4 \pm 0,60$	$3 \pm 0,57$
До внесения биоудобрения (контроль), октябрь 2018 г.	$7 \pm 0,48$	$4 \pm 0,32$
Биоудобрение + Байкал ЭМ-1, октябрь 2018 г.	$3 \pm 0,72$	$3 \pm 0,44$
ПДК, мг/кг	0,1	0,1

Концентрация токсичных веществ в почве уменьшилась: хлорорганических препаратов на 25 %, тяжёлых металлов (кобальт, мышьяк, медь, цинк) от 0,1 до 6 мг/кг. В почве на виноградниках мелкоделяночного опыта обнаруживались лишь следовые количества (0,001 мг/кг) токсичных соединений этих фоновых загрязнителей.

Фоновое валовое содержание тяжёлых металлов в почве, как опасного загрязнителя прежде всего продукции, до проведения опыта не превышало допустимых норм. Далее на опытных участках промышленных насаждений, где вносилось органическое удобрение, обогащенное препаратом ЭМ-1, концентрация тяжёлых металлов незначительно снизилась (табл. 5).

Таблица 5 – Валовое содержание тяжёлых металлов в почве виноградников, сорт Первенец Магарача

Показатель (единицы измерения)	Контроль, октябрь 2018 г.	Отходы виноделия, октябрь 2018 г.	Отходы виноделия+ЭМ, октябрь 2018 г.	ПДК
Кобальт (мг/кг)	$7,6 \pm 0,05$	$7,4 \pm 0,05$	$7,2 \pm 0,04$	12,0
Мышьяк (мг/кг)	$3,9 \pm 0,05$	$3,6 \pm 0,10$	$3,5 \pm 0,07$	6,0
Медь (мг/кг)	$28,3 \pm 0,30$	$28,1 \pm 0,42$	$26,9 \pm 0,70$	55,0
Цинк (мг/кг)	$97 \pm 0,63$	$94 \pm 0,59$	$91 \pm 0,61$	100,0
Кадмий (мг/кг)	$0,08 \pm 0,015$	$< 0,05$	$< 0,05$	5,0
Ртуть (мг/кг)	$< 0,05$	$< 0,05$	$< 0,05$	2,1

Обогащение почвы органическим удобрением, пополняющим виноградное растение недостающими элементами питания, повысило продуктивность растения, пищевую ценность и безопасность продукции. Концентрация токсичных элементов хлорорганических соединений в винограде промышленных насаждений (опыт №1) в сравнении с контролем уменьшилась на 75 %, а активизация процесса выноса питательных веществ из почвы в растение в обоих вариантах опыта подтверждается показателями биохимического анализа виноградного сусла (табл. 6).

Таблица 6 – Биохимический состав сусла винограда при внесении отходов виноделия + препарат ЭМ-1 (урожай 2018 г.)

Сорт	Брикс	Т.к.	Винная к-та	Яблочная к-та	Янтарная к-та	Лимонная к-та	Уксусная к-та
Первенец Магарача	18,9±0,20	8,6±0,41	5,43±0,19	2,8±0,22	0,05±0,003	0,15±0,003	0,11±0,0037
Первенец Магарача контроль	18±0,34	8,1±0,22	5,20±0,17	2,6±0,30	0,05±0,003	0	0,15±0,0031
Тана 85/42 и Тана 68/33	20,2±0,30	8,5±0,27	5,68±0,24	2,77±0,26	0,05±0,002	0,16±0,003	0,15±0,003
Тана 85/42 и Тана 68/33 контроль	19,4±0,33	8,0±0,37	5,36±0,18	2,52±0,23	0,05±0,003	0,14±0,002	0,17±0,003

Винная, яблочная и лимонная кислоты, влияющие на вкусовые качества, находятся во всех органах винограда. Их источником являются дыхательные процессы в зеленых частях растения, но они существуют и в корнях, с обильно представленной здесь лимонной кислотой. Эти кислоты могут быть в свободном виде и в составе солей, образуемых основаниями, извлекаемыми из почвы, именно эти минеральные вещества необходимы для роста винограда [18].

В экстремальных погодных условиях периода вегетации винограда в 2018 году урожайность на опытном участке (сорт Первенец Магарача) была на 2 ц/га выше, чем в контроле. В условиях мелкоделяночного опыта будут продолжены исследования по модификации биоудобрения из отходов виноградовинодельческой продукции, повышающей его эколого-экономическую эффективность.

Выводы. Обоснованы принципы повышения супрессивности почвы виноградников внесением отходов виноделия в качестве супрессоров фитопатогенов и деструкторов стойких токсичных включений, что подтверждается данными выполненных исследований:

- увеличением содержания макро- и микроэлементов – подвижных форм фосфора на 60,0 мг/кг, общего азота на 0,06 %, кальция, натрия, магния, калия от 2 мг/кг до 9 мг/кг, органического вещества на 0,3 % и уменьшением на 0,7% структуры почвы;
- уменьшением концентрации аккумулируемых почвой хлорорганических токсичных включений на 25 %, валового содержания тяжелых металлов (кобальт, мышьяк, медь, цинк) – от 0,1 до 6 мг/кг;
- очищением винограда от почвенных фоновых загрязнителей на 75 %;
- повышением пищевой ценности виноградного сырья по биохимическим показателям (концентрация сахаров и органических кислот) для виноделия;
- повышением урожайности винограда на 2 ц/га в сложившихся экстремальных погодных условиях вегетационного периода 2018 года.

Принципы оздоровления деградируемой почвы ампелоценозов основаны на повышении ее супрессивности органикой отходов виноделия, удовлетворяющих современным требованиям эколого-экономической и эффективной утилизации растительных отходов сельского хозяйства в области виноградарства винодельческого производства.

Литература

1. Воробьева Т.Н., Ветер Ю.А. Продуктивность ампелоценозов и агротехнические новации в виноградарстве (изучение, экологизация производства) // Краснодар: ООО «Альфа-полиграф+», 2011. 200 с.
2. Егоров Е.А., Воробьева Т.Н., Ветер Ю.А. Продуктивный потенциал промышленных виноградников // Аграрная наука. 2007. №1. 2007. С. 18-21.
3. Воробьева Т.Н., Белков А.С. Биотрансформация фунгицидов триазольной группы в экосистеме почва виноград // Материалы 8-ой международной научно-практической конференции «Агротехнический метод защиты растений» (19-23 июня 2017 г.). Краснодар: КубГАУ, 2017. С. 90-93.
4. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды. М.: Агропромиздат, 1991. 128 с.
5. Агроэкология / Черников В.А., Алексахин Р.М. [и др.]. М.: Колос, 2000. 536 с.
6. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем. СПб.: С. Петербургского университет, 2009. 210 с.
7. Руи Казар Д. Внедрение технологии прямого посева // Аграрный консультант. 2011. № 2. С. 11-14.
8. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. М.: «Колос», 1979. 416 с.
9. Воробьева Т.Н., Волкова А.А. Контроль и сохранение экосистемы виноградников // Методические указания и научно-практические рекомендации. Краснодар: ООО «Просвещение – Юг», 2009. 42 с.
10. Способ эколого-токсикологического мониторинга виноградников: патент РФ № 2380888. / Воробьева Т.Н., Ломакина Г.А., Макеева А.Н., Волкова А.А.; заявл. 2008107192; опубл. 10.02.2010. М.: ФИПС, 2010. 4 с.
11. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: Сборник. М.6 Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 115с
12. Воробьева Т.Н. Экологические проблемы промышленного виноградарства [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 44(2). С. 177-185. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/17/02/14.pdf>. (дата обращения: 12.03.2019).
13. Воробьева Т.Н., Подгорная М.Е. Токсичные остатки органических фунгицидов в антропогенно-трансформируемой почве ампелоценозов [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 52(4). С. 68–74. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/04/08.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-4-52-68-74 (дата обращения: 12.03.2019).
14. Воробьева Т.Н., Петров В.С. Механизмы биотрансформации деградируемой почвы ампелоценозов [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 50(2). С. 103–110. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/02/10.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-2-50-103-110 (дата обращения: 12.03.2019).
15. Белков А.С. Санация деградирующей почвы виноградных насаждений // Субтропическое и декоративное садоводство. 2018. № 65. С. 174-180.
16. Belnap J., and D.A. Gillette. 1997. Disturbance of biological soil crusts: impacts on potential wind erodibility of sandy desert soils in southeastern Utah, USA. Land Degradation and Development 8: 355-362.
17. Воробьева Т.Н., Прах А.В., Белков А.С. Пищевая ценность и безопасность винограда технических сортов // Научный журнал КубГАУ, №129(05), 2017 г. С. 317-325. <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/29.pdf>