

УДК 632.95.028

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ  
ОБОСНОВАНИЕ БИОРЕЛАКСАЦИИ  
ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ВИНОГРАДНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

Воробьева Татьяна Николаевна  
д-р с.-х. наук

Волкова Альбина Александровна  
канд. с.-х. наук

*Государственное научное учреждение  
Северо-Кавказский зональный  
научно-исследовательский институт  
садоводства и виноградарства  
Россельхозакадемии, Краснодар, Россия*

Показано, что научно-практические данные эколого-токсикологического мониторинга позволяют анализировать и обосновать оптимальные параметры агротехнологий биорелаксации техногенного загрязнения виноградников на основе восстановления гомеостаза почвы.

*Ключевые слова:* МОНИТОРИНГ,  
ЭКОЛОГОТОКСИКОЛОГИЯ,  
ВИНОГРАДНИКИ, ПОЧВА,  
ПЕСТИЦИДЫ, БИОРЕЛАКСАЦИЯ

UDC 632.95.028

**THEORETICAL AND  
EXPERIMENTAL BASIS  
OF BIORELAXATION OF  
TECHNOGENIC POLLUTION  
OF VINEYARDS**

Vorobyova Tatyana  
Dr. Sci. Agr.

Volkova Albina  
Cand. Agr. Sci.

*State Scientific Organization North  
Caucasian Regional Research Institute  
of Horticulture and Viticulture of the  
Russian Academy of Agricultural  
Sciences, Krasnodar, Russia*

It is shown, that scientific and practical data of eco-toxicological monitoring allow to analyze and base of the optimal parameters of agrotechnologies of biorelaxation of vineyard technogenic pollution on the basis of restoration of soil homeostasis.

*Keywords:* MONITORING,  
ECO-TOXICOLOGY, VINEYARDS,  
SOIL, PESTICIDES, BIORELAXATION

***Введение.*** Экологически рациональное природопользование в агро-промышленном комплексе предусматривает, прежде всего, повсеместное снижение уровня пестицидного загрязнения почвы промышленных насаждений винограда. В решении многосложных задач этой проблемы перво-степенная роль отведена новым результатам современных теоретических и экспериментальных исследований. Их достижение возможно путем много-летнего обследования промышленных виноградников на загрязненность токсичными соединениями и рационального использования полученной информации.

В этой связи совершенствование традиционного содержания почвы виноградников с целью снижения негативного техногенного последствие является актуальной и важной задачей отрасли.

Анализ и обоснование научно-практических данных эколого-токсикологического мониторинга позволяет разрабатывать параметры агротехнологий биорелаксации пестицидного загрязнения почвы виноградников на основе восстановления ее гомеостаза. Его главенствующая цель – предотвращение и ограничение негативных социально-экономических эффектов деградации экосистем природной среды, снижающей качество пищевой продукции, здоровья и жизни населения.

***Объекты и методы исследований.*** Теоретическое изучение и комплексный анализ научных данных в аспектах исследований выполняемого проекта осуществлялись в аккредитованной испытательной токсикологической лаборатории Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства [1]. Опытные-экспериментальные исследования проводились на агроугодьях виноградных насаждений специализированного хозяйства анапо-таманской зоны ООО АФ «Мирный» Темрюкского района Краснодарского края. В результате многолетних исследований была собрана база данных по уровню загрязнения почвы под виноградниками токсичными остатками [2].

Эколого-токсикологический мониторинг изучаемых агроугодий выполнялся с применением разработанных в СКЗНИИСиВ методологических подходов и способов мониторинговых обследований природных ландшафтов и промышленных виноградников [3, 4].

Осенью, по окончании всех защитных обработок виноградников в предыдущем году и весной до начала применения пестицидов против вредителей и болезней отбирались пробы образцов почвы для определения содержания в ней остаточных количеств пестицидов и их токсичных мета-

болитов. В конце текущего сезона с этой же целью перед сбором урожая и во время его уборки отбирались пробы выращенного винограда.

Анализы по определению остатков пестицидов проводили по утвержденным методикам [5, 6] на газовом хроматографе «Цвет 500М» с модулем управления «Хромос ИРМ-10» и жидкостном хроматографе «KNAUER». Новая агробиотехнология [7] применялась на выборочных участках (сортов Каберне-Совиньон, Совиньон, Бианка, Первенец Магарача, Августин) общей площадью 54 га [8].

Полученный в исследованиях цифровой материал обрабатывался методами математической статистики с применением электронно-вычислительной техники и специализированных компьютерных программ – ресурсов Windows: ESB Stata Standart 1.1; Stata v.6.0; Unistat Statistical Package V5.0.01; Statit Professional QC 5.2.8 и др. [9, 10].

***Обсуждение результатов.*** В последние десятилетия виноградники Кубани ежегодно обрабатывались пестицидами различных групп химических соединений – хлорорганическими и фосфорорганическими препаратами (ХОП, ФОП): пиретроидами, бензимидазолами, триазолами, металаксами, дитиокарбаматами, медьсодержащими и др.

Многолетним эколого-токсикологическим мониторингом виноградников, обрабатываемых пестицидами, определено, что загрязнение почвы в среднем достигает превышения: ХОП – 1,6; ФОП – 2,5; пиретроидами – 3,5; триазолами – 1,7 раз, относительно величин предельно допустимой концентрации (ПДК).

В то же время в винограде обнаруживались избыточные количества пестицидов как из числа «фоновых», так и «сезонных» почвенных токсиантов: изомеры ГХЦГ, метаболиты ДДТ, золон, данадим, децис, фастак, каратэ, фалькон, хлорпирифос, байлетон, манкоцеб и другие. В химическом составе некоторых из них содержащиеся соединения хлора, отли-

чающегося токсичностью, стабильностью и накоплением в различных экологических объектах, сохраняются и в почве, и в винограде.

Из 7 групп изучаемых пестицидов обнаруживалось 24 наименования, включая 12 их высокотоксичных метаболитов. Виноградные производственные участки, в почве которых не содержалось токсичных остатков, практически отсутствуют (табл.1).

Таблица 1 – Содержание хлорорганических пестицидов и их метаболитов в почве виноградных насаждений, ООО АФ «Мирный», 2006 г.

Пестициды, метаболиты, изомеры	В среднем, мг/кг	Ошибка среднего, мг/кг	ПДК, мг/кг
ДДТ и метаболиты	0,25	0,09	0,1
ГХЦГ(α,γ-изомеры)	3,41	0,6	
Триадименол	0,009	0,001	

На значительной части обследованных площадей виноградников загрязнение почвы остатками пестицидов в среднем достигало 2,5 и более ПДК, на меньшей части площадей – менее ПДК, а на отдельных участках загрязнение почвы в десятки раз превышало допустимую норму.

Обследования виноградников показали, что при пестицидной нагрузке на насаждения, равной 124 кг/га (по действующему веществу около 26,3 кг/га), их эколого-токсикологическое состояние оценивалось следующим сохранением в почве пестицидов и их токсичных метаболитов (в ПДК): дитиокарбаматов – до 3,0; триазолов – до 15,4; медьсодержащих фунгицидов – до 2,8; хлорорганических – до 20,0 и фосфорорганических – до 30,0 ПДК.

В винограде на этих участках обнаруживались токсиканты (в МДУ), мигрирующие из почвы (0,5-3,0) и накапливающиеся при обработках ими растений в течение сезона (до 2,0).

Миграция дитиокарбаматов, триазолов и ФОСов из почвы в виноград определялась на участках, где обработки ими в текущем году не проводились. Виноград с участков, загрязненных токсичными остатками более 2-3 ПДК, не отвечал требованиям санитарно-гигиенических регламентов, подтверждая вывод, что усугубляющаяся деградация окружающей природной среды, в частности экосистем ампелоценозов, также сказывается и на пищевой безопасности продукции отрасли (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание токсичных остатков в почве насаждений и в винограде сортов Каберне-Совиньон, Совиньон, Бианка, Первенец Магарача, средние данные, осень 2006-2007 гг.

Пестициды	Содержание остатков, мг/кг		ПДК (МДУ), мг/кг
	min	max	
	таманская подзона виноградарства		
Почва			
Медьсодержащие фунгициды (п.а. форма)	2,95	8,51	3,0
Хлорорганические инсектициды	0,43	1,98	0,1
Фосфорорганические инсектициды	0,62	3,05	0,1
Триазолы	0,15	0,34	0,02
Дитиокарбаматы	0,22	0,35	0,1
Виноград (суммарные остатки/остатки, мигрирующие из почвы)			
Медьсодержащие фунгициды (п.а. форма)	1,30/1,90	4,00/2,55	5,0
Хлорорганические инсектициды	0,11/0,22	0,30/0,30	0,1
Фосфорорганические инсектициды	0,20/0,11	0,45/0,22	0,1
Триазолы	0,10/0,05	0,23/0,11	0,05
Дитиокарбаматы	0,15/0,10	0,37/0,22	0,1

Исследования показали, что решение проблемы обеспечения требуемого качества и пищевой безопасности виноградовинодельческой продукции тесно связано с необходимостью уменьшения загрязнения почвы и винограда в процессе химических обработок и сохранения естественного

плодородия почвы, убывающего в силу интоксикации ее биоты остатками применяемых пестицидов. Остатки агрохимикатов губят почвенную флору и фауну – главных воспроизводителей плодородия, обеспечивающих деградацию почвенных токсикантов до безопасных соединений.

Наиболее эффективное снижение уровня загрязнения почвы ксенобиотиками достигается произрастанием высших растений и их биомассой, используемой в качестве зеленого удобрения. Кроме того, атмосфера, преломляясь через состав, поверхность и свойства почвенного тела, обуславливает и создает температурный и водный режимы почвы, формируя её особый специфический климат (табл. 3, 4).

Таблица 3 – Содержание в почве питательных веществ  
(средние данные 2005-2008 гг.)

Содержание питательных веществ	Наименование с.-х. угодий			Обследовано	
	пашня	сад	виноград	га	%
	площадь, га				
Подвижный фосфор, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг /кг почвы					
Средняя (16-30)	331	20	489	840	39,9
Повышенная (31-45)	299	80	329	708	33,5
Высокая (46-60)	287	141	34	462	21,8
Очень высокая (больше 60)	-	-	103	103	4,9
Обменный калий, K <sub>2</sub> O мг /кг почвы					
Очень низкое (до 100)	-	-	47	47	2,2
Низкое (101-200)	751	81	831	1663	78,7
Среднее (201-300)	166	160	77	403	19,1
Всего по каждому из показателей	917	241	955	2113	100,0

На необходимость эколого-токсикологического оздоровления почвы промышленных виноградников, восстановления их природного энергетического потенциала и продуктивности указывают результаты эколого-токсикологических, агробиологических и физико-химических исследований (табл. 5).

Таблица 4 – Оценка почвы по содержанию гумуса и подвижной серы, нитрификационной способности и кислотности (средние данные 2005-2008 гг.)

Содержание, показатели оценки	Наименование с.-х. угодий			Обследовано	
	пашня	сад	виноградники	га	%
	площадь, га				
Гумус, %:					
1,01-2,00	50	-	85	135	6,4
2,01-3,00 (очень низкое)	867	180	870	1917	90,7
3,01-4,00 (низкое)	-	61	-	612	2,9
Подвижная сера, мг/кг почвы:					
до 6,0 (низкое)	353	-	96	449	21,25
6,0-12,0 (среднее)	327	120	632	1079	51,06
свыше 12,0 (высокое)	237	121	227	585	27,68
мг N-NO <sub>3</sub> /100 г почвы:					
0,8-1,5 (средняя)	541	120	559	1220	57,74
1,5-3,0 (повышенная)	376	121	396	893	42,26
pH солевой:					
4,51-5,00 (среднекислые)	51	-	141	192	9,09
5,01-5,50 (слабокислые)	378	180	693	1251	59,20
5,51-6,00 (ближе к нейтральн.)	388	61	121	570	26,98
6,01-7,00 (нейтральные)	100	-	-	100	4,73
Всего по каждому из показателей	917	241	955	2113	100,0

Таблица 5 – Оценка почвы сельхозугодий по содержанию микроэлементов (средние данные 2005-2008 гг.)

Содержание микроэлементов, мг/кг почвы	Наименование с.-х. угодий			Обследовано	
	пашня	сад	виноградники	га	%
	площадь, га				
Цинк					
до 0,70 (низкое)	265	-	-	265	12,54
0,7-2,0 (среднее)	652	241	955	1848	87,46
Марганец					
до 10,0 (низкое)	251	-	783	1034	48,94
10,0-20,0 (среднее)	666	241	172	1079	51,06
Кобальт					
до 0,15 (низкое)	709	61	602	1372	64,93
0,15-0,30 (среднее)	208	180	353	741	35,07
Всего по каждому из показателей	917	241	955	2113	100,0

Обобщенные результаты агробиологических обследований и физико-химических анализов по основным показателям плодородия почвы агроугодий, проведенных в виноградарском хозяйстве ООО АФ «Мирный», показали, что почва производственных участков имеет в основном низкое содержание гумуса; содержание фосфора колеблется в пределах от низкого до очень высокого; калия – от очень низкого до высокого; содержание серы – низкое и среднее.

Для почвы полей и производственных участков обследованных хозяйств характерна реакция почвенного раствора от среднекислой до слабощелочной, нитрификационная способность – от средней до высокой.

Выявленное очень высокое содержание (0,61...6,75 мг/кг) меди в почве виноградных насаждений вызвано интенсивным применением бордоской жидкости в защитных обработках в предшествующих периодах выращивания винограда.

В период проводимых исследований, с целью экспериментальной проверки благотворного влияния высева в междурядьях виноградных кустов высших растений на процессы самоочищения почвы от токсичных остатков, восстановления ее плодородия, повышения продуктивности насаждений и качества винограда на производственных участках ООО АФ «Мирный» с максимальным загрязнением почвы пестицидами, с 2006 года по 2010 год высевались сидераты.

В качестве таких участков были определены виноградные насаждения сортов Каберне-Совиньон, Совиньон, Бианка, Первенец Магарача общей площадью 54 га, характеризующиеся склоновым рельефом.

Ввиду высева сидеральных растений в междурядьях насаждений виноградника предусматривалась также возможность снижения ветровой и водной эрозии, смыва верхнего плодородного слоя почвы потоками ливневых осадков.



Уже через год после высева сидеральной культуры были достигнуты позитивные эколого-токсикологические результаты. Весной в зеленой массе тритикале обнаруживались токсичные остатки (до 1,5 МДУ) триазолов и подвижно-активной меди, но более всего – фосфорорганических (до 15 МДУ) и хлорорганических соединений (до 10 МДУ).

Общее содержание токсичных остатков в почве виноградника снизилось на 50%, а в винограде остатки пестицидов, перешедших из почвы, не обнаруживались.

Результаты выполненной работы подтвердили теоретическую и хозяйственную состоятельность необходимости и возможности биорелаксации загрязнения ксенобиотиками виноградных насаждений.

**Выводы.** По опытно-экспериментальным данным, культивирование в междурядьях виноградников сидеральных культур ускорило процесс деградации пестицидов, уменьшило их миграцию в растение, значительно повысив пищевую безопасность винограда.

В почве участков с высевом сидератов остатков исходного препарата было значительно меньше, чем высокотоксичных продуктов их полураспада – метаболитов. Так, если на однотипных участках без высева сидератов процентное соотношение пестицид / метаболит равнялось 70 / 30, то на участках, где высевали сидераты, – 25 / 75.

Затраты на обработку почвы виноградников по новому способу оказались экономически выгодно сопоставимыми с расходами на традиционные приемы по типу «черный пар».

Значительно сократилась ветровая и водная эрозия почвы на фоне практически полного устранения смыва ее верхнего плодородного слоя потоками атмосферных осадков ливневого характера, особенно на склоновых участках виноградников.

## Литература

1. Аттестат аккредитации испытательной токсикологической лаборатории (центра) СКЗНИИСиВ № 005830 РОСС RU. 0001. 21 ПФ 11. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Зарегистрирован в Едином реестре 24.02.2011 г. – М., 2011
2. Патент РФ №RU 2380888 С2. Способ эколого-токсикологического мониторинга виноградников / Т.Н. Воробьева, Г.А. Ломакина, А.Н. Макеева, А.А. Волкова. – М.: Роспатент, бюл. №4/2010. – 4 с.
3. Воробьева, Т.Н. Токсикологическая оценка почв на виноградниках. Методические указания / Т.Н. Воробьева. – Краснодар, 1991. – 14 с.
4. Воробьева, Т.Н. Контроль и сохранение экосистемы виноградников. Методические указания и научно-практические рекомендации / Т.Н. Воробьева, А.А. Волкова. – Краснодар: Просвещение – Юг, 2009. – 42 с.
5. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания и внешней среде. – М.: Госхимкомиссия, 1992. – Т. 1-2.
6. Методы контроля. Химические факторы. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды // Сборник методических указаний. Вып. 4 ч.– М.: Минздрав России, 2004. – 211 с.
7. Патент РФ №RU 2381640 С1. Способ содержания почвы виноградников / Т.Н. Воробьева, Ю.А. Ветер, А.А. Волкова. – М.: Роспатент, бюл. №5/2010. – 4 с.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
9. Воробьева, Т.Н. Методические указания. Эколого-токсикологический мониторинг и оценка риска последствий пестицидного техногенеза на виноградниках / Т.Н. Воробьева, Г.А. Ломакина. – Краснодар: Просвещение – ЮГ, 2005. – 68 с.
10. Вольф, В.Г. Статистическая обработка опытных данных / В.Г. Вольф. – М.: Колос, 1966. – 259 с.