

УДК 632.95:634.8

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВИНОГРАДНИКОВ ПРИ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ

Воробьева Татьяна Николаевна
д-р с.-х. наук, профессор
главный научный сотрудник
лаборатории защиты винограда
e-mail: toksikolog @ mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский зональный
научно-исследовательский институт
садоводства и виноградарства»
Краснодар, Россия*

Представлены результаты эколого-токсикологического мониторинга виноградных насаждений при интенсивной техногенной нагрузке, проводимого в течение нескольких лет. Подтверждена установленная ранее аккумуляция почвой токсичных элементов и их частичная миграция в растения. Это приводит к снижению биологической активности почвы и одновременно к увеличению концентрации токсичных элементов в пищевых (трофических) цепях. Для совершенствования отраслевого производства, позволяющего улучшить экологическое состояние виноградных насаждений, необходима информация о количественно-качественном уровне загрязнения насаждений в экосистеме виноградников «почва-продукция». Поэтому целью настоящей работы явилось научное обоснование эколого-токсикологического мониторинга, как одного из основных элементов управления биоэкологизацией экосистемы ампелоценозов, основанного на эколого-токсикологической нормализации и оптимизации систем защиты от вредоносных объектов. Определение токсичных остатков проводилось по общепринятым методикам

UDC 632.95:634.8

SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF ECOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL MONITORING WHEN INTENSIVE TECHNOGENIC LOAD

Vorobyova Tatyana
Dr. Sci. Agr., Professor
Chief Research Associate
of Laboratory of Grapes Protection
e-mail: toksikolog @ mail.ru

*Federal State Budget
Scientific Institute
"North Caucasian
Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture",
Krasnodar, Russia*

Results of the ecological-toxicological monitoring of grape plantings at intensive technogenic loading which is carried out to the current of several years are presented. The accumulation by the soil of toxic elements and their partial migration established early in plants is confirmed. It leads to decrease in biological activity of the soil and and at the same time to increase in concentration toxic in food (trophic) chains. For improvement of the branch production allowing to improve an ecological condition of grape plantings it is necessary to have the information about the quantitative and qualitative level of pollution of plantings in an ecosystem of vineyards. Therefore the purpose of the real work was scientific justification of ecological-toxicological monitoring, as one of basic elements of the management of biogreening of an ecosystem ampelotseno-call based on ekologo-toxicological normalization and optimization of systems of protection against harmful objects. Definition of the toxic remains was carried out by the standard techniques

с использованием хроматографов газового «Цвет 500М», жидкостного «KNAUER» и атомно-абсорбционного спектрофотометра «Квант –АФА». Установлено, что за период 2010-2014гг при пестицидной нагрузке на агроугодья виноградных насаждений 124 кг/га остатки химикатов, превышающих допустимые нормы, обнаруживались в почве до 10,0 ПДК и в винограде – до 4,0 МДУ. Всего обнаруживалось пестицидов по действующему веществу до 24 наименований, в их числе 10 соединений токсичных метаболитов, характеризующихся не меньшей опасностью, чем исходный препарат. По результатам исследований разработан и запатентован метод эколого-токсикологического мониторинга виноградных насаждений (патент №2380888). Установлены основные оценочные показатели последствий применяемых в отрасли пестицидов, входящих в число «фоновых» и «сезонных» загрязнителей виноградников в зависимости от агротехнических приемов возделывания винограда.

Ключевые слова: ПЕСТИЦИДЫ, ПОЧВА, ВИНОГРАД, ТОКСИЧНЫЕ ОСТАТКИ, ДОПУСТИМЫЕ НОРМЫ

with use of chromatographs, gas "Colour 500M", liquid "KNAUER" and nuclear absorbing spectrophotometer "Quantum – AFA".

It is established that for the period 2010-2014gg at pesticidal load of agrogrounds of grape plantings 124 kg/ga the remains of the chemicals exceeding admissible norms were found in the soil to 10,0 PDK and in grapes to 4,0 MDU. In total it was found pesticides on active ingredient to 24 names, among them 10 connections of the toxic metabolites which are characterized not by smaller danger, than an initial preparation. By results of researches the method of ecological-toxicological monitoring of grapes plantings (patent No. 2380888) is developed and patented. The main estimated indicators of an after-effect of the pesticides applied in branch which are among "background" and "seasonal" pollutants of vineyards are established depending on agrotechnical methods of cultivation of grapes.

Key words: PESTICIDES, SOIL, GRAPES, TOXIC REMAINS, ADMISSIBLE NORMS

Введение. При существующем многолетнем техногенном воздействии на агроугодья виноградников увеличивается риск социально- экологических эффектов, основным из них является применение пестицидов – высокотоксичных химических соединений. Токсичности пестицидов и их негативному последствию на объекты агроугодий значительное внимание стало оказываться сравнительно недавно и уже тогда, когда эта ситуация приняла угрожающие масштабы [1, 2, 3]. Поэтому одним из основных антропогенных факторов, вызывающим повышенное содержание токсичных веществ в экосистеме виноградников, является многолетнее применение препаратов для борьбы с вредными объектами, поражающими виноградное растение. Помимо текущих (сезонных) химических обработок виноградно-

го растения, не менее опасным источником загрязнения продукции «фооновыми» токсикантами является почва насаждений, длительное время аккумуляировавшая различные по происхождению химические соединения, часть которых мигрирует в объекты окружающей среды (в том числе – в растения) и накапливается в производимой продукции [4, 5, 6].

Последствие пестицидов в экосистеме «почва – растение – пищевые продукты» отечественными и зарубежными исследованиями [7, 8, 9] рассматривается без учета многообразных взаимосвязей, в то время как результаты объективного и полноценного эколого-токсикологического мониторинга агроугодий позволяют проанализировать и установить возникающие экологические проблемы. Необходимость такой научной информации и явилось целью настоящих исследований, выполняемых в течение ряда лет, актуальность которых очевидна. Не перестающее быть востребованным использование пестицидов, учитывающее комплекс эколого-токсикологических, трофических и других взаимосвязей в экосистеме «почва – растение – продукция» является основным элементом экологически рациональной системы безопасного возделывания виноградников.

В этой связи для выяснения уровней пестицидного загрязнения обрабатываемых ими насаждений необходимы результаты периодически выполняемого эколого-токсикологического мониторинга.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в виноградарских зонах юга Кубани (Темрюкский район) на промышленных насаждениях специализированных хозяйств. Объекты исследований – производственные виноградные насаждения столовых и технических сортов, почва, виноградные ягоды, пестициды, используемые в период исследований для защиты виноградников от поражающих их вредителей и болезней.

В процессе выполнения исследований на обработанных пестицидами виноградниках отбирались пробы почвы весной, до проведения обработок, и осенью, после обработок, и образцы созревшего винограда.

В исследованиях применялся современный метод [10, 11] мониторинга виноградников, разработанный и запатентованный (патент

№ 2380888 от 10.02.2010г) в токсикологической лаборатории СКЗНИИСиВ. Остаточные количества пестицидов в почве и винограде определялись по общеизвестным методикам и ГОСТам [12, 13].

В работе использовались: газовый хроматограф «Цвет 500М» с модулем управления «Хромос ИРМ-10»; хроматограф жидкостной «KNAUER» с блоком управления Smartline Manager 5000; атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант –АФА», капиллярный электрофорез « Капель-103». Расчет выходных данных по остаточным количествам пестицидов – по методическим указаниям [11]. Математическую обработку материала выполняли методом дисперсионного анализа [14].

Обсуждение результатов. Несколько десятилетий виноградники Кубани интенсивно обрабатывались пестицидами различных групп химических соединений: хлорорганическими, фосфорорганическими, пиретроидами, бензимидазолами, триазолами, металаксилами, дитиокарбаматами, медьсодержащими и др.

В задачу проводимых исследований входило: проанализировать и установить на основе данных эколого-токсикологического мониторинга показатели, формирующие экологическое состояние виноградных насаждений. Это – анализ и техногенная нагрузка пестицидов, используемых в системе защиты виноградников от вредных объектов; уровень загрязнения почвы токсичными соединениями, оценка гигиенической безопасности винограда при существующей техногенной нагрузке.

Для выполнения эколого-токсикологического мониторинга необходимо иметь информацию о пестицидах, применяемых на виноградниках в период выполняемых мониторинговых исследований (табл. 1). Норма расхода препарата за редким исключением была регламентируемой, а число обработок зависело от фитосанитарного состояния насаждений и назревшей производственной необходимости.

Таблица 1 – Пестицидная нагрузка на виноградные насаждения, 2010-2014 гг.

Пестициды	Санитарно-гигиенические регламенты содержания, мг/кг		Число обработок, 1/год	Расход в обработке	
	почва	продукция		препарата, кг (л)/га	д.в., г/кг (л) рабочей смеси
Байлетон	0,03	0,1	2	0,3	250
Фалькон	0,02	0,05	2-1	0,4	360
Колфуго супер	0,1	0,2	2-1	2,5	200
Ридомил голд	0,1	0,1	2	2,5	680
Хлорпирифос	0,2	н/н	1	2,5	480
Диметоат	0,1	н/д	1	2,8	400
Метеор	3,0	5,0	3-2	3,0	770
Купроксат	3,0	5,0	2-1	5	345

Эколого-токсикологическим мониторингом 2010-2014 гг. определены показатели загрязнения пестицидами почв одной из основных виноградарских зон Кубани. Это промышленные насаждения виноградников Темрюкского района. В почве обнаруживались ранее применяемые и используемые в текущее время токсиканты из числа «фоновых», то есть уже не применяемых, но обнаруживаемых в почве, и сезонных пестицидов, применяемых в течение сезонных обработок последнее время. В 7 группах химсоединений обнаруживались пестициды 24 наименований, включая 10 их высокотоксичных метаболитов. Особое внимание в исследованиях обращалось на образование связанных остатков пестицидов, как правило, это их метаболиты, характеризующиеся не меньшей опасностью, чем сам исходный препарат.

Среди обследованных виноградников производственных участков, в почве которых не содержалось пестицидных остатков, исследованиями не установлено. На 80 % всех мониторинговых площадей промышленных виноградников загрязнение почвы остатками контролируемых пестицидов (по каждому из них в среднем) достигало 2,5 и более ПДК, для 20 % площади – насаждений – менее ПДК. К данному времени хорошо известна экологическая опасность пестицидов, содержащих в химическом составе

группу соединений хлора, характеризующегося стабильностью и длительностью сохранения в различных экологических объектах агроландшафтов. Так, например, в почве, более 3-х лет назад освобожденной от промышленных виноградных насаждений, остатки хлорорганических пестицидов обнаруживались в количествах от 2,5 до 34 ПДК.

В Тамани в исследуемый период, при средней пестицидной нагрузке на насаждения, равной до 124 кг/га (по действующему веществу около 26,3 кг/га), эколого-токсикологическое состояние агроугодий оценивалось наличием в почве токсикантов и их метаболитов из групп соединений: дитиокарбаматов – до 2,0; триазолов – до 10,0; медьсодержащих фунгицидов – до 2,8; хлорорганических – до 6,0; фосфорорганических – до 3,0 ПДК.

Многолетний мониторинг токсичных остатков применявшихся агрохимикатов выявил и в винограде избыточные количества пестицидов как из числа «фоновых» почвенных токсикантов (медьсодержащие препараты, хлорорганические и фосфорорганические соединения), так и «сезонных» (триазолы, дитиокарбаматы).

Таблица 2 – Результаты мониторинга по содержанию токсичных остатков в почве технических сортов винограда (средние данные, осень 2010-2014 гг.)

Пестициды	Остатки, мг/кг		ПДК, мг/кг
	min	max	
	таманская подзона виноградарства		
Медьсодержащие фунгициды (п.а. форма)	1,9	7,62	3,0
Хлорорганические инсектициды	0,12	0,6	0,1
Фосфорорганические инсектициды	0,06	0,28	0,1
Триазолы	0,02	0,2	0,02
Дитиокарбаматы	0,06	0, 21	0,1

Накопление в почве остатков пестицидов и заторможенность процессов их деградации подтверждается результатами эколого-токсикологического обследования, проведенного в весенние сроки, то есть спустя 10 месяцев после их применения. Осенью токсичные остатки в ото-

бранных образцах составили: меди – до 7,62 (3,0 мг/кг), инсектицидов хлорорганических до 0,68 мг/кг и фосфорорганических – до 0,27 (0,1), фунгицидов триазольной группы до 0,21 мг/кг (0,02) (табл. 2). В скобках указаны предельно-допустимые концентрации (ПДК). Весной следующего года степень частичного их разложения в среднем составляет от 5 до 15%.

Почвенные токсичные химикаты обнаруживаются в созревшем винограде, а при наличии факторов, благоприятных для их миграции в растение, остаточные количества превышают санитарно-гигиенические нормы.

Препараты и их метаболиты, из числа хлор- и фосфорорганических инсектицидов, триазолов и бензимидазолов, концентрация которых превышала ПДК, обнаруживались в созревшем винограде, а в отдельных случаях в количествах, превышающих МДУ (табл. 3). К этому нужно добавить загрязненность ягод пестицидами, обработки которыми проводились в течение сезона (байлетон, топаз, фалькон, ридомил, колфуго супер, полирам).

Ситуация, по отношению к опасным химикатам, перечень которых периодически изменяется, мигрирующим из почвы в растение, а следовательно, и в продукцию, не изменилась, но по прежнему из многочисленного и разнообразного числа почвенных загрязнителей при оценке пищевой безопасности винограда учитываются лишь хлорорганические соединения (метаболиты и изомеры ДДТ и ГХЦГ).

Таблица 3 – Результаты мониторинга содержания токсичных остатков в винограде 2010-2014 гг. (средние данные)

Пестициды	Остатки, мг/кг		МДУ, мг/кг
	min	max	
	таманская подзона виноградарства		
Медьсодержащие фунгициды (медь)	0,74	2,16	5,0
Хлорорганические инсектициды	0,1	0,3	0,1
Фосфорорганические инсектициды	0,04	0,05	0,1
Триазолы	0,06	0,21	0,05
Дитиокарбаматы	0,084	0,125	0,1
Бензимидазолы	0,06	0,35	0,2

Анализ результатов эколого-токсикологического мониторинга позволил отметить недостатки существующих методов, определяющих санитарно-гигиеническую оценку современных пестицидов, не предусматривающие опасность загрязнения винограда токсичными почвенными остатками.

Существующие методы и подходы для оценки качества продукции отрасли несовершенны, так как не рассматривается возможность накопления в почве пестицидов и их токсичных метаболитов, а также транслокация ксенобиотиков в экосистеме «почва-растение-ягоды». Это, в свою очередь, требует постоянного совершенствования комплексных систем оценки применяемых в виноградарстве пестицидов по результатам эколого-токсикологического мониторинга.

Проведение такого рода исследований должно распространяться на все регионы интенсивного применения пестицидов и, особенно, промышленных зон многолетних насаждений, подверженных повышенной техногенной нагрузке.

Выводы. Известное истощение почвенного плодородия, происшедшее за последнее столетие, значительно усугубилось прогрессирующим техногенным загрязнением природных экосистем. Это подтверждается результатами обследования почвы агрогодий на загрязненность их пестицидами, длительное время используемых в качестве промышленных виноградников.

Все пестициды являются биоцидами, а природные организмы не обладают полноценными механизмами их детоксикации. Ксенобиотики, не подвергающиеся ферментативному разложению, в такой гетерогенной и сложной среде, как почва, могут трансформироваться в более токсичные продукты. Они мигрируют в экосистеме ампелоценозов, аккумулируются в их звеньях до биоцидных концентраций и негативно влияют на эколого-токсикологическое состояние насаждений.

Эколого-токсикологическое состояние большей части обследованных участков было признано удовлетворительным, остальные не отвечали требованиям действующих санитарных и гигиенических регламентов.

Выполненные исследования и полученные результаты показали, что эколого-токсикологический контроль позволяет оперативно проследить динамику изменения содержания токсичных остатков в почве, их переход в растения и накопление в производимой продукции, он является фундаментальной основой в оценочном комплексе степени загрязнения токсикантами виноградных насаждений. Совершенно очевидно, что эта проблема может быть решена не только корректировкой технологий по применению химикатов, но и применением уже существующих альтернативных экологически чистых агротехнологий.

Литература

1. Каплин, В.Г. Основы экотоксикологии / В.Г. Каплин. – Москва: «Колос», 2007. – 231 с.
2. Федоров, Л.А. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку / Л.А. Федоров, А.В. Яблоков.– М.: Наука, 1999. – 462 с.
3. Егоров, Е.А. Проблемы производства безвирусного посадочного материала плодовых культур на юге России / Е.А. Егоров, А.П. Луговской, Л.Л. Бунцевич: В сб. Садоводство и виноградарство 21 века (Материалы международной научно-практической конференции).– Краснодар, 1999.– С. 213-223.
4. Воробьева Т.Н. Обеспечение экологической и пищевой безопасности в виноградарстве / Т.Н. Воробьева, А.А. Волкова // Научно-практические рекомендации. – Краснодар: ООО «Просвещение - Юг», 2009. – 19 с.
5. Воробьева, Т.Н. Контроль и сохранение экосистемы виноградников / Т.Н. Воробьева, А.А. Волкова // Методические указания и научно-практические рекомендации. – Краснодар: ООО «Просвещение – Юг», 2009. – 42 с.
6. Воробьева, Т.Н. Методы эколого-токсикологической оценки и агробиологической реабилитации промышленных виноградников /Т.Н. Воробьева, А.А. Волкова, Ю.А. Ветер // Методические указания и научно-практическое руководство. – Краснодар: ООО «Просвещение – Юг», 2009. – 71 с.
7. Ласковски, Д.А. Обзор исследований пестицидов в почве с целью прогнозирования их поведения / Д.А. Ласковски, Р.Л. Сванн, П. Дж. Маккал [и др.] // Прогнозирование поведения пестицидов в окружающей среде. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – С. 85-93.
8. Frehse H. The perspective of persistence / H. Frehse // Proc. BCPC Symposium: Persistence of insecticide and herbicides. 1976. – P.1-39.
9. Trofano J. Effect of simulated acidic rain on retention of pesticides on leaf surfaces / J. Trofano, E.J. Butterfield // Phytopathology. 1984. V. 74. N 11. – P. 1377-1380.
10. Воробьева, Т.Н. Токсикологическая оценка почв на виноградниках: Методические указания / Т.Н. Воробьева. – Краснодар, 1991. – 14 с.
11. Воробьева, Т.Н. Оценка экологического риска применения пестицидов в виноградарстве / Т.Н. Воробьева, Г.А. Ломакина. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2006. – 194 с.

12. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания и внешней среде. – М., 1992. – Т. 1-2.

13. Методы контроля. Химические факторы. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, с/х сырье и объектах окружающей среды // Сборник методических указаний вып. 4 ч. 1 МУК 4.1.1426 – 4.1.1429-03. – М.: Минздрав России, 2004. – 211 с.

14. Вольф, В.Г. Статистическая обработка опытных данных. – М.: Колос, 1966. – 259 с.

References

1. Kaplin, V.G. Osnovy jekotoksikologii / V.G. Kaplin. – Moskva: «Kolos», 2007. – 231 s.

2. Fedorov, L.A. Pesticidy – toksicheskiy udar po biosfere i cheloveku / L.A. Fedorov, A.V. Jablov. – М.: Nauka, 1999. – 462 s.

3. Egorov, E.A. Problemy proizvodstva bezvirusnogo posadochnogo materiala plodovyh kul'tur na juge Rossii / E.A. Egorov, A.P. Lugovskoj, L.L. Buncevic: V sb. Sadovodstvo i vinogradarstvo 21 veka (Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii). – Krasnodar, 1999. – S. 213-223.

4. Vorob'eva T.N. Obespechenie jekologicheskoy i pishhevoj bezopasnosti v vinogradarstve / T.N. Vorob'eva, A.A. Volkova // Nauchno-prakticheskie rekomendacii. – Krasnodar: ООО «Prosveshhenie - Jug», 2009. – 19 s.

5. Vorob'eva, T.N. Kontrol' i sohranenie jekosistemy vinogradnikov / T.N. Vorob'eva, A.A. Volkova // Metodicheskie ukazaniya i nauchno-prakticheskie rekomendacii. – Krasnodar: ООО «Prosveshhenie – Jug», 2009. – 42 s.

6. Vorob'eva, T.N. Metody jekologo-toksikologicheskoy ocenki i agrobiologicheskoy rehabilitacii promyshlennyh vinogradnikov /T.N. Vorob'eva, A.A. Volkova, Ju.A. Veter // Metodicheskie ukazaniya i nauchno-prakticheskoe rukovodstvo. – Krasnodar: ООО «Prosveshhenie – Jug», 2009. – 71 s.

7. Laskovski, D.A. Obzor issledovaniy pesticidov v pochve s cel'ju prognozirovaniya ih povedeniya / D.A. Laskovski, R.L. Svann, P. Dzh. Makkal [i dr.] // Prognozirovanie povedeniya pesticidov v okruzhajushhej srede. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – S. 85-93.

8. Frehse H. The perspective of persistence / H. Frehse // Proc. BCPC Symposium: Persistence of insecticide and herbicides. 1976. – P.1-39.

9. Trofano J. Effect of simulated acidic rain on retention of pesticides on leaf surfaces / J. Trofano, E.J. Butterfield // Phytopathology. 1984. V. 74. N 11. – P. 1377-1380.

10. Vorob'eva, T.N. Toksikologicheskaja ocenka pochv na vinogradnikah: Metodicheskie ukazaniya / T.N. Vorob'eva. – Krasnodar, 1991. – 14 s.

11. Vorob'eva, T.N. Ocenka jekologicheskogo riska primeneniya pesticidov v vinogradarstve / T.N. Vorob'eva, G.A. Lomakina. – Krasnodar: ООО «Prosveshhenie-Jug», 2006. – 194 s.

12. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniju mikrokolichestv pesticidov v produktah pitaniya i vneshnej srede. – М., 1992. – Т. 1-2.

13. Metody kontrolja. Himicheskie faktory. Opredelenie ostatochnyh kolichestv pesticidov v pishhevyyh produktah, s/h syr'e i ob'ektah okruzhajushhej srede // Sbornik metodicheskikh ukazaniy vyp. 4 ch. 1 MUK 4.1.1426 – 4.1.1429-03. – М.: Минздрав России, 2004. – 211 с.

14. Vol'f, V.G. Statisticheskaja obrabotka opytnyh dannyh. – М.: Kolos, 1966. – 259 s.