

УДК 634.8:632.95:028

DOI: 10.30679 / 2219-5335-2018-2-50-103-110

**МЕХАНИЗМЫ  
БИОТРАНСФОРМАЦИИ  
ДЕГРАДИРУЕМОЙ ПОЧВЫ  
АМПЕЛОЦЕНОЗОВ**

Воробьева Татьяна Николаевна  
д-р с.-х. наук, профессор  
главный научный сотрудник  
научного центра  
«Защита и биотехнология растений»  
E-mail: toksikolog @ mail.ru

Петров Валерий Семенович  
д-р с.-х. наук,  
руководитель ФНЦ  
«Виноградарство и виноделие»

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

Наличие в почве агрессивных химикатов, в условиях постоянного антропогенного фактора, снижает активность микробиологической деятельности и биохимических процессов. Способность пестицидов к биоаккумуляции активизирует процессы деградации почвы и их миграцию в экосистеме почва-растение-виноград. Изменение структуры верхнего плодородного слоя почвы, агрессивность токсичных химикатов по отношению к микробам усиливает ее деградацию. Цель настоящей работы – изучение механизмов биотрансформации деградируемой почвы ампелоценозов. Объекты исследований – производственные виноградные насаждения технического сорта Каберне-Совиньон, почва виноградников, виноград, токсичные остатки, биоудобрение и агроприемы по способу содержания почвы в междурядьях виноградников. Техногенная нагрузка оценивалась степенью загрязнения экосистемы ампелоценозов (почва-виноград) токсичными элементами. Определение

UDC 634.8:632.95:028

DOI: 10.30679 / 2219-5335-2018-2-50-103-110

**MECHANISMS  
OF BIOLOGIC  
TRANSFORMATION  
OF AMPELOCENOSES SOIL**

Vorobyova Tatyana Nikolayevna  
Dr. Sci. Agr., Professor  
Chief Research Associate  
of SC "Protection  
and Plant Biotechnology"  
E-mail: toksikolog @ mail.ru

Petrov Valeriy Semenovich  
Dr. Sci. Agr.  
Head of the FSC  
"Viticulture and Winemaking"

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

The presence in the soil of aggressive chemicals, under the conditions of a permanent anthropogenic factor, reduces the activity of microbiological activity and biochemical processes. The ability of pesticides to bioaccumulate activates the processes of soil degradation and pesticide's migration in the ecosystem of soil-plant-grapes. The structure change of the upper fertile soil layer, the aggressiveness of toxic chemicals in relation to microbes increases in its degradation. The purpose of this work is to study the mechanisms of biotransformation of the degraded ampeloceneses soil. The objects of research are the industrial grape orchards of the technical grape variety of Cabernet-Sauvignon, the vineyard's soil, the grapes, toxic residues, biofertilizer and the agric ways of the soil matenance in the vineyards. The technogenic load was estimated according to the pollution degree of the ampeloceneses ecosystem

токсичных остатков проводилось по общепринятым методикам с использованием хроматографов: газового «Цвет 500М», жидкостного «KNAUER» и атомно-абсорбционного спектрофотометра «Квант –АФА». Биохимический состав суслу винограда определяли методом капиллярного электрофореза с применением приборов «Капель-104Т» и «Капель-105». Степень микробиологической эффективности и разложения биомассы биоудобрения + ЭМ-1+мезга определялась по количеству бактерий и актиномицетов в почве опытных участков после однолетнего применения мезги на фоне органического удобрения. В процессе исследований установлены механизмы биотрансформации, обусловленные обогащением почвы комплексным биоудобрением, активизирующем процессы формирования и функционирования почвенного биоценоза, обеспечивающего распад стойких токсичных химикатов. Увеличилась численность актиномицетов на 3,0% и бактерий на 15,5%, снизилась концентрация токсикантов в почве на 35 % (весна) и на 57 % (осень). Содержание элементов питания (органические кислоты) в винограде возросло от 7 % до 17 %.

*Ключевые слова:* ВИНОГРАД, ПОЧВА, ТОКСИЧНЫЕ ОСТАТКИ, ДЕГРАДАЦИЯ, БИОУДОБРЕНИЕ

(soil-grapes) by toxic elements. The determination of toxic residues was carried out according to generally accepted procedures using chromatographs: gas "Color 500 M", liquid "KNAUER" and atomic absorption spectrophotometer "Kvant-AFA". The biochemical composition of the grape must was determined by the method of capillary electrophoresis using "Kapel-104T" and "Kapel-105". The degree of microbiological efficiency and decomposition of biomass of bio-fertilizer + EM-1 + mezza was determined taking into account to the number of bacteria and actinomycetes in the soil of experimental plots after one-year application of pulp with organic fertilizer. In the process of research, the mechanisms of biotransformation are established, due to soil enrichment with complex biofertilizer, which activates the processes of formation and functioning of soil biocenosis, ensuring the decay of persistent toxic chemicals. The number of actinomycetes increased by 3.0 % and bacteria – by 15.5 %, the concentration of toxicants in the soil decreased by 35 % (spring) and by 57 % (autumn). The content of nutrients (organic acids) in the grapes increased from 7 % to 17 %.

*Key words:* GRAPES, SOIL, TOXIC RESIDUES, DEGRADATION, BIOFERTILIZER

**Введение.** Изучение механизмов трансформации деградируемых почв ампелоценозов, где используемое десятилетиями традиционное земледелие привело к ухудшению целостности почвенной системы, – приоритетное направление исследований состояния почвы с биологической и экологической точек зрения. Известна способность к бионакоплению почвенных пестицидов, увеличение их концентрации в верхнем почвенном горизонте, усиливающее процесс деградации почвенного плодородного слоя

[1-4]. Из наиболее заметных отрицательных факторов, прежде всего, нужно учесть антропогенный фактор, включающий отдельные агротехнические приемы, проводимые на виноградниках. Интенсивное применение механизированных обработок, пестицидов, искусственных удобрений и других химических препаратов нарушает естественные биологические процессы. Изменение структуры верхнего плодородного слоя почвы, агрессивность токсичных химикатов, аккумулируемых почвой, по отношению к микробам усиливает ее деградацию [5, 6, 7].

Трансформация токсичных химикатов в почве до состояния лабильной формы достигается с помощью различных механизмов – физико-химических, микробиологических, биохимических и других.

Раскрытие механизмов обеспечения детоксикации агрессивных химикатов до безопасных уровней является основой снижения степени деградации почвы ампелоценозов.

Продолжительное пребывание в почве агрессивных химикатов в условиях постоянного антропогенного фактора снижает активизацию микробиологической деятельности и биохимических процессов, с другой стороны химикаты частично мигрируют в растение, загрязняя виноград токсичными остатками. В связи с этим отмечается, что высококачественное органическое биоудобрение, вносимое в почву, снижает многолетнее антропогенное воздействие на агрогодья виноградных насаждений [8, 9]. При этом активизируются процессы формирования и функционирования почвенного биоценоза, обеспечивающего распад стойких токсичных химикатов.

Целью настоящих исследований явилось изучение механизмов, обеспечивающих биотрансформацию опасных химикатов в почве виноградников до безопасных уровней.

**Объекты и методы исследований.** Объекты исследований – производственные виноградные насаждения технического сорта Каберне-Совиньон, почва виноградников, виноград, токсичные остатки, биоудобрение и агропри-

емы по содержанию почвы в междурядьях виноградников. Техногенная нагрузка оценивалась степенью загрязнения экосистемы ампелоценозов (почва-виноград) токсичными элементами.

Определение токсичных остатков проводилось по общепринятым методикам [10] с использованием хроматографов: газового «Цвет 500М», жидкостного «KNAUER» и атомно-абсорбционного спектрофотометра «Квант –АФА». Биохимический состав суслу винограда определяли методом капиллярного электрофореза с применением приборов «Капель-104Т» и «Капель-105» (НПФ ООО «ЛЮМЭКС», Россия). Обработка экспериментального материала – специальные компьютерные программы (Microsoft Excel 2007; Statistica 6.0 for Windows) и современная электронно-вычислительная техника.

**Обсуждение результатов.** При переработке винограда в винодельческой промышленности образуется значительное количество (до 20%) отходов, рациональное использование которых дает возможность получить дополнительное питание органике почвы и ускорить активность микрофлоры. В то же время пестициды, состоящие из токсичных синтетических соединений, загрязняющих почву виноградников, являются ингибиторами, угнетающими активность ферментов и микроорганизмов. Поэтому комплексное органическое удобрение (биоудобрение+ЭМ-1+мезга), дополняемое мезгой, оказалось более эффективным в активизации процессов биотрансформации почвенных токсичных остатков.

Степень микробиологической эффективности и разложения биомассы биоудобрения + ЭМ-1+мезга определялась по количеству бактерий и актиномицетов в почве опытных участков после однолетнего применения мезги на фоне органического удобрения (табл. 1).

В качестве высококачественного органического биоудобрения использовалось зеленое удобрение в комплексе с отходами виноделия (мезга) и эффективными микроорганизмами (ЭМ-1).

Таблица 1 – Количество колоний микроорганизмов (КОЕ/г почвы)  
(лабораторно-полевой опыт, 2015 г)

Варианты опыта (сорт Каберне-Совиньон)	Количество микроорганизмов в 10 г почвы	
	актиномицеты	бактерии
Биоудобрения+ЭМ-1	500	39660
Биоудобрения+ЭМ-1+мезга	515	46900

Физиологически активные вещества гумифицированной биомассы активизировали катализ почвенных биохимических процессов, увеличивая численность почвенной микрофлоры: актиномицетов на 3,0 % и бактерий на 15,5 %. Таким образом, снижение концентрации основных почвенных загрязнителей подтверждается восстановлением полезной почвенной микрофлоры, активизирующей процессы биотрансформации токсичных химикатов до безопасных уровней.

При проведении химических обработок виноградного растения наиболее опасны аккумулируемые в почве различные по происхождению химические соединения, относящиеся к фоновым загрязнителям. Использование на виноградниках биоудобрения с ежегодным внесением ЭМ-1 и отходов виноделия снизило концентрацию токсикантов в почве: весной до 35 %, а осенью до 57 % (табл. 2).

Одним из показателей пищевой безопасности продукции многолетних насаждений является отсутствие в ней токсичных химикатов из неразложившихся остатков пестицидов, применяемых во время обработок и мигрирующих из почвы. Концентрация группы пестицидов, аккумулируемых почвой, в винограде уменьшилась там, где применялось комплексное биоудобрение.

Биотрансформация основных фоновых загрязнителей почвы подтверждается пополнением винограда из почвы питательными элементами, в которых содержание токсичных остатков из почвы значительно уменьшилось (табл. 3).

Таблица 2 – Токсичные остатки в почве, 2016 г (средние данные)

Способы 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
Биоудобрения +«ЭМ-1»	3,6	0,25	0,015	0,2	0,15	4,9	0,45	0,18	0,35	0,25
Биоудобрения +«ЭМ-1» +мезга	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: Группы пестицидов: 1 – медьсодержащие, 2 – ХОС, 3 – ФОС, 4 – дитиакاربаматы, 5 – бензимидазолы. ПДК – предельно допустимое количество.

Таблица 3 – Почвенные токсичные остатки в винограде, урожай 2016 г.

Варианты опыта	Содержание пестицидов в винограде, мг/кг				
	сорт Каберне-Совиньон				
	группы пестицидов				
	1	2	3	4	5
Контроль	2,25	0,15	0,05	0,17	0,08
Комплексное биоудобрение	2,12	0,08	-	0,04	-
МДУ, мг/кг	5,0	0,4	0,02	0,1	0,05

\*Примечания: а. Группы пестицидов: 1 – медьсодержащие, 2 – ХОС, 3 – ФОС, 4 – дитиакاربаматы, 5 – бензимидазолы. МДУ – максимально допустимый уровень.

Обогащение почвы органическим веществом обеспечивает виноград элементами питания, повышающими качество биохимического состава (табл. 4)

Таблица 4 – Содержание органических кислот в сусле винограда, урожай 2016 г.

Варианты опыта (сорт Каберне-Совиньон)	Концентрация органических кислот, мг/дм			
	винная	яблочная	лимонная	янтарная
Биоудобрения+ЭМ-1	12,5	1,3,0	0,5	0,6
Биоудобрения+ЭМ-1+мезга	13,3	1,4,1	0,6	0,5

При применении комплексного биоудобрения концентрация яблочной, винной и лимонной кислот увеличилась в сусле соответственно на 7 %, 8 %, 17 % и в мезге – на 8 %, 10 %, 25 %, а содержание янтарной кислоты незначительно уменьшилось в сусле и мезге.

**Заключение.** Механизмы активации катализаторов почвенных биохимических процессов, обеспечивающих биотрансформацию деградируемой почвы ампелоценозов обогащением ее органическим удобрением, заключаются в увеличении численности почвенной микрофлоры и ее активности; разложении токсичных остатков в почве до безопасных уровней; выносе питательных веществ, не содержащих почвенных токсичных остатков, из почвы в растение.

### Литература

1. Воробьева, Т.Н. Динамика экологических проявлений пестицидного техногенеза в экосистеме ампелоценоза / Т.Н. Воробьева // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 2. – С. 59-61.
2. Подгорная, М.Е. Динамика разложения инсектицидов в плодах яблони в период хранения» края / М.Е. Подгорная // Плодоводство и ягодоводство России. Сборник научных работ. Том XXX Современные методы защиты плодовых и ягодных насаждений от болезней и вредителей: материалы всероссийского науч.-практ. семинара. – Москва, ГНУ ВСТИСП, 2012. – С. 389-392.
3. Trofano J. Effect of simulated acidic rain on retention of pesticides on leaf surfaces /J. Trofano, E.J. Butterfield // Phytopathology. 1984. Vol. 74. N 11. – P. 1377-1380.
4. Frehse H. The perspective of persistence / H. Frehse // Proc. BCPC Symposium: Persistence of insecticide and herbicides. 1976. – P.1-39.
5. Fox, R. Vielfaltige Begrünung, eine wichtige Grundlage für den inter grierten Weinbau / R. Fox, M. Straub // Winzen. - 1993. - Yg. - 48, 49. - S. 13-18.
6. Тихонович, И.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем / И.А. Тихонович, Н.А. Проворов. – СПб.: Изд-во С. Петербургского университета, 2009 – 210 с.
7. Воробьева, Т.Н. Биотрансформация фунгицидов триазольной группы в экосистеме почва виноград / Т.Н. Воробьева, А.С. Белков // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы 8-ой между науч.-практ. конф. (19-23 июня 2017 г.) – Краснодар: КубГАУ, 2017. – С. 90-93.
8. 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.

9. Егоров, Е.А. Продуктивный потенциал промышленных виноградников / Е.А. Егоров, Т.Н. Воробьева, Ю.А. Ветер // Аграрная наука. – 2007. – №1. – С. 18-21.

10. 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. – 211с.

### References

1. Vorob'eva, T.N. Dinamika jekologicheskikh pojavlenij pesticidnogo tehnogeneza v jekosisteme ampelocenoza / T.N. Vorob'eva // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk. – 2011. – № 2. – S. 59-61.

2. Podgornaja, M.E. Dinamika razlozhenija insekticidov v plodah jabloni v period hranenija kraja / M.E. Podgornaja // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. Sbornik nauchnyh rabot. Tom XXX Sovremennye metody zashhity plodovyh i jagodnyh nasazhdenij ot boleznij i vreditelej: materialy vserossijskogo nauch.-prakt. seminar. – Moskva, GNU VSTISP, 2012. – S. 389-392.

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

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

5. Fox, R. Vielfaltige Begrundung, eine wichtige Grundlage fur den inter grierten Weinbau / R. Fox, M. Straub // Winzen. - 1993. - Yg. - 48, 49. - S. 13-18.

6. Tihonovich, I.A. Simbiozy rastenij i mikroorganizmov: molekularnaja genetika agrosistem / I.A. Tihonovich, N.A. Provorov. – SPb.: Izd-vo S. Peterburgskogo universiteta, 2009 – 210 s.

7. Vorob'eva, T.N. Biotransformacija fungicidov triazol'noj grupy v jekosisteme pochva vinograd / T.N. Vorob'eva, A.S. Belkov // Agrotehnicheskij metod zashhity rastenij ot vrednyh organizmov: materialy 8-oj mezhd nauch.-prakt. konf. (19-23 ijunja 2017g.) – Krasnodar: KubGAU, 2017. – S. 90-93.

8. Vorob'eva, T.N. Produktivnost' ampelocenzov i agrotehnicheskie novacii v vinogradarstve (izuchenie, jekologizacija proizvodstva) / T.N. Vorob'eva, Ju.A. Veter. – Krasnodar: OOO «Al'fa-poligraf+», 2011. – 200 s.

9. Egorov, E.A. Produktivnyj potencial promyshlennyh vinogradnikov / E.A. Egorov, T.N. Vorob'eva, Ju.A. Veter // Agrarnaja nauka. – 2007. – №1. – S. 18-21.

10. Metody kontrolja. Himicheskie faktory. Opredelenie ostatochnyh kolichestv pesticidov v pishhevyyh produktah, s/h syr'e i ob'ektah okruzhajushhej sredy: sbornik metodicheskikh ukazanij. – Vyp. 4. – Ch. 1. – MUK 4.1.1426 – 4.1.1429-03. – М.: Минздрав России, 2004. – 211с.