

УДК 682.7.72:632.937.32

В. Д. ДРОЗДА, М. А. КОЧЕРГА

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г.Киев

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ ЯГОДНИКОВ В СИСТЕМЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Аннотация

Предложена концепция биологической защиты ягодников в системе органического земледелия. Оценен биотический потенциал доминирующих фитофагов на основании показателей их жизненных стратегий на оси r- и K-континуума. Апробирована оригинальная технология защиты ягодников, обеспечивающая необходимую хозяйственную эффективность с сохранением регуляторной роли природных и лабораторных популяций зоофагов и гиперпаразитов доминирующих фитопатогенов и определяющая необходимое качество урожая.

Ключевые слова: ягодники, фитофаги, энтомофаги, r- и K-стратегии, отрицательная обратная связь, биологическая защита, саморегуляция

Keywords: berry crops, phytophages, entomophages, r- and K-strategies, negative feedback, biological control, self-regulation

Введение. Существующие технологии защиты ягодников в Украине и в странах ближнего и дальнего зарубежья предполагает довольно интенсивное использования разнообразного спектра токсических синтетических пестицидов.

Детальный анализ массива патентов США, Великобритании, Германии, Франции, Италии и Испании за последние 30 лет показал, что проблема защиты ягодников в фермерских хозяйствах на площади 0,5 га и выше решается преимущественно путем использования химических пестицидов. Практически игнорируется роль природных популяций зоофагов. Такая стратегия приводит к тому, что в агроценозах начинает доминировать группа внутрискелетных и сосущих фитофагов, среди которых крайне опасным является смородинный почковый клещ *Cecidophiopsis ribis* Westw.

Украина в составе СССР в свое время занимала ведущее место как по уровню научных разработок, так и по объемам использования биологического метода в аграрных технологиях. Резкие изменения в аграрной отрасли страны, в частности, появление сектора небольших хозяйств, где ягодные культуры в основном и выращиваются, требует совсем иных подходов к технологиям защиты. Выявлены аналоги и подобраны эффективные способы получения и использования биологических инсектицидов (А.с. СССР, №1650046, патент России №2064263, патент США №4973601, патенты Украины №29746, №29785, №29787). Проведен отбор аналогов по классификационным индексам: МПК⁷ А01 К 67/00, А01 М 29/00, А01 Н 25/00, А01 G 3/00, МКИ США №424184. Отобраны оригинальные технические решения, которые касаются фитосанитарного мониторинга состояния агроценозов (А.с. СССР, №1807847, патент Франции №8215097, патент Японии №54-22274).

Анализ последних разработок ведущих университетов России и стран Запада свидетельствует о том, что ягодоводство все больше ориентируется на беспестицидные технологии. Более того, значительная часть таких технологий функционирует на основе органического земледелия, где не применяются не только пестициды, но и минеральные удобрения и разнообразные биостимуляторы [1,2].

В то же время исследования последних лет, проведенные в Украине, показали значительную перспективу использования отдельных элементов биологического контроля в составе технологий защиты ягодных культур, выполненные на уровне изобретений [3,4,5,6]. В их составе – оригинальные приемы лабораторного выращивания видов рода *Trichogramma*,

габробракона *Nabrobracon hebetor* Say, направленные на получение жизнеспособных популяций паразитов, как составной части экологических технологий защиты ягодников [7,8,9,10]. Определен ряд технических решений использования микробиологических препаратов. [11].

Таким образом, проведенный анализ научной и патентной литературы, позволил объективно и критически оценить отрасль ягодоводства в Украине и за рубежом, в частности, отобрать наиболее привлекательные технологии защиты ягодников, преимущественно биологического происхождения [12 -17]. И на этой основе обосновать теоретический фундамент исследований по поиску оригинальных отечественных технологий биологического происхождения. Определяющее значение таких технологий—получение урожая с преимущественным использованием биологических и иных нехимических приемов.

Объекты и методы исследований. Регионы и хозяйства для проведения полевых научных экспериментов были отобраны по принципу сортового районирования. Использовали также ряд хозяйств, где ягодники выращиваются в системах органического земледелия. Учитывали размеры агроценозов (не менее 0,5 га) и агроклиматическую зональность. Оценка фитосанитарного состояния агроценозов черной смородины, крыжовника и малины (сбор биоматериала - веток, побегов, растительного опада, отдельных стадий развития фитофагов), мониторинговые и полевые исследования проводились в коллективных и фермерских хозяйствах, в частности, в ЗАО «Зелений гай» Николаевской области, ФХ «Ярошенко» Полтавской области, Киевской и Львовской областях на сортах Чернеча, Аметист, Юбилейная Копаня, Дочка Ворсклы, Говтва, Черешнева, Памятная, Лелека, Радужная.

Проводили физиологический мониторинг популяций фитофагов: определение массы куколок, уровня заражения диапаузирующих стадий фитофагов возбудителями болезней и энтомофагами, определение функционального состояния гонад фитофагов, потенциальной плодовитости самок путем прижизненного препарирования гонад [17]. Проблема защиты ягодников от фитопатогенов, преимущественно грибного происхождения решалась путем корневых и некорневых подкормок органическим удобрением Риверм в.р., агротехническими приемами, такими как залужение междурядий. В качестве защитных приемов использовали микробиологические фунгициды Гамаир, Алирин-В, а также оригинальный микробиологический препарат Гаупсин, созданный на основе штамма *Pseudomonas aureofaciens* УКМ В-111 - высокоактивного в отношении фитопатогенных грибов и бактерий, и штамма *P. aureofaciens* УКМ В-306 - обладающего высокой энтомопатогенной активностью в отношении гусениц карпофагов (садовые плодоярки). Биотехнологическая часть предусматривала получение и расселение в агроценозы высокожизнеспособных стартовых популяций лабораторных культур энтомофагов (виды рода трихограмма, габробракон, дибрахис *Dibrachys cavus* Walk, златоглазка *Chrysopa carnea* Steph. по оригинальным технологиям [3,4,12,18]. Максимально активизировали механизмы отрицательной обратной связи путем создания комплекса консортных растений (травянистые и кустарниковые нектароносы) как стадий накопления, сохранения и расселения энтомофагов. Реализация этих элементов решала проблему управления комплексом членистоногих в агроценозах [19]. Оценку биологической эффективности приемов проводили согласно существующих методик [20].

Обсуждение результатов. Теоретической предпосылкой экспериментального обоснования технологий защиты является представление о том, что ягодники характеризуются значительным видовым и численным разнообразием членистоногих, экологической емкостью с выраженными трофическими цепями.

Очевидно, что решение этой проблемы требует научного обоснования, что касается особенностей формирования комплекса членистоногих ягодников, их экологического, биологического и хозяйственного значения [8,9,21]. Кроме того, необходимо исследовать характер трофического, экологического и пространственного взаимодействия продуцентов (районированные сорта ягодников) и консументов разных уровней. Речь идет о биолого-экологической классификации консументов первого уровня с позиций их жизненных стратегий на оси г- и К-континуума, то есть про уровень их адаптивной сопряженности с растениями, трофической специализации и, что существенно, к адаптивной сопряженности с консументами высших рангов (природные популяции зоофагов) (табл. 1.) [22,23,24].

Классификация фитофагов согласно жизненных стратегий позволила определить их видовой состав, уровень доминирования, установить критические периоды в онтогенезе. Кроме того, это

дало возможность прогнозировать уровень их потенциального распространения и вредоносности, определить перспективные виды энтомофагов и возбудителей болезней для создания микробиологических препаратов, предложить средства защиты растений преимущественно биологического происхождения с целью перевода их популяций в длительное депрессивное состояние.

В контексте изложенного была проведена экспериментальная оценка экологической и хозяйственной эффективности как отдельных приемов так и технологии в целом. Существенным при этом было то, что исследования в первые годы проводили на фоне довольно высокого уровня численности доминирующих фитофагов значительно превышающего пороговые уровни.

Теоретической основой защиты растений в системах органического земледелия является реализация биоценологических и биоцидных регуляторных процессов в популяциях членистоногих и доминирующих фитопатогенов агроценозов путем индукции механизмов отрицательной обратной связи. Удельный вес популяции зоофагов в этом процессе, по нашим расчетам, колеблется в пределах от 45 до 75%. Ставилось задание определить принципиальную возможность длительного поддержания популяций фитофагов на условном допороговом уровне с использованием как механизмов саморегуляции так и усиления их путем насыщения агроценозов промышленными культурами энтомофагов. Для решения этого задания были разработаны оригинальные оценочные предикторы основных характеристик жизненных стратегий доминирующих фитофагов, в частности комплекса листовёрток, смородинной стеклянницы *Synanthedon tipuliformis* Cl. и смородинной златки *Agilus gibesi* Shaefer, крыжовниковой огневки *Zophodia convolutella* Hb, смородинной почковой моли *Incurvaria capitella* Cl., тлей и растительноядных клещей. Именно этот комплекс фитофагов является наиболее потенциально опасным вследствие того, что личинки, гусеницы и имаго повреждают как вегетативные, так и репродуктивные органы.

Исследования показали принципиальную возможность и частично пути управления энтомоакарокомплексом агроценозов ягодников. На этой основе нами были отобраны и апробированы отдельные элементы направленного воздействия на популяции, усиливающие механизмы отрицательной обратной связи и индуцирующие биоцидные свойства растений, в том числе и активность природных популяций консументов 3-го уровня (гиперпаразиты).

Биотехнологическая часть разработки предполагала применения оригинальных приемов направленного воздействия как на насекомых-хозяев энтомофагов, так и на самих энтомофагов путем использования композиции в составе диеты для имаго и разнообразных вариаций температуры, влажности и фотопериода. Это позволило получить стартовые популяции энтомофагов, характеризующиеся высокой мотивационной активностью в рамках генетических программ этих видов со значительным (25% и более) превышением нормы реакции. Таким образом, лабораторные популяции энтомофагов адаптировались в естественных условиях, закреплялись на биоценологическом уровне, конкурируя с природными популяциями.

Многолетние исследования позволили оптимизировать составные элементы оригинальных технологий, вследствие чего они адаптированы к разнообразным регионам, гибкие по своей сути, экономичны и практичны. Их реализация связана с определенными трудностями, прежде всего технологического характера. Но, учитывая конечный результат, а это урожай без разнообразных ксенобиотиков, главный оценочный критерий не только эффективность, но и качество урожая как составная часть детского и геродиетического питания.

Кроме того, безусловное преимущество предлагаемой технологии перед существующими состояла в том, что после сбора урожая агроценоз характеризовался высоким уровнем видового биоразнообразия с сохранением трофических цепей 4-5 уровней. При этом не нарушалась структура почв, содержание гумуса, наблюдалось динамичное нарастание численности дождевых червей, которые эффективно утилизируют листовую опад и способствовали накоплению копролитов. Консортиный каркас агроценозов стабилизировал экологическую ситуацию, выполняя средообразующую функцию, что способствовало оптимизации жизненных процессов многочисленных видов энтомофагов и «нейтральных» видов в период их длительной биологической консервации. Качественный визуальный и инструментальный мониторинг фитосанитарного состояния агроценозов ягодников позволил прогнозировать и предупреждать возникновение стрессовых ситуаций по показателям численности доминирующих фитофагов

путем усиления регуляторных механизмов, функционирующих согласно принципа отрицательной обратной связи.

Материалы, приведенные в табл. 2, достаточно четко иллюстрируют хозяйственную и экологическую эффективность оригинальной технологии защиты смородины черной.

Таблица 2 – Итоговые результаты реализации технологий защиты смородины черной в системе органического земледелия (Полтавская обл., ФХ «Ярошенко», 2010-2012 гг.)

Технологии, которые сравниваются	Начальная численность фитофагов, экз/5 куст	Эффективность технологий, %			Итоговая эффективность технологий, %	Урожай ягод, кг/куст	Диапаузировавало фитофагов, экз/5 куст
		погибло гусениц и личинок фитофагов	заражено растений болезнями	развитие болезни			
Оригинальная технология органического земледелия	24,6	82,6	14,8	3,1	84,3	4,5	3,8
Технология с отдельными элементами биологической защиты	19,8	70,2	22,4	7,6	70,5	3,4	6,1
Химический стандарт (базовый вариант)	26,1	85,3	20,5	2,6	85,6	4,4	3,9
Контроль	22,8	10,2	40,3	18,2	-	2,5	26,7
НСР _{0,5}	-	4,6	3,9	0,6	4,8	0,7	0,6

Установлено, что при сравниваемых показателях положительный эффект от использования оригинальной технологий превосходил химический стандарт. Однако этот результат был достигнут разными путями. Урожай в химическом стандарте защищался путем тотального истребления фитофагов и, к сожалению, зоофагов и насекомых-опылителей. Оригинальная технология обеспечивала необходимую хозяйственную эффективность с сохранением структуры и функции агроценозов, динамическим состоянием энтомоакарокомплекса, выраженными трофическими связями, где фитофаги были преимущественно своеобразным «биологическим сырьем» для развития популяций зоофагов. Подсчеты показали довольно высокий уровень численности почвенной мезофауны с заметной трофической активностью жужелиц и стафилинид, которые эффективно фуражировали на фитофагах, чей онтогенез связан с почвой. Это, прежде всего, популяции пилильщиков, галлиц, смородиновой почковой моли и крыжовниковой огневки.

Таким образом, показана принципиальная возможность довольно эффективного управления энтомоакарокомплексом ягодников с использованием механизмов естественной регуляции и их усиления путем индукции защитных механизмов растений, а также путем обогащения агроценоза лабораторными культурами энтомофагов.

Выводы

1. Впервые проведена экспериментальная и аналитическая оценка жизненных стратегий доминирующих фитофагов ягодников в условиях Украины с определением экологических, этологических, физиологических и биоценологических предикторов на оси г- и К-континуума, что суммирует специфику и характер жизненных стратегий.

2. Установлено экологическое преимущество видов К-стратегов в характере освоения экологических ниш. Установлено, что их собственное выживание направлено на преодоление внутривидовой и межвидовой конкуренции. Отчетливо показана модифицирующая роль

природных популяций зоофагов в период формирования и нарастания численности К-стратегов. Их регуляторная роль проявляется только в период истощения трофических ресурсов и распада структуры популяции.

3. Установлено, что жизненные адаптации фитофагов, подверженные г-отбору характеризуются оппортунистическими стратегиями. При этом, основной фонд энергетических и пластических веществ направлен на реализацию тактики размножения.

4. Алгоритм реализации оригинальной технологии обеспечивал необходимую величину валового урожая на уровне 4,5 кг с одного куста. Итоговая эффективность предложенной технологии составляла 84,3%, при этом исключались случаи массового распространения популяций фитофагов и фитопатогенов. Полученный урожай использовался как составная часть детского и геродиетического питания.

5. В результате реализации технологий комплекс доминирующих фитофагов поддерживался в депрессивном состоянии, выполняя при этом трофическую функцию в целях питания зоофагов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зейналов А.С. Ключевая проблема защиты смородины. Состояние и перспективы ягодоводства в России //Материалы Всерос.науч.-метод. конф.– Орел, 2006.– С.117-122.
- 2 Milsum J.H. Biological control system analysis /J.H. Milsum.- Mc Graw-Hill, New York,1967.- 218 p.
- 3 Пат. 38964 Украина, МПК (2009) А01G 13/00 Способ биологического контроля численности внутривредителей /Дрозда В.Ф., Кочерга М.А.; заявитель и патентообладатель Национальный университет биоресурсов и природопользования.- заявл. 18.08.2008; опубл. 26.01.2009, Бюл.№2.- бс.: ил.
- 4 Пат. 59621 Украина, МПК (2011) А01G 13/00 Способ прогноза жизнеспособности популяций смородиной златки /Дрозда В.Ф.; заявитель и патентообладатель Национальный университет биоресурсов и природопользования.- заявл.29.10.2010; опубл. 25.05.2011, Бюл.№10.- бс.: ил.
- 5 Пат. 35294 Украина, МПК (2006) А01G 13/00 Способ защиты насаждений ягодников от оппортунистических видов вредных насекомых /Дрозда В.Ф., Кочерга М.А.; заявитель и патентообладатель Национальный аграрный университет.- заявл. 14.04.2008; опубл. 10.09.2008, Бюл.№17.- бс.: ил.
- 6 Пат. 71641 Украина, МПК (2012.01) А01К 67/00 Способ контроля распространения и вредоносности внутривредителей фитофагов ягодников /Дрозда В.Ф., Кочерга М.А.; заявитель и патентообладатель Национальный университет биоресурсов и природопользования.- заявл. 12.09.2008; опубл. 10.04.2009, Бюл.№7.- бс.: ил.
- 7 Дрозда В.Ф. Технологические приемы, обеспечивающие функционирование саморегулирующих агроценозов ягодников /В.Ф.Дрозда, М.А. Кочерга //Сб. докладов «Биологическая защита растений- основа стабилизации агроэкосистем» по мат-лам междунар.научно-практ. конф. «Биологическая защита растений, перспективы и роль в фитосанитарном оздоровлении агроценозов и получении экологически безопасной сельскохозяйственной продукции».- Краснодар, ВНИИБЗР, 2008.- вып.5.- С.474-476.
- 8 Кочерга М.О. Біоценологічні аспекти проблеми захисту ягідників від шкідливих організмів // Вісник ЛНАУ, Агрономія, 2009.-№13.- С.172-180.
- 9 Дрозда В.Ф. Концептуальные проблемы стабилизации фитосанитарного состояния ягодников в Полесье и Лесостепи Украины / В.Ф. Дрозда, Кочерга М.А. //Материалы 6-ой междунар. научно-практ. конф. «Биологическая защита растений как основа экологического земледелия и фитосанитарной стабилизации агроэкосистем».- Краснодар, ВНИИБЗР, 2010.-вып.7- С.774-778.
- 10 Дрозда В.Ф. Экспериментальное обоснование технологий биологической защиты ягодников на агроландшафтной основе /Дрозда В.Ф., Кочерга М.О.// Сб. «Плодоводство и ягодоводство России».- Москва: ВСТИСиП РАСХН, 2013.-т.36.-№1.- С.154-161.
- 11 Пат.40476 Украина, МПК (2009) А01К 67/00 Способ защиты ягодников от вредителей и возбудителей заболеваний /Дрозда В.Ф., Кочерга М.А., Мельничук С.Д.; заявитель и патентообладатель Национальный университет биоресурсов и природопользования.- заявл. 12.11.2008; опубл. 10.04.2009, Бюл.№7.- бс.: ил.
- 12 Дрозда В.Ф. Особенности технологий защиты смородины черной в системе органического земледелия в условиях Украины и Казахстана / В.Ф. Дрозда, М.А.Кочерга, Е.Б. Дутбаев // Вестник КазНАУ, 2013.- №25.-С.48-56.
- 13 Кочерга М.О. Технологічні особливості захисту агроценозів ягідників в системі органічного землеробства // Зб.праць ВНАУ, 2011.- № 9 (49).- С.129-136.
- 14 Дрозда В.Ф. Закономірності функціонування та контроль чисельності комплексу членистоногих (ARTHROPODA) в насадженнях чорної смородини (RIBES NIGRUM L.) за технологіями органічного садівництва / В.Ф. Дрозда., М.О. Кочерга // Міжвідомчий тематич. наук. збірник «Садівництво».К.: Ч.П.Серж, 2012.-Вип. 65.- С.143-151.
- 15 Дрозда, В.Ф. Информационно-трофическая стратегия развития популяций внутривредителей фитофагов ягодников /В.Ф. Дрозда, М.А. Кочерга // Информ. бюллетень ВПРС МОББ.- 2009.- №39.- С.120-124.
- 16 Дрозда, В.Ф. Внутрішньостеблові фітофаги на смородині /В.Ф.Дрозда, М.О. Кочерга //Плантатор (щоквартальник), 2013.-№2.- С.144-147.
- 17 Пат. 33722А Украина, МПК (2008) А01К 67/00. Способ препарирования гонад самок перепончатокрылых энтомофагов /Кочерга М.А.; заявитель и патентообладатель Национальный аграрный университет; заявл. 26.02.2008; опубл.10.07.2008. Бюл.№8.-6 с.

- 18 Зейналов А.С. Паразитизм и хищничество представителей типа Arthropoda в агробиоценозах основных ягодных культур: дисс... д-ра с.-х.наук. -Мичуринск, 2008.- 48 с.
- 19 Пат.62242 А Украина А 01G 13/00 Способ формирования ландшафтного равновесия в составе агроценозов ягодников /Дрозда В.Ф.,Кочерга М.А.; заявитель и патентообладатель Национальный университет биоресурсов и природопользования.-заявл.06.12.2010;опубл.25.08.2011.Бюл. №16.- 8с.: ил.
- 20 Черкасов В.А. Экономическое обоснование биологической защиты растений открытого грунта / В.А.Черкасов.- Кишинев, 1984.- 48 с.
- 21 Суворов В.Н. Повышение урожайности смородины черной на основе совершенствования защиты ее от смородинной стеклянницы (*Synanthedon tipuliformis* Cl) в Северо-Восточной части Центрального Черноземья: автореф. дис.... канд.с.-х.наук.- Мичуринск, 2003. -27с.
- 22 Пианка Э. Эволюционная экология / Э. Пианка.- М.: Мир, 1981.- 400 с.
- 23 Рамад Ф. Основы прикладной экологии / Ф. Рамад.- Л.: Гидрометеиздат,1981.-543 с.
- 24 Crofton H.D. A model of host-parasite relationships /H.D. Crofton //Parasitology, 1971.- v.63.- p.343-364.

В. Д. ДРОЗДА, М. А. КОЧЕРГА

Украина биоресурсстар және табиғатты пайдалану ұлттық университеті, Киев

Резюме

Органикалық егін шаруашылығы жүйесінде жидектік жерлерді қорғау технологиясын теориялық негіздеу және жүзеге асыру алгоритмі

Органикалық егін шаруашылығы жүйесінде жидектік жерлерді биологиялық қорғау тұжырымдамасы ұсынылған. Олардың r- and және K-continuum осьтерінде тіршілік стратегиясы көрсеткіштеріне негізделген басымдылық танытатын фитофагтарының биологиялық әлеуеті бағаланған. Өнімнің қажетті сапасын анықтайтын және зертханалық басым фитопатогендердің зоофаг және гиперпаразит қауымдастығының реттеушілік ролін сақтай отырып қажетті шаруашылық тиімділігін қамтамасыз ететін жидектік жерлерді қорғауды өзіне ғана тән технологиясы ресми мақұлданды.

Тірек сөздер: жидектік жерлер, r және K-стратегтер, теріс керіс байланыстар, биологиялық қорғау, өзіндік реттеу

THE THEORY AND PRACTICAL IMPLEMENTATION OF PLANT PROTECTION TECHNOLOGIES OF BERRY CROPS IN ORGANIC AGRICULTURE

National university of life and natural sciences Ukraine, Kyiv

Drozda V.F., Kocherga M. A.

Summary

The conceptual approach in biological protection of berry crops in organic agriculture was proposed. The biotic potential of predominant phytophages based on life strategy on the axis r-and K-continuum was evaluated. The technology is based on using natural regulations of phytophages by laboratory cultures of entomophages and providing the best conditions to support activity of entomophages which results in better quality of harvest. The unique technology of berry crops protection was proved to be efficient in practice.

Дрозда В.Ф., д.с.-х.наук, профессор, заведующий отделом энтомофагов и диагностики болезней растений, Национальный университет биоресурсов и природопользования, Кочерга М.А., к.с.-х.наук, заведующая сектором энтомофагов