

О РОЛИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ

Е.Ю. ТОРОПОВА¹, И.Г. ВОРОБЬЕВА², В.А. ЧУЛКИНА¹, Е.Ю. МАРМУЛЕВА¹

Экологизация технологий растениеводства предусматривает, что с экологических позиций осуществляется управление не только агроценозами, но и прилегающими к ним природными стациями, составляющими агроландшафты. Фитосанитарная ситуация в современных агроэкосистемах Западной Сибири требует стабилизации по двум самым многочисленным и причиняющим наибольший ущерб экологическими группам вредных организмов — почвенным, или корне-клубневым, и наземным, или листо-стеблевым. В лесостепной зоне Новосибирской области и Алтайского края мы оценили фитосанитарное состояние растений и почвы в условиях специализации хозяйств. Показано, что механизмы реализации принципа биологического разнообразия для экологических групп почвенных и наземных вредных организмов значительно различаются. Для почвенных видов эффективно создание биологического разнообразия во времени за счет чередования культур в севооборотах, для наземных — мозаичное распределение растений разных видов в пространстве.

Ключевые слова: агроландшафт, севооборот, фитосанитарный предшественник, поливной посев, биологическое разнообразие, защита растений.

Keywords: agrarian landscape, crop rotation, phytosanitary predecessor, crops' mixture, biological variety, plant protection.

Экологизация технологий растениеводства относится к приоритетным направлениям современной сельскохозяйственной науки. Такой подход предусматривает, что с экологических позиций осуществляется управление не только агроценозами, но и прилегающими к ним природными стациями, составляющими агроландшафты (1). Управление агроландшафтами — это объективная необходимость в защите культурных растений, поскольку миграциями энтомофауны, фитопатогенов, семян сорных растений природные стации тесно связаны с агроценозами. Степень связи отдельных компонентов агроэкосистем с природными стациями различна, и ее необходимо учитывать при разработке систем мониторинга и прогноза фитосанитарного состояния агроценозов, а также технологий возделывания сельскохозяйственных культур в целом (2).

Фитосанитарная ситуация в современных агроэкосистемах Западной Сибири требует стабилизации по двум наиболее многочисленным и вредоносным экологическим группам организмов — почвенным, или корне-клубневым, и наземным, или листо-стеблевым (3). Особенности стратегии их жизненных циклов (К-стратегия у почвенных и r-стратегия у наземных) вызывают необходимость дифференциации подходов к контролю численности указанных групп и обуславливают существенные различия в содержании программ и приемов, обеспечивающих реализацию принципа повышения биологического разнообразия в агроценозах и агроландшафтах.

Целью нашей работы было изучение эффективности способов создания биологического разнообразия агроландшафтов в контроле численности почвенных и наземных вредных организмов.

Методика. Исследования выполняли в 1990–2012 годах в лесостепной зоне Новосибирской области и Алтайского края в агроэкосистемах хозяйств и в модельных полевых экспериментах по общепринятым методикам. В экспериментах по оценке влияния злаково-бобовых смесей на фитосанитарное состояние и урожайность суданской травы площадь делянки составляла 84 м², повторность — 4-кратная. Для посевов использо-

вали следующие сорта: Новосибирская 84 (суданская трава), Новосибирец (горох), Приобская 14 (вика), Сибирские (бобы); семена высевали в разных соотношениях. Укос зеленой массы проводили в два срока: 1-й — в фазу начала цветения, 2-й — по мере отрастания зеленой массы в конце вегетации. Наблюдения за энтомокомплексами кормовых культур осуществляли в севооборотах Сибирского НИИ кормов (Новосибирская обл., пос. Краснообск).

Фитосанитарное состояние растений определяли по общепринятым методикам (4), почвы — методом флотации (5), учет энтомофауны проводили рекомендуемыми методами (6).

Для статистической обработки данных использовали пакет программ SNEDEKOR (7).

Результаты. В условиях специализации хозяйств Сибири практикуются севообороты с высокой (55,6-84,6 %) насыщенностью зерновыми культурами и низким биологическим разнообразием. Мы выявили тесную корреляционную зависимость ($r = 0,862 \pm 0,017$) между наибольшей плотностью популяции возбудителя обыкновенной корневой гнили *Bipolaris sorokiniana* Sacc. (Shoem.) в почве и частотой возделывания яровой пшеницы по зерновым предшественникам. В регионах Западной Сибири повторное возделывание зерновых культур приводило к значительной заселенности почв покоящимися структурами фитопатогенов, причем плотность популяции фитопатогенов более чем на 80 % площадей превышала экономический порог вредоносности (ЭПВ). Максимальная выявленная в регионе численность фитопатогенов в почве после зерновых культур достигала 40 ЭПВ, что вызывает эпифитотии корневых гнилей и потери урожая яровой пшеницы и ячменя до 50 % (8, 9).

Фитосанитарное состояние почв в хозяйствах с различной структурой севооборотов (лесостепная зона Новосибирской области и Алтайского края, 1990-2006 годы)

| Показатель | Хозяйство | | |
|--|-----------|---------------|--------------|
| | «Заря» | «Листвянский» | «Медведский» |
| Доля полей, заселенных возбудителем корневых гнилей, % | | | |
| Выше порога вредоносности (ПВ) | 28,0 | 70,5 | 100 |
| Ниже ПВ или свободных от патогена | 72,0 | 29,5 | 0 |
| Доля различных культур в структуре севооборотов, % | | | |
| Пшеница ^а | 22,2 | 10,5 | 53,8 |
| Овес ^а | 14,8 | 31,6 | 15,4 |
| Озимая рожь ^а | 3,7 | 0 | 0 |
| Вика-овес ^б | 14,8 | 0 | 0 |
| Многолетние травы (бобово-злаковые) ^б | 7,4 | 5,3 | 0 |
| Просо | 3,7 | 0 | 0 |
| Гречиха | 0 | 0 | 7,7 |
| Горох | 0 | 5,3 | 0 |
| Кукуруза | 22,2 | 21,0 | 0 |
| Пар | 11,2 | 21,0 | 15,4 |
| Всего культур в севообороте | 8 + пар | 6 + пар | 4 + пар |
| Источники воспроизводства <i>Bipolaris sorokiniana</i> , % | 40,7 | 42,3 | 69,2 |
| Высокоэффективные фитосанитарные предшественники, % | 22,2 | 5,3 | 0 |
| Общая площадь проанализированных полей, га | 6271 | 5716 | 1772 |

Примечание. Источники воспроизводства *B. sorokiniana* помечены индексом «а», высокоэффективные фитосанитарные предшественники — индексом «б».

Численность вредных почвенных организмов может контролироваться посредством увеличения биологического разнообразия севооборотов, ограничивающих длительность выживания популяций фитопатогенов во времени. Так, анализ структуры севооборотов в ряде хозяйств Новосибирской области (табл.) показал, что фитосанитарное состояние почв по основному возбудителю обыкновенной корневой гнили *B. sorokiniana* Sacc. (Shoem.) ухудшалось по мере роста (с 40 до 70 %) доли зерновых культур,

стимулирующих в той или иной степени размножение возбудителя инфекции и служащих источником его воспроизводства (пшеница, ячмень, озимая рожь), при одновременном уменьшении (с 22,2 до 0 %) доли эффективных фитосанитарных предшественников, к которым в зоне деятельности хозяйств относятся посевы бобово-злаковых трав, сои, рапса, кукурузы, гороха. Биологическое разнообразие культур оказалось самым богатым в севооборотах, где имелось около 70 % здоровых почв, и оно было на 50 % выше по сравнению с таковым для севооборотов, почвы под которыми были на 100 % заселены возбудителями корневых гнилей с плотностью популяции выше порога вредоносности.

Повышение биологического разнообразия севооборотов за счет введения фитосанитарных предшественников обеспечивало не только существенное оздоровление почв от возбудителей почвенных инфекций, но и стабилизацию фитосанитарной ситуации по другим вредным организмам. Одновременно с оздоровлением подземных органов от корневых гнилей происходило снижения поврежденности растений внутрискосовыми вредителями на 74,2, сорняками — на 22,7 %.

Для контроля численности листо-стеблевых видов необходимо увеличение биологического разнообразия в пределах агроценоза поля (например, поливидовые посевы) с целью снижения расселения популяций в пространстве. Так, нами было показано, что поливидовые посевы суданской травы с бобовыми культурами (горох, бобы и вика) ограничивают развитие комплекса листо-стеблевых инфекций, представленных в годы наблюдений красным бактериозом (возбудитель *Pseudomonas holci* Kendrick) и гелиминтоспориозом (возбудитель *Helminthosporium turcicum* Pass.). В этом задействованы следующие механизмы: уменьшение количества восприимчивых тканей и численности популяции возбудителя в пределах посева; увеличение расстояния между восприимчивыми растениями; механическое сдерживание перемещения инфекционных структур возбудителя невосприимчивыми видами растений.

Рост видового разнообразия статистически достоверно ограничивал развитие заболеваний в течение всего периода наблюдений (2001-2003 годы). Наиболее стабильный фитосанитарный эффект оказало совместное выращивание суданской травы с бобами при примерно равном соотношении культур в посевах: распространение листо-стеблевых инфекций было ниже в среднем по годам на 22,0 % по сравнению с таковым в монопосеве суданской травы. Близкие положительные результаты отмечали для суданской травы в сочетании с горохом в соотношении 7:4. Таким образом, биологическая эффективность поливидовых посевов как способа борьбы с листо-стеблевыми заболеваниями суданской травы составила в среднем по годам и вариантам при 1-м укосе 7,6-9,4 %, при 2-м — 11,6-22,0 %. В целом фитосанитарная оптимизация посевов проявилась в 63,0 % случаев при 1-м укосе и в 81,5 % случаев — при 2-м укосе, что свидетельствует о регулирующей роли биологического разнообразия в отношении комплекса листо-стеблевых фитопатогенов.

Реализация принципа биоразнообразия признается в настоящее время наиболее перспективным приемом регулирования численности наземных фитофагов, составляющих в Западной Сибири более 80 % деструктивной энтомофауны, и предполагает расширение видового состава и увеличение численности не только флоры, но и фауны, задействующих систему триотрофа и активизирующих природные механизмы сдерживания роста популяций.

Согласно нашим данным (2, 10) и публикациям в специальной ли-

тературе (11, 12), повышению биологического разнообразия способствует включение в севообороты фрагментов естественных экосистем с относительно стабильным и более разнообразным составом флоры и фауны: межей, залежных участков, лесополос, колков, а также отвод неудобных для обработки площадей под экологические микро- и макрозаповедники.

Для эффективного увеличения численности и активности полезной энтомофауны следует применять элементы конструирования саморегулирующихся адаптивных агроэкосистем за счет посева нектароносов внутри севооборота (вдоль дорог, межей, лесополос, колков на площади 10-15 %), высадки в лесополосах и колках древесно-кустарниковой растительности, накапливающей и активизирующей деятельность энтомофагов, птиц и других полезных организмов, а также мозаичного распределения конвейера нектароносов в агроэкосистемах севооборотов (с учетом радиуса активного действия многих энтомофагов до 500 м на протяжении вегетационного периода). Приток энтомофагов в агроценозы извне достигается при частичном скашивании растительности на обочинах, в близлежащих биотопах (особенно на полях с многолетними травами), при уменьшении ширины полей или создании среди них специальных узких межей, облегчающих заселение полей энтомофагами.

В условиях Западной Сибири в систему экологизированных агроэкоценозов естественно вписываются полевые колки, часть которых в Новосибирской и Омской областях, например, отводятся под заповедники природной флоры и фауны (13). В каждом хозяйстве с энтомофильными культурами необходимо в обязательном порядке выделять несколько участков (по 1-2 га) под места резерваций опылителей и энтомофагов, где отсутствовали бы обработки пестицидами, распашка, выпас скота, механизированное сенокошение, свалки.

Проведение систематических наблюдений (2006-2012 годы) за составом энтомокомплексов кормовых культур позволило нам установить таксономическое разнообразие энтомофагов, необходимое для стабилизации численности комплекса фитофагов сельскохозяйственных культур. В рассматриваемые кормовые севообороты входил значительный перечень мозаично расположенных небольшими участками (по 1-5 га) сельскохозяйственных культур из трех ботанических семейств: Бобовые (кормовые бобы, соя, нут, клевер, вика, горох), Мятликовые (кострец, суданская трава, кукуруза, просо, овес, пшеница, рожь) и Капустные (рапс, масличная редька). Обилие цветущих растений, создававших конвейер, привлекало энтомофагов из многих таксономических групп. Сохранению энтомофагов способствовала минимизация пестицидной нагрузки (она ограничивалась эпизодическими обработками сои гербицидами). Учеты показали, что ежегодно на каждой культуре присутствовали энтомофаги из 6-8 групп, представленные 30-40 видами хищников и паразитов. При таком таксономическом разнообразии достигалось эффективное соотношение фитофаг : энтомофаг по большинству систем триотофа и исключалась необходимость применения инсектицидов.

Энтомофаги (сирфиды, кокциеллиды, златоглазки, афидииды, бракониды, жужелицы и др.) в значительной степени контролировали численность капустных белянок, разных видов тлей, клопов, лугового мотылька и других опасных вредителей. Так, на кормовых бобах контроль основных фитофагов — клубеньковых долгоносиков (полосатого *Sitona lineatus* L. и щетинистого *S. crinitus* Hbst.) обеспечивался за счет активности хищных жужелиц, представляющих шесть родов (*Bembidion*, *Pterostichus*, *Calathus*, *Carabus*, *Brosicus*, *Calasoma*), при соотношении энтомофаг: фи-

тофаг 1:2,3-1:3,4.

Существенная роль в привлечении полезной энтомофауны и насекомоядных птиц принадлежит лесополосам и зеленым изгородям с цветущими энтомофильными деревьями и кустарниками (14). Последние могут значительно повысить биологическое разнообразие такой энтомофауны и обеспечить подходящие места для гнездовий, что обогатит средний ярус этих древесных насаждений. Используемые для интродукции древесные виды должны не только обладать адаптивностью к сибирским условиям, но и получить всестороннюю фитосанитарную оценку. Предпочтение следует отдавать активно цветущим нектароносным древесным формам, особенно с растянутым периодом цветения, не осложняющим, а напротив, стабилизирующим фитосанитарную ситуацию в агроландшафтах по наземным фитопатогенам и фитофагам. Желательно создавать цветущие конвейеры из декоративных деревьев и кустарников, например из последовательно цветущих представителей родов *Padus* (черемуха виргинская), *Pentaphylloides* (курильский кустарниковый чай), *Rosa* (роза морщинистая, колючейшая), *Crataegus* (боярышник перистонадрезанный, зеленомясый) и др. Следует исключать из лесополос или пространственно изолировать от агроценозов древесные насаждения, способствующие размножению и выживанию вредных для культурных растений организмов (15). Повышение фитосанитарной роли лесополос и живых изгородей особенно актуально в системе фитосанитарной оптимизации в насаждениях плодовых и ягодных культур (16).

Итак, повышение биологического разнообразия агроландшафтов по сути представляет собой моделирование природного гомеостаза, препятствующего массовому размножению отдельных видов. Проведенные исследования показали, что реализация изложенных принципов и приемов фитосанитарной оптимизации на основе повышения биологического разнообразия агроценозов обеспечивает эффективное управление фитосанитарным состоянием агроландшафтов по всем биологическим (фитопатогены, фитофаги, сорняки) и основным экологическим (почвенные, листо-стеблевые) группам вредных организмов. Для контроля почвенных видов решающее значение имеет биологическое разнообразие при чередовании культур-эдификаторов во времени, тогда как в отношении наземной деструктивной биоты важнее реализовать мозаичное распределение разных растительных видов в пространстве. Степень самоконтроля за численностью популяций фитосанитарных объектов в агроэкоценозе при осуществлении принципа биологического разнообразия может достигать 30-50 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., Чулкина В.А. Эпифитотииология /Под ред. А.А. Жученко, В.А. Чулкиной. Новосибирск, 2011.
2. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Экологические основы интегрированной защиты растений /Под ред. М.С. Соколова, В.А. Чулкиной. М., 2007.
3. Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., Чулкина В.А. Эпифитотииологические основы систем защиты растений /Под ред. В.А. Чулкиной. Новосибирск, 2002.
4. Танский В.И., Левитин М.М., Ишкова Т.И., Кондратенко В.И. Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите зерновых культур: Метод. реком. В сб.: Методические рекомендации по защите растений. СПб, 1998: 5-55.
5. Составление и применение фитопатологических почвенных картограмм (ФПК) по заселенности почв возбудителем гельминтоспориозной гнили зерновых культур. Новосибирск, 1987.
6. Исаичев В.В., Горбачёв И.В., Приценко В.В. и др. Защита растений от вредителей /Под ред. В.В. Исаичева. М., 2002.

7. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск, 2004.
8. Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири /Под ред. В.А. Чулкиной. Новосибирск, 2005.
9. Захаров А.Ф., Торопова Е.Ю. Влияние зерновых и паровых предшественников на фитосанитарное состояние и урожайность яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2007, 8: 11-14.
10. Мармулева Е.Ю., Торопова Е.Ю., Давыдова Н.В. Мониторинг системы триотрофа «кормовые бобы—фитофаги—энтомофаги» в северной лесостепи Приобья. Вестник НГАУ (Новосибирск), 2009, 2(10): 18-21.
11. Жученко А.А. Роль биологических методов в адаптивно-интегрированной системе защиты растений. Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем». Краснодар, 2008: 5-32.
12. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Биологические методы в интегрированных программах фитосанитарного оздоровления агроэкосистем в регионе Кавказских Минеральных Вод Ставропольского края. Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Современные средства, методы и технологии защиты растений». Новосибирск, 2008: 85-90.
13. Гребенников В.С. Тайны мира насекомых. Новосибирск, 1990.
14. Тишлер В. Сельскохозяйственная экология /Под ред. М.С. Гилярова. М., 1971.
15. Крюкова Е.А., Маланина З.И., Колмукиди С.В. Роль сорной травянистой и древесно-кустарниковой растительности в инфекционных процессах аграрных и агролесных ландшафтов. Защита и карантин растений, 2011, 4: 20-23.
16. Чулкина В.А., Шаманская Л.Д., Торопова Е.Ю. и др. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем плодовых и ягодных культур /Под ред. В.А. Чулкиной, В.И. Усенко. М., 2006.

¹ФГБОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет,

630039 г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160,

e-mail: helento@ngs.ru, victor@lapasrv.sscs.ru;

²НГОУ ВПО Сибирский университет потребительской кооперации,

630087 г. Новосибирск, просп. Карла Маркса, 26,

e-mail: helento@ngs.ru

Поступила в редакцию

21 ноября 2012 года

ABOUT A ROLE OF BIOLOGICAL DIVERSITY IN THE PHYTOSANITARY OPTIMIZATION OF AGRARIAN LANDSCAPES

E. Yu. Toropova¹, I. G. Vorob'eva², V. A. Chulkin¹, E. Yu. Marmuleva¹

S u m m a r y

The ecological compatibility of plant cultivation technologies involves the ecological management not only in the agrocenosis, but also in adjacent to them nature stations constituent the agrolandscapes. Phytosanitarian situation in modern agroecosystems of Western Siberia requires a stabilization on two the most numerous and harmful ecological groups of damaging organisms — soil-inhabiting or root-tuberous, and surface-inhabiting or leaf-stem. In the forest-steppe zone of Novosibirsk oblast' and Altai the authors estimated a phytosanitarian state of the plants and a soil in the conditions of factory farms. It was shown, that the mechanisms of realization of biological variety creation considerably differ for ecological groups of soil-born and air-born harmful organisms. For soil-born species it is effectively to create a biological variety in time by alternation of crops in rotations, and for air-born — mosaic distribution of different plant species in space.

Новые книги

Гладков Е.А., Долгих Ю.И., Гладкова О.В. **Фитотехнологии для охраны окружающей среды**. М.: изд-во МГУИЭ, 2012, 202 с.

Рассматриваются основы систематики и экологические особенности растений, экологические функции городского озеленения, фиторемедиация, использование фитотехнологий в экологии жилища, основы общей и экологической биотехнологии растений. Учебное пособие предназначено студен-

там, изучающим теоретический курс дисциплины «Фитотехнологии в охране окружающей среды» и обучающимся специальностям «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов», «Биотехнология», бакалаврам по направлениям «Техносферная безопасность», «Биотехнология», «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (профиль «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»).