

УДК 631.543.83:632.51

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА РАВНИННЫХ И СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Г. И. БАЗДЫРЕВ

На современном этапе борьба с сорняками стала приоритетной в области защиты растений, так как без ее успешного решения бессмысленно проводить все другие мероприятия, направленные на улучшение плодородия почвы, защиту посевов от различного типа фитопатогенов. Повсеместный отход от интенсивной системы земледелия требует пересмотра стратегии и тактики борьбы с сорняками с учетом необходимости ее научного обоснования.

В настоящее время ни один из отдельно взятых агроприемов, какой бы эффективностью он ни обладал, не может решить в целом проблему. Для этого необходимо создание системы интегрированной борьбы с сорняками, которая, на наш взгляд, является наиболее эффективной, экономически оправданной и экологически допустимой при данных обстоятельствах [9, 10, 16].

Определяющими условиями интегрированной защиты посевов от сорной растительности являются оценка фитосанитарного состояния, прогноз его развития и в связи с этим обоснованность применения соответствующих агроприемов. Информация о видовом составе ценоза сорняков и степени засоренности посевов на каждом конкретном поле позволит дифференцированно подходить к выбору мероприятий по борьбе с сорной растительностью и существенно повысить эффективность выбранных приемов и способов. На этом этапе работы необходимы ежегодное систематическое обследование полей на засоренность, оценка потенциального уровня засоренности почвы семенами сорных растений и оперативный мониторинг за их прорастанием в посевах на начало вегетации сельскохозяйственных культур.

В этой связи возникла необходимость поиска путей

оптимального сочетания почвозащитных технологий с эффективной системой регулирования засоренности посевов на равнинных и склоновых землях при соблюдении экологической безопасности. Решение проблемы предполагает использование в качестве теоретической и практической предпосылки разработку, научное обоснование и внедрение интегрированной системы защиты полевых культур от сорняков, которая позволила бы максимально использовать регулирующие факторы, присущие каждому звену системы земледелия.

Обоснование и научная новизна результатов исследований

На основе многолетних исследований и производственной проверки разработаны теоретические и практические основы регулирования засоренности в системе земледелия Нечерноземной зоны. При этом установлен и теоретически обоснован ряд новых положений и закономерностей:

— разработаны методологические основы и параметры модели фитосанитарного состояния посевов и почвы для регулирования сорного компонента полевого агрофитоценоза в нормативно-техно-

логической зональной системе земледелия;

— установлены агроэкологические закономерности формирования видового состава и численности сорняков в агрофитоценозах равнинных и склоновых земель;

— изучены закономерности конкуренции культурных и сорных растений для обоснования мер борьбы с ними;

— выявлены возможности совершенствования мер борьбы с сорняками в системе земледелия, определена роль раздельного и совместного действия севооборота, системы почвозащитной технологии обработки почвы, системы удобрений, сортосмены культур, систем гербицидов в снижении засоренности почвы и посевов;

— обоснована стратегия и тактика с учетом экологических условий применения перспективных гербицидов;

— выявлена и научно обоснована возможность комплексной химизации в посевах зерновых культур на равнинных и склоновых землях;

— изучены направления воспроизводства плодородия почвы при применении комплексных мер борьбы с сорняками в почвозащитном земледелии на склоновых землях;

— дана экологическая оценка действия факторов интенсификации по измене-

нию состава сорного компонента агрофитоценоза во времени;

— экспериментально обоснована возможность сокращения объемов и кратности применения гербицидов;

— дана экологическая и экономическая оценка биологической и хозяйственной эффективности интегрированной защиты полевых культур от сорняков в системе земледелия [4, 5, 9].

Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили с 1960 по 2000 г. полевым, вегетационно-полевым, вегетационным и лабораторным методами в сочетании с наблюдениями за метеорологическими условиями, почвой и растениями.

Было проведено 4 многолетних (продолжительностью от 8 до 14 лет) многофакторных стационарных полевых опыта; 19 краткосрочных 1- и 2-факторных полевых опытов, 17 вегетационных и вегетационно-полевых в основном 2- и 3-факторных опытов. Из числа полевых стационарных опытов, в которых проводили исследования: 3-факторный 5x3x3, заложенный в 1969 г. на Почвенно-агрономической станции им. В. Р. Вильямса по схеме, разработанной с учас-

тием автора, изучались 5 вариантов чередования культур (2 севооборота и 3 бессеменные культуры), 2 градации удобрений и 3 варианта применения гербицидов. В 2-факторном полевом стационарном опыте 4x5, заложенном в 1977 г. совместно с проф. И. С. Кочетовым под руководством Б. А. Доспехова, изучались на склоновых землях 4 почвозащитные технологии обработки почвы и 5 вариантов защиты от сорняков. В 3-факторном полевом стационарном опыте 2x2x6, заложенном автором в 1978 г., изучались экологические условия в посевах зерновых (короткостебельные и длинностебельные формы), 2 уровня удобрений и 6 систем гербицидов. В 3-факторном стационарном полевом опыте 3x5x4, разработанном автором в 1982 г., изучались вопросы комплексной химизации на склоновых землях (3 почвозащитные технологии обработки почвы, 5 градаций удобрений, 4 варианта сочетания гербицидов, фунгицидов, инсектицидов). Под нашим руководством велись исследования в 4-факторном 3x3x2x2 опыте, заложенном на опытном поле Марийского госуниверситета; изучались 3 уровня удобрений, 3 системы гербицидов, 2 технологии обработки почвы,

2 уровня ретардантов [6, 12, 13, 17].

Исследования проводили в строгом соответствии с требованиями методики опытного дела, а также согласно методическим указаниям и рекомендациям. Программы исследований и схемы экспериментов приведены в опубликованных работах.

Агроэкологическая концепция борьбы с сорными растениями

По результатам 40-летних исследований проблемы борьбы с сорняками в Нечерноземной зоне нами разработаны современная концепция регулирования фитосанитарного состояния посевов и почвы в системе земледелия, нормативные показатели влияния основных звеньев системы земледелия на уровень засоренности. Предложена модель теоретической и практической оценки действия на сорняки севооборотов, обработки почвы, удобрения, гербицидов, семеноводства и других элементов системы земледелия [9].

На современном этапе борьба с сорняками рассматривается в плане регулирования фитосанитарного состояния посевов и почвы в системе земледелия. Основные звенья последней (сис-

темы севооборотов, обработки почвы, удобрения, интегрированной защиты, системы машин, семеноводства, а также интенсивные технологии и др.) при научно обоснованном применении могут способствовать регулированию численности сорных растений до безвредного уровня. Принципиальной особенностью методологии теоретического обоснования той или иной системы земледелия является системный подход к оценке отдельных ее звеньев по влиянию на урожай и плодородие почвы.

Высокоэффективное земледелие в Нечерноземной зоне можно обеспечить, если оно будет базироваться на расширенном воспроизводстве плодородия почвы, ее экологизации и биологизации. Экологическая сбалансированность и биологическая направленность современного интенсивного земледелия обуславливают все возрастающее значение биологических факторов плодородия почв, их экспериментального изучения, методического и методологического обоснования, количественной оценки и технологического нормативного использования в системах земледелия. Биологические факторы плодородия, особенно сорняки, болезни и вредители, оста-

ются ограничивающими факторами роста урожайности. При этом следует подчеркнуть организационную сложность системы земледелия, поскольку изменения в любом ее элементе неминуемо вызывают изменения в других.

Данное положение можно рассматривать на таком элементе системы земледелия, как интегрированная (комплексная) защита растений от вредных организмов. Интеграция в этом случае позволяет с максимальной полнотой использовать регулирующие факторы и тем самым обеспечить системный подход в борьбе с сорняками.

О системном подходе в борьбе с сорняками отмечали многие исследователи (В. Р. Вильямс, 1928; А. И. Мальцев, 1933; М. Г. Чижевский, 1959; М. Я. Березовский, 1966; А. В. Фисюнов, 1969; Б. А. Доспехов, 1975; Г. С. Груздев, 1980). Однако до настоящего времени существуют весьма распространенные технократичные по своей сути воззрения на систему защитных мероприятий как на простое их приложение к технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, при этом экологические аспекты фитосанитарного состояния посевов и почвы или не учитываются, или рас-

сматриваются разобщенно с другими звеньями системы земледелия.

Сущность системного подхода состоит в оптимизации элементов системы земледелия, базирующейся на научно обоснованном сочетании предупредительного, агротехнического, биологического, химического, физического и других методов борьбы с вредными организмами, что может обеспечить наивысший биологический и хозяйственный эффект приемов земледелия, повысить эффективность энергосберегающих почвозащитных технологий. Современная система защиты растений должна иметь концепцию, исходящую из понимания того, что защита растений от вредных организмов одновременно с ее высокой эффективностью должна быть максимально экологически и экономически совершенной, надежно исключающей загрязнение биосферы пестицидами, обеспечивающей высокое качество сельскохозяйственной продукции, охрану здоровья людей, снижение денежных и энергетических затрат на единицу продукции, иметь характер регулируемой системы. Этого можно добиться при соблюдении принципа последовательного и исчерпывающего использования

действия каждого элемента системы земледелия и применения всех известных методов борьбы с вредными организмами, в том числе и химических.

Гербициды в борьбе с сорняками необходимо рассматривать как дополняющие, не всегда обязательные элементы интегрированной системы. Признается необходимым осуществить сокращение использования пестицидов и оптимизацию их использования с минеральными удобрениями и другими средствами химизации.

На основе данных об эффективности звеньев системы земледелия можно разработать оптимальную модель интегрированной защиты культурных растений, согласно которой все методы и способы подавления и уничтожения вредных организмов должны рассматриваться и применяться не как отдельные, самостоятельные, иногда даже и высокоэффективные приемы, а в совокупности, как дополняющие друг друга органически связанные элементы интегрированной борьбы.

Интегрированный подход к защите растений обязательно предусматривает четкое знание прогноза численности сорняков и их вредности в агрофитоценозе.

Для разработки стратегии и тактики интегрированной борьбы с сорняками в системе земледелия необходимы всестороннее агрофитоценологическое изучение агрофитоценозов, биологических и экономических порогов вредности сорняков, изменения среды обитания при интенсификации сельскохозяйственного производства, четкие знания механизмов влияния на количество сорняков звеньев системы земледелия и их взаимодействия.

Агрофитоценозы равнинных и склоновых земель и их характеристика

Главенствующее значение в формировании сорной флоры агрофитоценозов имеет экологический режим местобитания сорняков, обусловленный деятельностью человека, а также фитоценологическими взаимоотношениями сорных растений с культурными. В условиях интенсификации земледелия отмечается приуроченность сорняков к среде обитания в зависимости от применяемых факторов интенсификации. Совершенствование методов борьбы с сорняками в Нечерноземной зоне должно базироваться на знании изменяющихся экологических условий среды обитания сорняков

как на равнинных, так и склоновых землях.

Для разработки эффективных мер борьбы с сорняками необходимо выявить основные причины высокой засоренности посевов и почв (запас семян сорняков в пахотном слое колеблется от 50 млн до 3-4 млрд на 1 га и более), определить видовой состав сорняков в посевах сельскохозяйственных культур зоны. В посевах культур Нечерноземной зоны встречается около 400 видов сорняков, из них около 70 представляют опасность для сельского хозяйства [10].

Изменение видового состава сорняков под действием факторов интенсификации земледелия

Уровень насыщения севооборота теми или иными культурами определяет его роль в борьбе с сорняками. В наших опытах при насыщении севооборота пропашными культурами от 25 до 75% число побегов многолетников уменьшалось с 18 до 10 шт. на 1 м². Вместе с тем, насыщение севооборота зерновыми культурами способствовало распространению сорных видов, приуроченных к данным культурам. В посевах яровых широкое распространение получили марь

белая, пикульники, торица, фиалка и др., а в посевах озимых преобладающими становились трехреберник непахучий и метлица полевая, особенно в специализированных зерновых севооборотах.

Применение удобрений резко изменяет экологические условия произрастания культурных и сорных растений. Сбалансированное внесение удобрений позволяет регулировать состав структуры агрофитоценоза. В наших опытах в посевах озимой пшеницы на неудобренном фоне видовой состав сорняков был представлен 19 видами, на удобренном — 15 видами, в посевах ячменя — соответственно 17 и 18 видами, в посевах овса — 15 и 15 видами. Вне посевов (без культуры) на неудобренном фоне ко времени учетов видовой состав насчитывал 11 видов сорных растений, а на удобренном — 7 видов.

Изучение засоренности посевов под влиянием различных видов удобрений позволило установить, что органические удобрения (навоз или солома) увеличивают обилие малолетников в 1,5—2 раза, оставляя без изменения численность многолетников. Под влиянием удобрений преимущественное развитие получают сравнительно не-

многие отзывчивые на удобрения виды: в посевах озимой пшеницы — трехреберник непахучий, фиалка полевая, марь белая, пикульники; в посевах ячменя — осот полевой, марь белая, пикульники, горец вьюнковый; в посевах овса — горец вьюнковый, марь белая, пикульники, осот полевой [7, 8, 14].

Рациональная и своевременная обработка почвы снижает уровень засоренности посевов малолетними и многолетними сорняками на 50~60%. Возросший уровень сельскохозяйственного производства, химизация, использование современной техники открыли новые возможности для поиска минимализации обработки почвы, освоения почвозащитных ресурсосберегающих технологий. С изменением технологии обработки почвы изменяются условия роста и развития сорняков, перераспределяются по профилю пахотного слоя семена и вегетативные зачатки сорняков.

Наши исследования и наблюдения позволили выявить определенные закономерности в распределении сорняков на равнинных и склоновых землях. Установлено, что на склоновых землях развивается характерный агрофитоце-

ноз, значительно отличающийся от агрофитоценоза равнинных земель. Численность и масса отдельных видов сорных растений зависит от элемента склона. В нижних элементах склона усиливается засоренность злостными многолетними и малолетними сорняками. Так, численность бодяка полевого, осота полевого, пырея ползучего, хвоща полевого, мари белой, подмаренника цепкого, дымянки лекарственной и других увеличивалась сверху вниз по склону, а горца вьюнкового, горца птичьего, пикульника красивого, трехреберника непахучего, фиалки полевой, сушеницы болотной, желтушника левкойного, наоборот, уменьшилась. В то же время в структуре фитоценоза на средней части склона доля незабудки полевой, василька синего, горца развесистого была выше, чем на других частях склона.

Учеты засоренности в течение 15 лет на склонах различной экспозиции и крутизны позволили выявить значительные изменения численности и характера засоренности по элементам склона. В верхней, средней и нижней частях склона количество сорняков в посевах многолетних трав на северной экспозиции было соот-

ветственно 17, 30 и 9 шт. на 1 м², южной — 77, 83 и 119; в посевах озимой пшеницы рясной экспозиции — соответственно 242, 334 и 448, западной — 125, 216 и 184, восточной — 115, 342 и 463; в посевах ячменя западной экспозиции — 40, 84 и 92 шт. на 1 м². На нижних частях склона, особенно южной экспозиции и близкой к ней, сорняки появляются раньше и их рост и развитие проходят быстрее. Поэтому ко времени проведения общепринятых мероприятий по борьбе с сорняками последние становятся устойчивыми не только к агротехническим приемам, но и гербицидам [4, 5, 6].

Гербициды существенно изменяют видовой состав сорняков: с одной стороны, исчезают чувствительные к ним виды, а с другой — появляются и получают распространение устойчивые виды. Использование длительно гербицидов группы 2,4-Д приводило к заметному снижению численности мари белой, редьки дикой и к увеличению в агрофитоценозах количества подмаренника цепкого, трехреберника непахучего, метлицы полевой.

Таким образом, дальнейшее совершенствование методов борьбы с сорняками

должно базироваться на знании изменяющихся экологических условий среды обитания сорняков.

Потенциальная засоренность почвы семенами и вегетативными зачатками многолетников

Для анализа флористического состава сорных растений и прогноза их появления необходимо знать потенциальную засоренность почвы семенами малолетников и вегетативными зачатками многолетников. Результаты наших исследований в течение 10 лет показали, что фактическая засоренность посевов коррелирует, причем значительно, с запасом всхожих семян сорняков в пахотном слое. Коэффициент корреляции изменялся от 0,32 до 0,96 в зависимости от влияния факторов интенсификации, условий выращивания культур, складывающихся метеорологических условий.

В наших опытах потенциальная засоренность пахотного слоя почвы семенами растений зависела от степени биологического и механического воздействия на сорняки. Изучение динамики засоренности в 1968-1972 гг. посевов озимой пшеницы, ячменя и картофеля показало, что выращивание культур в

плодосеменном севообороте слабо влияет на изменение потенциальной засоренности в пахотном слое. Она оставалась на уровне 210—250 млн шт/га при исходной 216 млн шт/га. Однако при повторном выращивании озимой пшеницы уже через 4 года потенциальная засоренность увеличилась в 2,5-4 раза. Этому в сильной степени способствовали удобрения. На среднем фоне показатель увеличился с 216 до 818 млн шт/га, а на повышенном — до 578; в посевах картофеля — с 216 до 353 млн шт/га; в посевах ячменя потенциальная засоренность оставалась неизменной.

Технология обработки почвы определяет характер размещения семян сорняков в пахотном слое. Использование почвозащитных технологий без дополнительных средств борьбы с сорняками приводит к существенному повышению запаса семян в почве и его перераспределению по слоям почвы. В наших опытах в конце второй ротации севооборота запас семян сорных растений в слоях почвы 0—30 и 0—10 существенно различался в зависимости от систем обработки почвы и применения систем гербицидов. При использовании почвозащитных технологий без применения

гербицидов общий запас семян в слое 0—30 см был больше, чем при обычной обработке, по обычной со щелеванием — на 54,2%, по плоскорезной — 49,5 и минимальной — на 22,3%. Еще большие различия по системам обработки отмечались в слое 0—10 см: запас семян сорных растений на обычной обработке составил 395, обычной со щелеванием — 586, плоскорезной — 745, минимальной — 606 млн шт/га [8, 9, 10].

Почвозащитные технологии могут значительно ухудшить фитосанитарное состояние почвы, в которой процесс снижения потенциальной засоренности является длительным и требует целенаправленной работы, особенно на склоновых землях. Например, засоренность вегетативными частями бодяка полевого в слое 0—40 см на водоразделе составила 406 см на 1 м² при сухой массе 8,2 г, а в нижней части склона — соответственно 806 см и 16,4 г [7].

Вредоносность сорняков.

Сорные растения из-за конкуренции с культурными растениями могут влиять на баланс элементов питания, физические свойства почвы, водно-воздушный, тепловой и световой режимы агрофитоценоза, т. е. на эффективное плодородие почвы, а

следовательно, и на урожайность сельскохозяйственных культур. Количественно связь между урожайностью сельскохозяйственных культур и уровнем засоренности описывается уравнениями линейной функции — $y_x = y_0 - a^x$, или показательной — $Y_x = Y_0 \cdot a^x$

Наши исследования показали, что с повышением уровня минерального питания засоренность возрастает, особенно короткостебельных сортов зерновых. Общие потери зерна от сорняков могут достигать 8-11 ц/га. В вариантах без прополки по плоскорезной обработке вредоносность сорняков была на 23%, по минимальной — на 14% больше, чем при обычной обработке. Депрессия урожайности сохранилась в течение всего периода вегетации из-за неблагоприятных экологических условий, складывающихся в посевах, увеличения численности и массы сорняков, которые появляются в более ранние сроки при почвозащитных технологиях [1, 2, 7].

Наши экспериментальные данные показали, что экономические пороги вредоносности и целесообразность применения тех или других мероприятий существенно различаются в зависимости от культур, технологии их

возделывания и стоимости гербицидов.

Конкурентные взаимоотношения между культурами и сорными растениями. Вредоносность сорняков определяется не только количеством и составом сорняков, но и чувствительностью к ним культурных растений в отдельные фазы роста и развития. Фазы, когда культурные растения наиболее чувствительны к наличию сорняков, называют критическими. В условиях интенсификации у большинства культур критические фазы приурочены к ранним периодам их роста и развития. Таким образом, максимальный эффект от прополки обеспечивается, когда борьба с сорняками проводится до критических периодов их взаимоотношения с культурой.

Скорость нарастания биологической массы сорных растений является показателем их конкурентоспособности. В наших опытах характер взаимовлияния культурных и сорных растений зависел от их соотношения. В посевах озимой пшеницы при норме высева 6 млн всхожих семян количество сорняков было 469 шт., а их сухая масса 280,9 г на 1 м², при снижении нормы до 3 млн резко увеличивалась численность сорняков (534 шт. и

541,4 г на 1 м²). Это говорит о доминирующей роли культурных растений по отношению к сорнякам. Если эту доминирующую роль снять, резко возрастает масса сорняков. В одном из наших опытов при изучении конкурентных взаимоотношений по фазам развития озимой пшеницы удаляли в одних вариантах сорняки, в других — растения пшеницы. При удалении культурных растений в ранние фазы сухая масса сорняков к уборке озимой пшеницы составила 1187 г на 1 м², что было в 5 раз больше, чем в вариантах без удаления культуры. По степени угнетающего влияния сорняки уступали культурным растениям, и тем не менее оно было довольно значительно: урожайность зерна при прополке сорняков была в 1,6 раза выше (36,8 ц/га), чем в вариантах без прополки (23,6 ц/га).

О том, насколько значителен вред, причиняемый сорняками, свидетельствуют данные о динамике накопления сухой массы озимой пшеницей и сорняками. Озимая пшеница сильнее угнетала сорняки в период своего интенсивного роста и развития (с фазы кущения до фазы цветения). Сорные растения используют периоды ослабления угнетающего действия

культуры, в результате чего характер конкуренции меняется. Соотношение сухой массы культурных и сорных растений в фазу кущения озимой пшеницы было 1:0,1. В последующие периоды оно резко уменьшилось. Относительная масса сорняков к массе культурных растений в фазу начала цветения озимой пшеницы была 48,5%, а в период молочной спелости, когда угнетающее действие пшеницы снизилось, — 70%. За один и тот же период вегетативная масса пшеницы увеличилась в 4,3 раза, а сорняков — в 359 раз. Интенсификация не устраняет отрицательного влияния сорняков на культуры, а иногда, наоборот, усиливает его вследствие конкурентных взаимоотношений за факторы жизни, находящиеся в минимуме [1, 2, 8].

Севооборот как биологический фактор управления фитосанитарным состоянием посевов и почвы

Научно обоснованный севооборот — важный фактор экологического оздоровления почвы и посевов (Д. Н. Прянишников, 1952; С. А. Воробьев, 1978; В. Г. Лошаков, 1980; А. Н. Каштанов, 1985; Г. Кант, 1980).

В севообороте как основном звене системы земледелия

создаются благоприятные условия для роста и развития культурных растений, вследствие чего они становятся более конкурентоспособными по отношению к сорнякам. Нарушение оптимального чередования культур в севообороте влечет за собой усиление роста и размножения специализированных и злостных многолетних сорняков.

Наши исследования показывают, что в севооборотах засоренность в 2-5 раз меньше, чем в бессменных посевах или чем при нарушении и несоблюдении севооборотов. Повторное или длительное выращивание на одном и том же поле озимых ведет, в частности, к распространению метлицы полевой, трехреберника непахучего, костреца ржаного, а в яровых — мари белой, пикульников, торицы, подмаренника цепкого, горцев и др. Если озимые высевали по озимым, то засоренность трехреберником непахучим составляла 650 шт/м², а после викоовсяной смеси — 127, клевера — 25, ячменя — 40, чистого пара — 5 шт/м² [9, 12].

Интенсификация земледелия предполагает использование севооборотов с небольшим набором культур и, возможно, большим насыщением ведущими культурами.

Во многих специализированных севооборотах главными факторами снижения урожайности становятся биологические. Так, с увеличением доли зерновых увеличивается количество и масса сорняков. В специализированном зерновом севообороте, насыщенном на 75% зерновыми культурами (однолетние травы — озимые — ячмень — овес), которые выращивались по высокому планируемому (50 ц с 1 га зерна) фону питания и классической обработке почвы, чередование озимых и яровых культур сдерживало накопление специализированных сорняков. Однако возделывание зерновых в специализированном севообороте приводит к расширению видового состава сорняков, особенно многолетников — бодяка полевого, осота полевого, хвоща полевого, пырея. Из малолетних сорняков в структуре агрофитоценоза увеличивается доля трехреберника непахучего, метлицы полевой, пикульника, фиалки полевой.

При возделывании в специализированных севооборотах пропашных культур в учхозе «Михайловское» (яровые + мн. травы — мн. травы на семена — картофель, кукуруза — кормовая свекла, кукуруза) засоренность была самой низкой [3, 7, 15].

Выбор технологии обработки почвы для регулирования структуры агрофитоценоза

Эффективность той или иной системы обработки почвы в значительной мере определяется ее влиянием не только на агрофизические свойства почвы, но и на фитосанитарное состояние посевов и почвы, так как регулирование численности сорняков является одной из задач механической обработки.

В Нечерноземной зоне не изучены агроэкологические основы сочетания глубоких отвальных обработок, способствующих снижению количества сорняков, с приемами минимализации, наоборот, увеличивающими численность сорняков, в том числе и злостных. Особенно значительная роль в восстановлении оптимального состояния посевов и почвы принадлежит основной обработке, которая обеспечивает механическое истощение сорняков, ухудшает их рост и развитие, провоцирует семена к прорастанию. Наши опытами подтверждается положение, что при применении обычной обработки можно добиться снижения засоренности до 60-70%, особенно в пропашных, занятых и чистых парах.

Возросший уровень сельскохозяйственного производства, химизации, создание новой техники открыли новые возможности для поиска путей минимализации обработки почвы, разработки почвозащитных мероприятий и технологий, которые изменяют агроэкологические условия для сорняков. В стационарном опыте по защите почвы от эрозии почвозащитные технологии обработки почвы (плоскорезная, минимальная, обычная в сочетании со щелеванием) способствовали увеличению засоренности на 45-65%. При этом усиление засоренности наблюдалось не только в первые годы применения почвозащитных обработок, но и в течение всех лет исследований. Наглядным подтверждением этому являются данные по засоренности культур за 3 ротации севооборота. Так, за I ротацию численность сорняков при обычной обработке составила 159 шт/м², за II — 282 и за III — 307 шт/м²; плоскорезной — соответственно 174, 425 и 392 шт/м²; при минимальной системе обработки почвы — 172, 555 и 442 шт/м².

В результате замены отвальных обработок на безотвальные или близких к ним в структуре агрофитоценоза возрастает доля бодяка полевого, пырея ползучего, осо-

та желтого и др. Основная масса семян сорных растений (63-75%) сосредоточивается в верхних слоях.

Результаты наших исследований позволили установить корреляционную зависимость между числом семян малолетних сорняков и количеством малолетних сорняков в посевах зерновых. В начале вегетации эта зависимость характеризовалась уравнением $y = 0,0024x + 73,96$ (коэффициент корреляции $0,415 \pm \pm 0,18$), а в конце вегетации: $y = 0,0035x + 27,8$ ($0,633 \pm \pm 0,21$).

Изменение экологических условий произрастания сорных растений приводило к усилению вредоносности сорняков. По сравнению с обычной обработкой при плоскорезной и минимальной вредоносность сорняков возрастала от 16 до 50% и более. Депрессия урожайности яровых зерновых по обычной обработке составила 3,2-5,4 ц/га, плоскорезной — 11,4-13,3, минимальной — до 12,6 ц/га. Таким образом, переход на безотвальные и поверхностные технологии обработки почвы приводят к усилению засоренности полей, снижению урожайности культур, вредоносность и агрессивность сорняков возрастает. Уровень засоренности в 10-20 раз превышает экономические пороги вредоносности [5, 6, 9].

Закономерности влияния удобрений на рост и развитие сорняков

Удобрения могут оказывать существенное влияние на рост и развитие сорняков в зависимости от сортовых особенностей культур. Наши исследования с короткостебельными и длинностебельными сортами зерновых показали, что с повышением уровня минерального питания засоренность посевов возрастает, а вредоносность сорных растений усиливается. Так, численность сорняков при внесении удобрений увеличивалась в 1,5-2 раза, а их масса — в 2-4 раза. Общие потери зерна от сорняков на удобренных фонах составляли 40-55%, или 7-12 ц/га.

Содержание и вынос питательных веществ культурными и сорными растениями могут в какой-то мере характеризовать их конкуренцию за элементы питания и необходимость применения приемов по снижению численности сорных растений. На сильно засоренных почвах удобрения не смогут оказать полного действия и поэтому возникает необходимость бороться с сорняками путем улучшения технологии возделывания культур. При высокой агротехнике применение удобрений — действенный фактор подавления

сорняков и роста урожайности культур; нарушение технологии приводит к увеличению количества и массы сорняков, накоплению запасов их органов размножения в почве [10].

Сортосмена зерновых культур как фактор изменения экологических условий роста сорных растений

Внедрение в практику сельскохозяйственного производства новых сортов культур позволяет регулировать фитосанитарное состояние посевов и почвы. Интенсивные сорта зерновых культур, изучаемые в наших опытах в течение 1978—1987 гг. (озимой пшеницы — Мироновская 808, Заря, Мироновская 25; ячменя — Трумпф, Надя, Заозерский 85; овса — Геркулес, Гамбо, особенно короткостебельной формы), изменяли экологические условия среды обитания сорняков (световой, температурный, водно-воздушный режимы в посевах и почве), что приводило к увеличению численности сорняков в 1,5—2,5 раза. Вредоносность сорняков возрастала в посевах данных сортов, особенно при внесении удобрений. Урожайность интенсивных сортов от засоренности снижалась: озимой пшеницы Мироновская 25 — на 57%, Заря —

48%, Мироновская 808 — 37%; ячменя — Заозерский 85 — 52%, Надя — 37%, Трумпф — 19%; овса Гамбо — 22%, Геркулес — 5% [3].

Роль гербицидов в регулировании засоренности посевов в системе земледелия

Борьба с сорняками одними только агротехническими и биологическими способами не всегда дает желаемые результаты, существующими орудиями обработки почвы невозможно уничтожить сорняки в рядках и гнездах культурных растений, мощная корневая система многолетников не всегда уничтожается даже при глубокой вспашке. При сплошном посеве зерновых, технических культур не всегда возможно применение машин и других орудий производства. Ручная прополка очень трудоемка. В связи с этим для подавления и уничтожения сорняков стали широко использовать гербициды, объемы применения которых начиная с 50-х гг. постоянно возрастали (М. Я. Березовский, И. И. Гунар, 1951; Д. И. Чкаников, 1973; Г. С. Груздев, 1975; И. В. Веселовский, 1976; В. Ф. Ладонин, 1978; В. А. Захаренко, 1980).

Однако при химической борьбе с сорняками наблюдаются накопление устойчивых

сорняков, недостаточная селективность, отсутствие необходимых препаратов, длительная инактивация и отрицательное последствие гербицидов, загрязнение окружающей среды (М. С. Соколов, 1975; И. И. Либерштейн, 1975; Я. И. Монствилайте, 1977). Поэтому возникла необходимость определить роль и место гербицидов в воспроизводстве оптимального фитосанитарного состояния посевов и почвы в условиях последовательной интенсификации земледелия.

Нами впервые были начаты исследования по борьбе с устойчивыми сорняками. Разработаны и рекомендованы для широкого внедрения в производство смеси гербицидов 2,4-Д с дикамбой или пиклорамом. Определены и изучены оптимальные соотношения гербицидов. Добавление к 2,4-Д дикамбы (0,75 кг на 1 га) или пиклорама (0,035 кг на 1 га) расширяет спектр гербицидного действия и обеспечивает высокую гибель устойчивых сорняков (80-100%). Прирост урожая на зерновых составлял 2,5-5,0 ц с 1 га, семенные и технологические качества зерна не ухудшались.

Максимального эффекта от гербицидов можно добиться, применяя их в сочетании с другими звеньями системы земледелия. В наших опытах

в течение 10 лет показана высокая биологическая и хозяйственная эффективность совместного использования удобрений и гербицидов. Применение гербицидов и аммиачной селитры при подкормке озимой пшеницы обеспечивало получение прибавки зерна до 7,9 ц/га, а в посевах яровых зерновых — 5,5 ц/га. Гибель сорняков при совместном применении удобрений и гербицидов была максимальной — 85-95%. Усиление токсического действия гербицидов объясняется усилением конкуренции и ослаблением детоксикации препаратов. Нами сформулирована закономерность: конкуренция между культурными и сорными растениями — один из биологических факторов усиления биологической эффективности гербицидов. Он проявляется при использовании различных повсходовых системных гербицидов независимо от особенностей их токсического действия.

Нами установлена зависимость действия гербицидов от системы обработки почвы. Биологическая эффективность изучаемых нами систем гербицидов проявлялась тем сильнее, чем выше процент насыщения ими севооборота. Системы гербицидов с насыщением севооборота ими до 50-100% показали наиболее

высокую биологическую эффективность. Гибель сорняков составила 70—75%, а сухая масса их уменьшалась в 5—8 раз. Биологическая эффективность гербицидов в посевах отдельных культур была еще выше, особенно при применении систем гербицидов, которые включали сочетание симазина с 2,4-Д и смесь 2,4-Д с дикамбой или лонтрелом на озимых; диа-лен или 2М-4ХП на ячмене; прометрин на травах; 2М-4Х на овсе.

Высокую биологическую эффективность и экологическую безопасность применения гербицидов можно обеспечить при условии их применения в единой системе регулирования численности сорняков в агрофитоценозе, в частности в системе севооборотов. Наши исследования позволили выявить оптимальные сочетания препаратов по действию и последствию на сорняки. Установлено, что эффективность системы гербицидов определяется не только действием гербицидов в год их применения, но и последствием. Оно тем выше, чем больше насыщение ими севооборота. Через определенный период биологическая эффективность различных систем гербицидов постепенно выравнивается. Следовательно,

можно отказаться от ежегодного опрыскивания посевов гербицидами, обрабатывать посевы периодически. Наиболее целесообразна система гербицидов с 50% насыщения (обработки через год), при которой существенно уменьшается гербицидная нагрузка на поле, представляется возможность снизить необоснованно завышенные объемы применения гербицидов.

Системы гербицидов в сочетании с системой обработки почвы позволяют влиять на процесс снижения потенциальной засоренности.

Использование почвозащитных технологий без гербицидов приводит к существенному повышению запаса семян сорняков в почве, т. е. к существенному ухудшению ее фитосанитарного состояния.

Системы гербицидов в целом по опыту способствовали снижению потенциальной засоренности в 1,5 раза, хотя этот показатель существенно зависел от системы обработки и степени насыщения севооборота гербицидами. Снижение потенциальной засоренности в слое 0—30 см по всем системам обработки при использовании гербицидов в одном поле севооборота составило 8,8%, двух — на 39,6, в трех — на 43,5, четырех — на 46,9% [2, 7, 11].

Таким образом, в современных условиях с экологической стороны химические методы борьбы с сорняками необходимо рассматривать как звено системы земледелия, обеспечивающее повышение производительности земли и ее плодородия, получение продукции хорошего качества с минимальной опасностью загрязнения окружающей среды.

Биологическая и хозяйственная эффективность комплексной химизации в системе земледелия

Интенсификация сельскохозяйственного производства требует более надежных методов предотвращения потерь урожая. Это достигается при экологически обоснованном комплексном применении средств химизации, когда эффективность ресурсосберегающих технологий обработки почвы, удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений способствует получению максимального положительного действия, обеспечивая получение стабильных урожаев хорошего качества.

В наших опытах показана высокая эффективность комплексного применения средств химизации на озимой ржи. В среднем за 3 года

наивысшая урожайность (48,3 ц/га) озимой ржи сорта Чулпан была получена при внесении удобрений на планируемый урожай, применении гербицидов, ретардантов, ресурсосберегающей технологии обработки почвы. Прибавка урожайности от действия средств химизации составила 27,2 ц/га зерна. Влияние факторов интенсификации земледелия в данном случае можно расположить в такой последовательности: удобрение — от 10 до 15 ц/га; гербициды — от 3,5 до 6,5; обработка почвы — от 1,0 до 2,7; ретарданты — от 0,4 до 5,4 ц/га. Фунгициды применяли общим фоном.

Целесообразно совместное использование гербицидов, фунгицидов и инсектицидов, так как сроки их применения часто совпадают. В наших опытах урожайность зерна ячменя (52,8 ц/га) и овса (62,3 ц/га) удалось получить при использовании органоминеральной системы удобрения, когда посевы были обработаны гербицидами в сочетании с тилтом.

Комплексное применение средств химизации способствовало достоверному повышению урожайности зерновых культур на склоновых землях. Хозяйственная эффективность гербицидов составила для озимой пшени-

цы 2,7-4,6, для ячменя — 3,1-4,8 ц/га. Эффективность применения удобрений равнялась 5,1-12,7 ц/га. Комплексное применение средств химизации и почвозащитных технологий обработки почвы обеспечило прибавку урожайности зерна 10,1—18,0 ц/га [9, 10, 13, 17].

В условиях почвозащитного земледелия на склоновых землях эффективно комплексное применение средств химизации в сочетании с почвозащитными технологиями обработки почвы.

Заключение

В Нечерноземной зоне при экологизации почвозащитного природоохранного земледелия следует рекомендовать комплексное применение средств химизации и почвозащитных технологий обработки почвы в специализированных зерновых севооборотах на равнинных и склоновых землях. Для восстановления и повышения плодородия смытых почв рекомендуется внесение органических (10-12 т/га ежегодно) и минеральных удобрений на планируемую урожайность, внедрение почвозащитных технологий (вспашка + щелевание на глубину 45-50 см, минимальная и плоскорезная с периодичес-

кой вспашкой — один раз в 4 года), при применении гербицидов в специализированных зерновых севооборотах через год на озимой пшенице — сочетание симазина с 2,4-ДА, на овсе — смесь 2,4-ДА с дикамбой или пиклорамом, на озимой ржи — смесь 2,4-ДА с глином в рекомендованных дозах, что позволит получать планируемую урожайность зерновых 5-6 т с 1 га.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Баздырев Г. И., Смирнов Б. А.** Конкуренция между озимой пшеницей и сорняками и ее роль в повышении эффективности гербицидов. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 4, с. 160-166. — 2. **Смирнов Б. А., Баздырев Г. И. и др.** Систематическое применение удобрений и гербицидов в севообороте и при бессменных культурах. — Вестн. с.-х. науки, 1979, № 8, с. 41-48. — 3. **Баздырев Г. И., Аксенов А. А., Курдюшкин В. А.** Особенности засоренности ячменя на склоновых землях. — Биологич. основы повышения продуктивности с.-х. культур. М.: ТСХА, 1979, с. 31-33. — 4. **Баздырев Г. И.** Воспроизводство фитосанитарного состояния почвы. — Воспроизводство плодородия почв в

Нечерноземной зоне. М.: Россельхозиздат, 1982. — 5. **Баздырев Г. И.** Фитосанитарное состояние почвы в условиях интенсивного земледелия. — Изв. ТСХА, 1983. — 6. **Макаров И. П., Баздырев Г. И. и др.** Плодородие склоновых земель и урожайность с.-х. культур в зависимости от способов обработки почвы и применения гербицидов. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 1, с. 23-30. — 7. **Баздырев Г. И., Купрюшкин В. А. и др.** Влияние обработки и гербицидов на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур на склоновых землях. — Повышение плодородия почв и получение запланированных урожаев с.-х. культур. М.: ТСХА, 1985. — 8. **Баздырев Г. И.** Эффективность почвозащитных систем обработки почвы и гербицидов на склоновых землях. — Изв. ТСХА, 1989, вып. 3, с. 3—13. — 9. **Баздырев Г. И.** Современная концепция борьбы с сорняками в системе земледелия Нечерноземной зоны РСФСР. — Изв. ТСХА, 1990, вып. 6, с. 17-30. — 10. **Баздырев Г. М., Сафонов А. Ф.** Борьба с сорняками в системе земледелия Нечерноземной зоны РСФСР (монография). М.: Росагропромиздат, 1990. — 11. **Баздырев Г. И.** Эффективность почвозащитных технологий обработки почвы и систем гербицидов. Ж. Агро XXI, 1998, вып. 9 — 12. **Воробьев С. А., Лошаков В. Г. и др.** Метод, рекомендации по проведению опытов с севооборотами на склоновых землях Нечерноземной зоны РСФСР. М., 1986. — 13. **Ворников Д. В., Клименко В. А., Баздырев Г. И.** Урожайность озимой пшеницы в степной зоне в зависимости от предшественников, приемов обработки почвы и норм высева. — Изв. ТСХА, 1997, вып. 4, с. 22-33. — 14. **Груздев Г. С., Захаренко В. А. и др.** Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах с.-х. культур. М., ВАСХНИЛ, 1985. — 15. **Захаренко В. А., Груздев Г. С., Баздырев Г. И. и др.** Экономические пороги вредоносности сорных растений в посевах основных сельскохозяйственных культур (рекомендации). М.: Агропромиздат, 1989. — 16. **Пупонин А. И., Баздырев Г. И. и др.** Зональные системы земледелия. М.: Агропромиздат, 1995. — 17. **Решетников Н. Г., Баздырев Г. И.** Агрономическая эффективность почвозащитных технологий обработки почвы и средств химизации при выращивании озимой ржи. — Изв. ТСХА, 1991, вып. 2, с. 28-37.