ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЦЕНОЗА

А. В. Шинделов, кандидат технических наук

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: dr.schindelov@ngs.ru

Ключевые слова: агроценоз, сорняки, засоренность, почва, биота, устойчивость.

Реферат. Изучены принципы формирования засоренности полей, выявлены основные места появления источников засоренности и ее влияние на энергетические и финансовые затраты при возделывании сельскохозяйственных культур. Обоснованы принципы и технические средства для борьбы с сорняками для уменьшения нагрузки на агроценоз от химических средств защиты растений с учетом экологического отклика почвы. Обосновано, что утилизация сорняков вместе с их корневой системой и семенами при почвообработке и посеве минимизирует количество вносимых ядохимикатов для защиты растений, тем самым снижает нагрузку на агроценоз, а в дополнении со сбором и утилизацией семян сорняков при уборке создает благоприятную обстановку в агроценозе на следующий сезон.

ENGINEERING ENVIRONMENTAL STABILITY OF AGROCENOSIS

A. V. Shindelov, Candidate of Technical Sciences

Novosibirsk State Agrarian University

Key words: agrocenosis, weeds, weediness, soil, biota, resistance.

Abstract. The principles of formation of infestation of fields are studied, the main places of occurrence of sources of infestation and its impact on energy and financial costs in the cultivation of agricultural crops are identified. The principles and technical means for weed control to reduce the load on the agrocenosis from chemical plant protection products, taking into account the ecological response of the soil, are justified. It is proved that the utilization of weeds together with their root system and seeds during tillage and sowing minimizes the amount of introduced pesticides for plant protection, thereby reducing the load on the agrocenosis, and in addition to the collection and utilization of weed seeds during harvesting creates a favorable environment in the agrocenosis for the next season.

Полевыми исследованиями подтверждается, что средние значения засоренности основных сельскохозяйственных культур находятся в пределах 80—181 шт/м². В большинстве случаев сорняки способствуют распространению вредителей и возбудителей болезней. Засоренность посевов ухудшает посевные качества семян. Особо существенный урон от сорных растений выражается в снижении количественных и качественных показателей урожая [1].

Сорняки характеризуются высокой семенной продуктивностью: от 7000 семян у василька синего до 2000000 семян у щирицы белой. Они неприхотливы и способны легко распространяться с помощью ветра, птицами, насекомыми, животными, с урожаем и соломой с полей, с кормами, свежими органическими удобрениями и т. д. [1].

Личными наблюдениями установлено, что на ареалы засоренности существенное влияние оказывает направление господствующих ветров. Как пример, на полях Мошковского района Новосибирской области повышенный уровень засоренности формируется на восточной и восточно-северной части от лесного колка (рис. 1, 2).

Цель исследования – изучить особенности формирования и развития засоренности полей, предложить способы снижения сорного компонента в машинных агротехнологиях производства зерновых с учетом экологической устойчивости агроценоза.

Рис. 1. Распространение сорняков от лесного колка преимущественно по розе ветров
(фото автора, сделано с северной части колка)

Рис. 2. Распространение сорняков от лесного колка
(фото автора, сделано с северо-западной части колка)

Вблизи естественных (колок, овраг и др.) и искусственных (опора линии электропередачи, гидрант и др.) препятствий образуются необработанные участки почвы, на которых стремительно развиваются и распространяются сорняки (рис. 3).

Рис. 3. Развитие засоренности вблизи опоры линии электропередачи

На этих участках, где нет воздействия почвообрабатывающей, посевной и опрыскивающей техники, сорняки способны стремительно развиваться и производить многочисленные новые поколения, которые будут внедряться в окружающий стеблестой возделываемой культуры.

Рекомендовано, что обработке гербицидами подвергаются поля, на 1 м² которых выявлено:

- один многолетний сорняк или больше (на 1 га имеют место более 10 000 многолетних сорняков) или же они сгруппированы в очаги засоренности;
- или 6 и более малолетних высокостебельных сорняков;
- или 6 и более низкостебельных в нижнем ярусе массива [2].

Применение средств защиты растений обуславливает нагрузку на агроценоз, которую можно снизить путем минимизации количества применяемых ядохимикатов. Это достигается комплексным снижением засоренности при почвообработке и посеве, а также выполнением предупредительных мер, таких как уничтожение сорняков до цветения на необрабатываемых участках, вблизи дорог и оросительных каналов, в полевых защитных лесных полосах и др.

Успешный комплекс борьбы с сорными растениями заключается в логически последовательном сокращении засоренности по всем этапам технологии возделывания (рис. 4) [3].

Рис. 4. Сокращение засоренности при проведении полевых операций с учетом экологического отклика агроценоза

В обоснование предложенного способа закладываем реакцию почвы на применение химических средств защиты растений, поскольку почва является главной средой обитания биоты и играет основополагающую роль в процессах трансформации наземных экосистем [4]. Целевой функцией выбираем сведение уровня засоренности к минимальному значению за счет дополнительных операций по подавлению развития и утилизации сорняков и их семян при почвообработке и посеве.

Способ возделывания сельскохозяйственных культур, включающий механическую обработку поля, посев, внесение гербицидов и уборку урожая, предусматривает выполнение этапов технологии на основе уровня текущей засоренности, т.е. на каждом этапе полевых работ измеряют и максимально снижают имеющуюся и контролируют оставшуюся засоренность. Для снижения засоренности при обработке почвы регулируют интенсивность работы почвообрабатывающих органов до максимально возможного уничтожения сорняков, при посеве регламентируют норму внесения семян с учетом естественной борьбы культуры и сорняков, а при внесении средств защиты устанавливают норму внесения исходя из уровня засоренности, дополнительно определяют экологический отклик агроценоза, выраженный в предельно допустимом подавлении микробиоты и повышении олиготрофности почвы, и согласно ему корректируют норму внесения средств защиты растений [4].

Динамика развития сорняков при традиционных операциях почвообработки и посева характеризуется высокой способностью восстановления засоренных массивов (рис. 5). В предлагаемых операциях работа разработанных почвообрабатывающих и посевных комплексов направлена на удаление целого сорняка, т.е. с корнем и семенами. Это исключает появление

новой генерации сорняков из-за оставления семян сорняков или части корней на поле. Поэтому динамика засоренности в предлагаемом способе возделывания сельскохозяйственных культур отличается планомерным снижением численности сорняков на обрабатываемом поле.

Последовательное снижение засоренности приводит к снижению общих энергозатрат. Максимальное снижение засоренности на этапах обработки почвы и посева обеспечивает значительное сокращение затрат энергии и финансов на проведение мероприятий по защите растений, а уменьшение вносимых химических средств защиты растений благоприятно сказывается на микробиологическом состоянии агроценоза. Применение минимально возможных доз ядохимикатов позволяет агроценозу оставаться в устойчивом состоянии от воздействия химических средств защиты растений. Напротив, при традиционных способах возделывания зачастую наблюдается стресс растительного массива от порогового количества ядохимиката, рассчитанного по уровню засоренности, который сформировался более высоким из-за отсутствия угнетения и утилизации сорняков и их семян на этапах почвообработки и посева. Угнетение микробиоты в почве при повышенных дозах химических средств защиты растений может сохраняться до 1 месяца, что негативно отражается на процессах трансформации наземных экосистем [5]. Сбор и утилизация сорняков при уборке позволяет существенно сокращать энергетические и временные затраты на послеуборочную обработку урожая.

Рис. 5. Текущее состояние засоренности, затраты энергии и воздействие на агроценоз в технологии возделывания зерновых:

□ – традиционное проведение технологических операций;
▨ – проведение технологических операций с обеспечением экологически устойчивого агроценоза

Комплексный эффект от внедрения данного способа борьбы с сорной растительностью выражается в создании комфортной среды в агроценозе на следующий сезон полевых работ (см. рис. 5).

Технологическое и техническое обеспечение борьбы с сорняками направлено на рациональную маршрутизацию полевых агрегатов, извлечение и утилизацию сорняков и их семян на этапе обработке почвы и посева за счет применения разработанных почвообрабатывающих посевных комплексов [6, 7] и зерноуборочных машин [8, 9]. В основу посевных комплексов заложены устройства для извлечения сорняков из почвы и их утилизации вместе с их семе-

нами, а в работу зерноуборочных комбайнов введены устройства отделения и уничтожения семян сорняков. Это позволяет освободить агроценоз от сорняков, исключить дополнительные работы по послеуборочной обработке зерна и снизить затраты на средства защиты растений, которые характеризуются большим удельным весом в себестоимости продукции. Но главное, это экологический эффект: поэтапная минимизация засоренности, исключение цветения сорняков приводит к минимизации объема ядохимикатов, что положительно отражается на устойчивости биоты в агроценозе.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Направленность распространения сорняков от необработанных участков, лесных массивов и т.д. формируется вдоль господствующей розы ветров, что является основой для формирования технологии обработки почвы и посева.

2. Перспективным направлением является внедрение технических средств для извлечения и утилизации сорняков вместе с корневой системой и семенами при почвообработке и посеве, устройств к зерноуборочным комбайнам для отделения и утилизации семян сорняков при уборке.

3. Поэтапное снижение засоренности способствует исключению цветения сорняков и обеспечивает минимальное их количество к фазе внесения средств защиты растений. Соответствующее уменьшение объема ядохимикатов, воздействующих на микробиоту, повышает устойчивость агроценоза в целом.

4. Сокращение засоренности при каждой полевой операции и утилизации семян сорняков обеспечивает снижение энергетических и финансовых затрат на этапах защиты растений и послеуборочной обработке урожая, сводит к минимуму нагрузку от сорняков на агроценоз в будущем сезоне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козловская И.П. Основы агрономии: учеб. пособие. – Ростов-н/Д: Феникс, 2015. – С. 57–66.
2. Оценка засоренности сельскохозяйственных угодий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroinf.com/zemledeliye/sornyie-rasteniya/ocenka-zasorennosti-selskoxozyajstvennyx-ugodij-i-vredonosnosti-sornyx-rastenij>. (дата обращения: 20.06.2020).
3. Пат. 2637521 Российская Федерация, МПК А01В79/00. Способ возделывания сельскохозяйственных культур / А.В. Шинделов, В.М. Медведчиков, Л.Н. Коробова; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет». – № 2016133229; заявл. 11.08.2016; опубл. 05.12.2017, Бюл. № 34. –Зс.: ил.
4. Воробейчик Е.Л. Экологическое нормирование токсических нагрузок на наземные экосистемы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Екатеринбург, 2003. – 48 с.
5. Шинделов А.В., Коробова Л.Н., Танатова А.В. Технологическая предрасположенность и экологическое обоснование маршрутизации полевых агрегатов // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 11. – С. 22–26.
6. Пат. 184739 Российская Федерация, МПК А01В49/06, А01В39/18. Почвообрабатывающий посевной агрегат / А.В. Шинделов, Н.М. Иванов, В.М. Медведчиков; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет». – № 2018109848; заявл. 20.03.2018; опубл. 07.11.2018, Бюл. № 31. –Зс.: ил.
7. Пат. 2675492 Российская Федерация, МПК А01В 49/06, А01В39/18. Способ посева сельскохозяйственных культур и устройство для его осуществления / А.В. Шинделов,

В. М. Медведчиков, Н. М. Иванов; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет». – № 2018104167; заявл. 02.02.2018; опубл. 19.12.2018, Бюл. № 35. – 3с.: ил.

8. Пат. 2659244 Российская Федерация, МПК A01D 91/04, A01D 41/02. Способ уборки зерновых культур и зерноуборочная машина для его осуществления / А. В. Шинделов, В. М. Медведчиков; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет». – № 2017117393; заявл. 18.05.2018; опубл. 29.06.2018, Бюл. № 19. – 3с.: ил.

9. Пат. 2286045 Российская Федерация, МПК A01D 91/04, A01D 41/00, A01D 41/02. Способ уборки зерновых культур и зерноуборочная машина для его осуществления / А. В. Шинделов, В. М. Медведчиков; Заявитель и патентообладатель Новосибирский государственный аграрный университет. – № 2004126887/12; заявл. 06.09.2004; опубл. 27.02.2006, Бюл. № 30. – 3с.: ил.

REFERENCES

1. Kozlovskaya I. P. Osnovy agronomii: ucheb. posobie. – Rostov-n/D: Feniks, 2015. – S. 57–66.
2. Ocenka zasorennosti sel'skohozyajstvennyh ugodij [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: (data obrashcheniya: 20.06.2020).
3. Pat. 2637521 Rossijskaya Federaciya, MPK A01B79/00. Sposob vozdel'yvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur / A. V. SHindelov, V. M. Medvedchikov, L. N. Korobova; Zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2016133229; yayavl. 11.08.2016; opubl. 05.12.2017, Byul. № 34. – 3s.: il.
4. Vorobejchik E. L. Ekologicheskoe normirovanie toksicheskikh nagruzok na nazemnye ekosistemy: avtoref. dis. ... d-ra biol. Nauk. – Ekaterinburg, 2003. – 48 s.
5. SHindelov A. V., Korobova L. N., Tanatova A. V. Tekhnologicheskaya predraspolzhenost' i ekologicheskoe obosnovanie marshrutizacii polevyh agregatov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 11. – S. 22–26.
6. Pat. 184739 Rossijskaya Federaciya, MPK A01V49/06, A01B39/18. Pochvo-obrabatyvayushchij posevnoj agregat / A. V. SHindelov, N. M. Ivanov, V. M. Medvedchikov; Zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2018109848; yayavl. 20.03.2018; opubl. 07.11.2018, Byul. № 31. – 3s.: il.
7. Pat. 2675492 Rossijskaya Federaciya, MPK A01V 49/06, A01B39/18. Sposob poseva sel'skohozyajstvennyh kul'tur i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya / A. V. SHindelov, V. M. Medvedchikov, N. M. Ivanov; Zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2018104167; yayavl. 02.02.2018; opubl. 19.12.2018, Byul. № 35. – 3s.: il.
8. Pat. 2659244 Rossijskaya Federaciya, MPK A01D 91/04, A01D 41/02. Sposob uborki zernovyh kul'tur i zernouborochnaya mashina dlya ego osushchestvleniya / A. V. SHindelov, V. M. Medvedchikov; Zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2017117393; yayavl. 18.05.2018; opubl. 29.06.2018, Byul. № 19. – 3s.: il.
9. Pat. 2286045 Rossijskaya Federaciya, MPK A01D 91/04, A01D 41/00, A01D 41/02. Sposob uborki zernovyh kul'tur i zernouborochnaya mashina dlya ego osushchestvleniya / A. V. SHindelov, V. M. Medvedchikov; Zayavitel' i patentoobladatel' Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2004126887/12; yayavl. 06.09.2004; opubl. 27.02.2006, Byul. № 30. – 3s.: il.