

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЕЕ ОПТИМИЗАЦИИ

Рекомендации

*для специалистов сельского хозяйства, слушателей ФПК,
преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов
высших учебных заведений аграрного профиля*

Горки
БГСХА
2018

УДК 623:631/635(083)

ББК 44

И73

*Утверждены заместителем председателя комитета
по сельскому хозяйству и продовольствию Могилевского облисполкома
А. В. Кожемякиным 15 мая 2018 г.*

*Одобрено Научно-техническим советом БГСХА.
Протокол № 4 от 15 марта 2018 г.*

Авторы:

доктора сельскохозяйственных наук, профессора
Т. М. Булавина, Л. А. Булавин, П. А. Саскевич;
кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты
Ю. А. Миренков, Л. Г. Коготько;
ассистент *А. В. Пансуйев*

Рецензент:

доктор сельскохозяйственных наук, проректор по учебной работе
УО «Гродненский государственный аграрный университет»
А. В. Свиридов

**Интегрированная защита растений как элемент системы
И73 земледелия и некоторые аспекты ее оптимизации : рекоменда-
ции / Т. М. Булавина [и др.]. – Горки : БГСХА, 2018. – 46 с.**

Приведены результаты исследований по роли севооборота, обработки почвы, сорта в формировании фитообстановки в посевах, разработаны вопросы борьбы с падалицей проса, рапса, особенности применения сульфонилмочевинных гербицидов, определены факторы, определяющие эффективность химической прополки зерновых культур.

Для специалистов сельского хозяйства, слушателей ФПК, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений аграрного профиля.

УДК 632:631/635(083)
ББК 44

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2018

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития экономики рыночные отношения требуют производства качественной и конкурентоспособной продукции. Поэтому применяемые технологии должны быть не только высокоэффективными, но и ресурсосберегающими.

Уровень затратности технологии возделывания сельскохозяйственных культур определяется, прежде всего, объемом применения средств интенсификации земледелия, к которым относятся минеральные удобрения, пестициды, нефтепродукты и т. д. Поэтому рациональное, т. е. научно обоснованное их использование является основным направлением в решении проблемы ресурсосбережения в агропромышленном комплексе. Многие страны уже перешли на ресурсосберегающие технологии, которые позволяют сокращать производственные затраты на 30–80 %, получать высокие стабильные урожаи и сохранять окружающую среду.

Считается общепризнанным, что объем использования техногенных средств интенсификации земледелия и его затратность находятся в определенной зависимости от географического положения сельскохозяйственного производителя, так как по мере удаления от экватора удельный вес солнечной энергии в формировании урожая сельскохозяйственных культур снижается, а техногенной, наоборот, возрастает. Поэтому чем жестче почвенно-климатические условия, тем энергозатратнее становится земледелие.

Агропромышленный комплекс Беларуси вследствие географического положения объективно имеет менее благоприятные условия для производства растениеводческой продукции, чем большинство стран Европы и Америки. В республике короткий вегетационный период, позволяющий получать лишь один урожай большинства сельскохозяйственных культур в год. На значительной части ее территории преобладают малоплодородные дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы. Влажный и умеренно-теплый климат республики благоприятствует распространению и развитию более 65 опасных видов вредителей, 100 видов болезней и около 300 видов сорняков. В таких условиях при отказе от применения средств защиты растений урожайность зерновых культур может снижаться на 30–40 %, технических культур – на 60–70 %, а овощных и сада может быть потеряна полностью. Поэтому для получения высоких и стабильных урожаев в поч-

венно-климатических условиях республики необходимо использовать пестициды и другие средства интенсификации земледелия.

Применение пестицидов в Беларуси постоянно возрастает. Если в 2002 г. объем их применения в стоимостном выражении составил 54,3 млн. долларов, то в 2010–2013 гг. – 200–215 млн. долларов в год (табл. 1).

Таблица 1. **Объемы применения пестицидов в Беларуси**
(данные НИРУП «БелИЗР»)

Год	Млн. долларов США
2002	54,3
2005	87,4
2010	200,1
2013	215,0

Из всех применяемых в республике пестицидов (табл. 2) гербициды в последние годы составляют 66,4 %, фунгициды – 17,4, протравители семян – 10,2, инсектициды и акарициды – 2,3, прочие препараты – 3,7 %.

Таблица 2. **Структура применения пестицидов в Беларуси**
(данные НИРУП «БелИЗР»)

Пестициды	Процент
Гербициды	66,4
Фунгициды	17,4
Протравители семян	10,2
Инсектициды и акарициды	2,3
Прочие препараты	3,7

При стоимости средств защиты растений 200–215 млн. долларов ежегодный объем их использования в республике в физическом весе составляет около 14 тыс. тонн. В пересчете на действующее вещество пестицидная нагрузка в республике составляет в среднем 1,0 кг д. в. на 1 га пашни, что несколько выше, чем в Польше, Норвегии и некоторых других странах Европы. При этом необходимо отметить, что в некоторых из этих стран почвенные и погодные условия более благоприятны, чем в Беларуси, для роста и развития сельскохозяйственных культур и, следовательно, деградации пестицидов. Применение такого количества средств защиты растений в почвенно-климатических условиях Беларуси может вызывать определенное усиление экологической напряжен-

ности на полях. Поэтому оптимизация применения пестицидов имеет значение как с экономической, так и с экологической точки зрения.

Для объективной оценки состояния и перспектив развития защиты растений следует учитывать, что она является одним из четырех элементов системы земледелия (табл. 3), которая включает также севооборот, обработку почвы и применение минеральных удобрений.

Таблица 3. Основные элементы системы земледелия

Элемент
Севооборот
Обработка почвы
Применение минеральных удобрений
Защита растений

Все элементы системы земледелия находятся в тесной взаимосвязи, и изменения в одном из них требуют определенной корректировки в остальных. Так, при размещении в севообороте сельскохозяйственных культур по неблагоприятным предшественникам резко возрастает инфекционный потенциал почвы, значительно увеличивается пораженность растений болезнями и вредителями, повышается засоренность посевов. Нарушение оптимальных сроков обработки почвы также вызывает увеличение численности в посевах сорняков, многие из которых являются промежуточными хозяевами ряда болезней и вредителей и способствуют развитию последних. Необоснованное применение повышенных доз азотных удобрений приводит к полеганию растений и снижению их устойчивости к болезням. Для устранения последствий нарушения указанных выше агроприемов требуется интенсивное применение пестицидов. Добиться рационального их использования можно лишь в результате применения интегрированной защиты растений, включающей комплекс химических, агротехнических и биологических мероприятий, способствующих более полному использованию природных регулирующих факторов и созданию здоровых высокопродуктивных посевов. Интегрированная защита должна основываться на принципе регулирования численности вредных организмов, т. е. поддержании их популяций на таком уровне, при котором они не наносят экономически значимого ущерба. Пестициды при интегрированной защите растений используются лишь в том случае, если численность вредных объектов превышает экономический порог вредоносности (ЭПВ). По мнению специалистов, если применять пестициды с учетом ситуации, складывающейся на каждом конкретном поле, то их эконо-

мия может составить от 12 до 30 %. Кроме того, за счет использования новой техники для внесения пестицидов, обеспечивающей мало- и ультрамалообъемное опрыскивание, экономия пестицидов может составить до 15 %. При этом важное значение имеет дальнейшее совершенствование ассортимента пестицидов в направлении повышения биологической эффективности, снижения норм расхода, токсичности для человека и теплокровных животных, персистентности в объектах окружающей среды, отсутствия отдаленных последствий.

1. РОЛЬ СЕВООБОРОТА, ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, СОРТА И ПЕСТИЦИДОВ В ФОРМИРОВАНИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ

Сельское хозяйство Беларуси еще далеко от рационального. В настоящее время в республике по ряду причин около 50 % озимых и 10 % яровых культур размещается по неблагоприятным предшественникам, что приводит к существенному снижению их урожайности. По данным многолетних исследований РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (табл. 4), недобор урожайности у озимой ржи и овса от неблагоприятного предшественника может достигать соответственно 17 и 8 %, в то время как у озимой тритикале, ярового ячменя, яровой и озимой пшеницы – 28–36 %. У люпина узколистного (табл. 5) урожайность зерна под влиянием неблагоприятного предшественника может снижаться на 58–69 %, гороха – на 13–18 %, озимого и ярового рапса – 18–20 %, сахарной свеклы – 23 % (табл. 6), картофеля – 17 %, а кукурузы – лишь на 8 %.

Таблица 4. Зависимость урожайности зерновых культур от предшественников, % к наиболее благоприятному предшественнику

Предшественник	Озимая рожь	Озимая пшеница	Озимая тритикале	Овес	Яровой ячмень	Яровая пшеница
Озимая рожь	83	70	75	95	86	74
Озимая пшеница	85	64	72	94	83	72
Ячмень	88	66	74	94	70	78
Яровая пшеница	84	68	72	92	72	71
Овес	96	92	90	92	92	93
Люпин на зеленую массу	100	100	100	100	100	100
Клевер	100	100	100	100	100	100
Картофель	93	90	93	100	100	100
Горох	97	96	97	98	97	100

Таблица 5. Зависимость урожайности зернобобовых и крестоцветных культур от предшественников, % к наиболее благоприятному предшественнику

Предшественник	Люпин на зерно	Горох	Озимый рапс	Яровой рапс
Озимая рожь	100	98	97	94
Ячмень	97	98	98	95
Люпин	31	87	–	98
Горох	62	82	97	98
Клевер	42	84	100	97
Картофель	96	100	99	100
Рапс	95	96	82	80

Таблица 6. Зависимость урожайности пропашных культур от предшественников, % к наиболее благоприятному предшественнику

Предшественник	Сахарная свекла	Картофель	Кукуруза
Озимая рожь	96	98	98
Ячмень	93	95	96
Люпин	98	100	98
Клевер	95	100	98
Картофель	100	83	100
Сахарная свекла	77	94	92
Кукуруза	98	95	98
Рапс	84	99	95

Предшественники оказывают существенное влияние не только на уровень урожайности зерна, но и на некоторые показатели его качества (табл. 7). Так, при размещении озимой тритикале после бобовых предшественников (клевер 1 г. п., горох, люпин на зеленую массу) содержание белка в зерне составило 13,3–14,4 %, а после зерновых культур (овес, ячмень, озимая рожь) – 12,3–12,6 %. Следовательно, неблагоприятный зерновой предшественник уменьшил содержание белка в зерне озимой тритикале на 1,0–1,8 %, т. е. на 7,5–12,5 % в относительном выражении.

Таблица 7. Влияние предшественников на содержание белка в зерне озимой тритикале

Процент зерновых в севообороте	Предшественник	Содержание белка в зерне, %
50	Клевер 1 г. п.	13,3
50	Люпин на з/м	14,4
62,5	Ячмень	12,6
75	Озимая рожь	12,3
75	Овес	12,6

Известно, что полноценность белкового питания определяется не только количеством белка в зерне, но и его качеством, которое обусловлено главным образом аминокислотным составом (табл. 8). Установлено, что в зерне озимой тритикале содержание незаменимых аминокислот после бобовых предшественников при одном и том же уровне применения минеральных удобрений было в относительном выражении на 7,1–8,7 % выше, чем после таких неблагоприятных предшественников как ячмень, овес, озимая рожь.

Таблица 8. Содержание незаменимых аминокислот в зерне озимой тритикале в зависимости от предшественника в севооборотах с разной степенью насыщенности зерновыми культурами, %

Культура	Предшественник	Процент зерновых культур в севообороте	Незаменимые аминокислоты
Озимая тритикале	Люпин на з/м	50	6,07
	Ячмень	62,5	5,64
	Озимая рожь	75	5,59
	Овес	100	5,54

Значимость благоприятных предшественников сохраняется и на фоне интенсивного использования пестицидов (табл. 9). При возделывании озимой тритикале после таких предшественников, как люпин узколистный на зерно, уплотненный занятый пар и ячмень, максимальная урожайность без применения пестицидов отмечалась после зернобобового предшественника – 39,9 ц/га, а минимальная – после ячменя – 21,9 ц/га, т. е. на 45 % ниже.

Таблица 9. Влияние предшественников и пестицидов на урожайность озимой тритикале, ц/га

Предшественник	Без применения пестицидов	Защита посевов от сорняков и болезней
Люпин на зерно	39,9	49,7
Уплотненный занятый пар	37,8	52,0
Ячмень	21,9	41,3
НСР ₀₅	2,1–3,6	–

Применение пестицидов обеспечило увеличение урожайности зерна озимой тритикале, возделываемой после ячменя, до 41,3 ц/га. Примерно такая же урожайность этой культуры была получена без применения пестицидов после благоприятных предшественников. Использование средств защиты растений на фоне благоприятных предшествен-

ников обеспечило дальнейшее увеличение урожайности озимой тритикале. Прибавка в этом случае составила 25–38 %. Снижение урожайности тритикале от неблагоприятного предшественника на фоне интенсивного использования пестицидов оставалось существенным, хотя и уменьшилось до 17–21 %.

Аналогичные результаты получены в исследованиях с ячменем (табл. 10). При возделывании его по неблагоприятному предшественнику (озимая тритикале) без применения пестицидов урожайность зерна составила 36,6 ц/га, а при проведении защиты растений от вредителей, болезней и сорняков – 40,0 ц/га. Размещение ячменя в севообороте после наиболее благоприятного предшественника (картофель) даже без использования пестицидов обеспечило урожайность 41,3 ц/га, т. е. на 3,3 % больше по сравнению с интенсивным применением средств защиты растений после неблагоприятного предшественника. После картофеля за счет применения пестицидов урожайность зерна увеличилась до 45,1 ц/га.

Таблица 10. Влияние предшественников и пестицидов на урожайность ярового ячменя, ц/га

Предшественник	Без применения пестицидов	Защита посевов от сорняков и болезней
Озимая тритикале	36,6	40,0
Картофель	41,3	45,1

Для формирования максимальной урожайности сельскохозяйственных культур и поддержания благоприятного фитосанитарного состояния посевов необходимо не только размещать все культуры по благоприятным предшественникам, но и обязательно принимать во внимание период их возврата в севообороте на прежнее поле. Так, для озимой ржи и овса допустимый срок возврата по фитосанитарным условиям составляет 1–2 года (табл. 11), а для озимых пшеницы и тритикале – 2–3 года. Особенно сильно реагируют на нарушение периода возврата на прежнее поле бобовые культуры, для которых этот показатель составляет 3–5 лет. Установлено, что урожайность зерна гороха при возврате в севообороте через 3 года составила 22,3 ц/га. При возврате через 2 года этот показатель уменьшился до 16,5 ц/га, а через год – до 6,5 ц/га, т. е. на 26 и 71 % соответственно. У люпина узколистного снижение урожайности зерна при возврате через 2 года составило 19 %, а через год – 36 %. Снижение урожайности зернобобовых культур при нарушении периода их возврата в севообороте связа-

но с резким возрастанием пораженности растений фузариозными корневыми гнилями.

Таблица 11. Урожайность зернобобовых культур в зависимости от периода возврата на прежнее место в севообороте

Удельный вес бобовых в севообороте, %	Возврат на прежнее место, лет	Урожайность			
		горох		люпин узколистный	
		ц/га	%	ц/га	%
25	3	22,3	100	33,5	100
33	2	16,5	74	27,1	81
50	1	6,5	29	21,5	64

Аналогичная закономерность отмечена и по клеверу (табл. 12). Если при периоде возврата его в севообороте через 7 лет урожайность зеленой массы составила 677 ц/га, то при возврате через 3, 2 и 1 год этот показатель уменьшился на 8 %; 34 и 58 % соответственно. Причиной снижения урожайности является резкое возрастание пораженности болезнями, прежде всего, склеротиниозом (рак клевера).

Таблица 12. Урожайность зеленой массы клевера в зависимости от периода возврата на прежнее место в севообороте

Удельный вес бобовых в севообороте, %	Возврат на прежнее место, лет	Урожайность	
		ц/га	%
12,5	7	677	100
25,0	3	625	92
33,3	2	449	66
50,0	1	286	42

Рапс яровой (табл. 13) снижал урожайность маслосемян при возврате на прежнее место в севообороте через 2 и 1 год соответственно на 10 и 23 % по сравнению с периодом возврата 3 года.

Таблица 13. Урожайность маслосемян ярового рапса в зависимости от периода возврата на прежнее место в севообороте

Удельный вес бобовых в севообороте, %	Возврат на прежнее место, лет	Урожайность	
		ц/га	%
25	3	27,0	100
33	2	24,3	90
50	1	20,8	77

Обобщение результатов многолетних исследований РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» позволило уста-

новить максимально допустимую концентрацию посевов сельскохозяйственных культур в севообороте для почвенно-климатических условий Беларуси, при которой достигается благоприятное фитосанитарное состояние посевов (табл. 14). Установлено, что удельный вес зерновых в севообороте не должен превышать 67 %, однако, если в севообороте возделываются только пшеница, тритикале и ячмень, то не более 50 %. Для люпина узколистного удельный вес в севообороте должен составлять не более 16–20 %, гороха, вики, рапса, льна, сахарной и кормовой свеклы, картофеля, клевера – 20–25 %, клеверо-злаковой смеси – 40 %, люцерны и люцерно-злаковой смеси – 40–50 %. Соблюдение этих требований является основной предпосылкой для снижения потребности в применении пестицидов при возделывании сельскохозяйственных культур.

Таблица 14. Максимально допустимая концентрация посевов сельскохозяйственных культур в севообороте

Культура	Процент в севообороте
Зерновые колосовые	67
Горох, вика	20–25
Люпин	16–20
Рапс	20–25
Лен	20–25
Сахарная и кормовая свекла	20–25
Картофель	20–25
Клевер	20–25
Клевер + злаки	40
Люцерна, люцерна + злаки	40–50

Примечание. Если в севообороте возделываются только пшеница, тритикале и ячмень, то их концентрация не должна превышать 50 %.

Ухудшение фитосанитарного состояния посевов в Беларуси обусловлено не только нарушением севооборотов. Этому способствуют также отказ или несвоевременное проведение лущения стерни и серьезные нарушения оптимальных сроков зяблевой вспашки.

Уборка культурных растений, являющихся конкурентами за основные факторы жизни с сорняками, создает благоприятные условия для роста и развития последних. Многие виды сорняков в послеуборочный период могут образовывать семена. В годы с влажным предуборочным и послеуборочным периодами на 1 м² дополнительно образуется за послеуборочный период до 2 тыс. семян малолетних сорняков. Интен-

сивность прироста каждого корневища пырея ползучего в этот период достигает 1,1–1,4 см в сутки. Если сразу после уборки провести лушение стерни или вспашку, то дополнительное поступление семян сорняков в почву и рост органов их вегетативного размножения прекращаются. Послеуборочным лушением в значительной мере уничтожаются также оставшиеся в пожнивных остатках, на сорняках и поверхности почвы яйца, личинки и куколки вредителей, а также зачатки болезней растений. Лушение стерни необходимо проводить не позднее 5–7 дней после уборки, а последующую вспашку необходимо завершить до снижения среднесуточной температуры воздуха ниже +10 °С. В северной зоне республики оптимальные сроки вспашки по среднесуточным данным заканчиваются в конце второй, а в центральной и южной – в конце третьей декады сентября. При теплой осени оптимальные сроки основной обработки почвы могут заканчиваться несколько позже.

По данным ЦСУ Республики Беларусь, если в 1986 г. лушение стерни проводилось на 100 % почв, подлежащих зяблевой вспашке, то в 2002 г. – только на 10 %, а в 2013–2014 гг. – 41–51 % (табл. 15). Вспашка в оптимальные сроки в республике проводится в последние годы лишь на 30–40 % пахотных земель (табл. 16). Это способствует увеличению распространенности корневых гнилей, спорыньи, а также таких видов вредителей, как проволочник, тля и т. д. При этом существенно снижается интенсивность микробиологических процессов в почве по минерализации растительных остатков для питания растений. Все это приводит к снижению урожайности возделываемых культур (табл. 17). Причем, если у рапса ярового и люпина узколистного урожайность от нарушения оптимальных сроков обработки почвы снижается на 5,7–6,3 %, то у ячменя – на 10 %, яровой пшеницы – на 15,4 %.

Таблица 15. Объемы применения лушения стерни в Беларуси

Год	Процент пашни
1986	100
2002	10
2011	32
2014	41

Таблица 16. Выполнение плана подъема зяби в республике в 2000–2014 гг.

Показатель	Год							В среднем
	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	
Процент от плана	16	25	37	31	32	40	31	30

Таблица 17. Реакция яровых культур на поздние сроки вспашки

Культура	Средний недобор урожая, %
Рапс яровой	5,7
Люпин узколистный	6,3
Однолетние травы	7,0
Овес	9,1
Ячмень	10,0
Яровая пшеница	15,4

Для проведения обработки почвы в оптимальные сроки и устранения за счет этого одной из основных причин ухудшения фитосанитарного состояния посевов в Беларуси необходимо обеспечить все хозяйства в требуемом объеме энергонасыщенными тракторами и высокопроизводительными широкозахватными почвообрабатывающими орудиями, что позволит проводить эту технологическую операцию своевременно и качественно.

Особое место в защите растений в Беларуси занимает проблема пырея ползучего и многолетних сорняков в целом. Для их уничтожения ежегодно применяются гербициды на основе глифосата на сумму около 30 млн. долларов США на 20–25 % пашни, т. е. как минимум в двух полях севооборота.

Для снижения засоренности пахотных земель республики пыреем ползучим наряду с применением производных глифосата несомненный интерес представляет полупаровая обработка почвы, которая предусматривает проведение в оптимальные сроки с разрывом во времени по мере появления всходов сорняков лущения стерни, вспашки и двух культиваций зяби (табл. 18).

Таблица 18. Влияние различных способов полупаровой обработки почвы на гибель корневищ пырея ползучего

Обработка почвы	Гибель корневищ пырея ползучего, %			
	Дерново-подзолистая связно-песчаная почва	Дерново-подзолистая супесчаная почва	Дерново-подзолистая легкосуглинистая почва	Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва
Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	50,3	83,8	59,3	25,3
Д ₁₀ Д ₁₀ В ₂₀	42,5	71,3	63,1	51,2

Примечание. Д₁₀, В₂₀, К₁₀ – дискование, вспашка, культивация, которые проводят на глубину (см), указанную в виде индекса.

Если в 1985–1986 гг. полупаровая обработка почвы проводилась на 70–80 % пашни, то в настоящее время она, к сожалению, практически не проводится. Многолетними исследованиями установлено, что под влиянием полупара гибель корневищ пырея ползучего может достигать 70–80 %.

Для получения максимального эффекта от полупара необходимо при его проведении принимать во внимание гранулометрический состав почвы и ее влагообеспеченность. На легких и средних почвах наибольшую гибель корневищ пырея ползучего обеспечивает метод вычесывания, т. е. лущение – вспашка – две культивации. Однако на тяжелой влагоемкой почве такой метод полупара малоэффективен, и гибель корневищ составляет только 25 %. В то же время в этих условиях метод истощения и удушения, т. е. два дискования или два чизелевания и последующая вспашка уничтожают корневища пырея ползучего на 51 %.

Полупаровая обработка не только снижает засоренность почвы корневищами пырея ползучего. Она стимулирует к прорастанию семян малолетних сорняков, всходы которых уничтожаются последующими культивациями или низкими зимними температурами. Это снижает засоренность последующих яровых культур на 20–24 %. Кроме того, полупар по методу вычесывания уменьшает численность проволочника в почве на 70–76 %.

Сельскохозяйственные культуры из-за своих биологических особенностей различаются по отзывчивости на проведение полупаровой обработки почвы. Наибольшую прибавку (табл. 19) от полупара обеспечивает гречиха – 20 %. У ячменя и люпина узколистного этот показатель составляет в среднем 8 %, а у рапса ярового и овса соответственно 5 и 2 %.

Таблица 19. Реакция отдельных сельскохозяйственных культур на полупаровую обработку почвы

Культура	Прибавка от полупара, %
Гречиха	20
Ячмень	8
Люпин узколистный	8
Рапс яровой	5
Овес	2

Очищению пахотных земель от пырея ползучего наряду с полупаровой обработкой почвы способствует также наличие в севообороте

одного поля интенсивного занятого пара (табл. 20), где в течение одного вегетационного периода возделываются 2–3 зеленоукосные культуры, которые интенсивно накапливают значительную надземную массу, затеняют пырей ползучий и другие сорняки, успешно конкурируют с ними за основные факторы роста. Крестоцветные культуры при этом своими корневыми выделениями, содержащими значительное количество горчичных масел, гликозидов и гликозинолатов, способствуют образованию в корневищах пырея ползучего фенольных соединений, вызывающих в дальнейшем закупорку сосудов проводящей системы этих корневищ и их гибель. Все это способствует снижению длины корневищ пырея ползучего на 50–60 % и более.

Распространению пырея ползучего способствует не только нарушение оптимальных сроков обработки почвы, но и чрезмерное насыщение севооборотов зерновыми культурами (до 75 %), использование многолетних трав не 1–2, а 3–4 года и более. Устранение этих факторов, проведение полупаровой обработки почвы и наличие в севообороте одного поля интенсивного занятого пара позволяет ограничить применение производных глифосата в одном поле севооборота, т. е. на 12,5 % пашни.

Таблица 20. Влияние различных агроценозов на гибель корневищ пырея ползучего

Тип почвы	Вид агроценоза	Исходная длина корневищ пырея ползучего, пог. м/м ²	Гибель корневищ пырея ползучего, %
Дерново-подзолистая легкосуглинистая	Однолетние травы + поукосная редька масличная	246	64
Дерново-подзолистая среднесуглинистая	То же	206	50
Дерново-подзолистая среднесуглинистая	Озимая рожь на з/м + редька масличная на з/м + редька масличная на з/м	12	92

Результаты исследований свидетельствуют о том, что при соблюдении оптимальных сроков обработки почвы в плодосменном севообороте, имеющем 50 % зерновых, одно поле интенсивного занятого пара и предусматривающей одногодичное использование многолетних трав, засоренность посевов пыреем ползучим находилась на невысоком исходном уровне в течение длительного времени даже без применения производных глифосата.

Корневые выделения крестоцветных культур уменьшают всхожесть семян сорняков, находящихся в почве, что способствует снижению ее потенциальной засоренности. Необходимо отметить, что отдельные виды сорных растений существенно различаются по реакции на возделывание крестоцветных культур в промежуточных посевах (табл. 21). Этот агроприем уменьшает засоренность полей такими сорняками, как пырей ползучий, марь белая, ромашка непахучая, торица полевая, хвощ полевой, фиалка полевая и др. В то же время возделывание их не оказало угнетающего действия на метлицу полевую. Незначительное влияние этот агроприем оказывал на вьюнок полевой, горец вьюнковый, звездчатку среднюю и некоторые другие виды сорняков. Поэтому эффективность возделывания крестоцветных культур в промежуточных посевах по уничтожению сорняков может изменяться в зависимости от типа засорения полей, т. е. от соотношения в сорном ценозе чувствительных и устойчивых к этому фактору видов сорняков. В отдельных опытах под влиянием поукосных крестоцветных культур численность малолетних сорняков в посевах последующих зерновых снижалась на 35 %.

Таблица 21. Влияние интенсивного занятого пара на засоренность посевов овса

Предшественник	Численность малолетних сорняков		Длина корневищ пырея ползучего, пог. м/м ²
	шт/м ²	%	
Горохо-овсяная смесь	132,4	100	232,7
Горохо-овсяная смесь + редька масличная	86,5	65	104,7

Корневые выделения крестоцветных культур способствуют потере вирулентности некоторых патогенных бактерий, находящихся в почве. Под их действием наблюдается снижение прорастания спор возбудителей болезней, уменьшение длины ростовых трубок у них, а также сжатие содержимого клеток микроспор, что приводит к их деструкции и гибели. Поэтому промежуточные посевы крестоцветных культур способствуют снижению пораженности последующих зерновых болезнями.

Одним из направлений снижения пестицидной нагрузки на окружающую среду является создание и возделывание в республике сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, устойчивых к болезням и вредителям. Такие сорта характеризуются более плотным эпидермисом, наличием опушенности на листовой поверхности, что уменьшает пораженность болезнями и вредителями. Они также отличаются отсут-

ствием чувствительности к токсинам, выделяемым патогенами, проникающим в растение. По мнению некоторых специалистов, перспективным направлением в селекции является создание сортов с повышенной аллелопатической активностью по отношению к сорным растениям и вредителям.

Многие зарубежные сорта, возделываемые в Беларуси, для формирования высокой урожайности требуют двух-трех обработок посевов фунгицидами и одной-двух обработок ретардантами. В Беларуси необходимо создать сорта, способные обеспечить в условиях производства стабильную урожайность зерна 35–40 ц/га и более при проведении протравливания семян, защите от сорняков и однократном применении фунгицидов.

2. ПРОБЛЕМА ПАДАЛИЦЫ РАПСА И ПРОСА

В последние годы проблемным вопросом в Беларуси становится падалица рапса, посевные площади которого в республике увеличились с 1995 г. по 2014 г. почти в 10 раз и составляют в настоящее время более 400 тыс. гектаров. По результатам маршрутных обследований РУП «Институт защиты растений», опасным засорителем примерно на 50–60 % посевов озимых зерновых является падалица озимого рапса, для уничтожения которой приходится существенно увеличивать затраты на проведение химической прополки посевов.

Результаты исследований РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» показали, что при возделывании озимой пшеницы после уборки озимого рапса по вспашке даже при применении осенью на ее посевах высокоэффективного гербицида Алистер (0,7 л/га) весной отмечалось значительное количество падалицы предшествующей крестоцветной культуры (табл. 22). В фазе колошения озимой пшеницы численность сорных растений в ее посевах составила 79 шт/м², в том числе падалицы озимого рапса – 24 шт/м², при их сырой массе соответственно 207,8 и 131,0 г/м². Следовательно, удельный вес в сорном ценозе падалицы рапса составил 30,4 % численности и 63,0 % сырой массы. При этом необходимо отметить, что экономический порог вредоносности двудольных сорняков для озимой пшеницы составляет 20 шт/м². Этот показатель в период исследований был превышен по численности падалицы рапса в 1,2 раза, что убедительно свидетельствует о существенной значимости ее как фактора, препятствующего формированию высокой урожайности зерна озимой пшеницы.

**Таблица 22. Засоренность посевов озимой пшеницы,
возделываемой после озимого рапса**

Засоренность	Численность сорняков, шт/м ²	Сырая масса сорняков, г/м ²
Всего	79	207,8
В т. ч. падалица рапса	24	131,0

В севооборотах, где после уборки озимого рапса выращивали осе-
нью в пожнивных посевах горохо-овсяную смесь на сидерат или зеле-
ную массу, а весной возделывали яровой ячмень или яровую пшеницу,
отмечалась иная закономерность по падалице рапса (табл. 23). Уста-
новлено, что перед применением гербицидов численность падалицы
рапса в посевах этих яровых зерновых культур составила в среднем
9 шт/м² при численности сорняков 235–239 шт/м². Относительно не-
высокая численность падалицы рапса в этом случае связана, вероятно,
с тем, что подготовка почвы под посев поживной горохо-овсяной
смеси стимулирует прорастание семян сорняков и рапса, уменьшая их
запас в пахотном горизонте. Кроме того, заделанные в почву при про-
ведении вспашки горохо-овсяная смесь или ее растительные остатки,
как и солома зерновых, в процессе разложения образуют токсичные
фенольные соединения, которые оказывают определенное негативное
влияние на находящиеся в почве семена сорняков и культурных расте-
ний. Это снижает их всхожесть и уменьшает выживаемость пророст-
ков.

**Таблица 23. Засоренность перед применением гербицидов посевов
ярового ячменя и яровой пшеницы, возделываемых
после озимого рапса и поживной горохо-овсяной смеси**

Культура	Всего сорняков, шт/м ²	Падалица рапса, шт/м ²
Яровой ячмень	239	9
Яровая пшеница	235	9

Установлено, что после применения на яровых зерновых гербицида
Прима (0,6 л/га) в посевах ячменя (табл. 24), под который возделывали
горохо-овсяную смесь на сидерат, падалица рапса в фазе колошения
отсутствовала, а в посевах пшеницы, под которую горохо-овсяную
смесь использовали на зеленую массу, численность падалицы рапса
составила в среднем 1 шт/м², а ее сырая масса – 10,2 г/м², т. е. 1,6 %
численности и 4,6 % сырой массы сорного ценоза.

Таблица 24. Засоренность посевов ярового ячменя и яровой пшеницы, возделываемых после озимого рапса и пожнивной горохо-овсяной смеси

Засоренность	Численность сорняков, шт/м ²	Сырая масса сорняков, г/м ²
Яровой ячмень		
Всего	50	160,7
В т. ч. падалица рапса	–	–
Яровая пшеница		
Всего	63	219,6
В т. ч. падалица рапса	1	10,2

Многолетними исследованиями РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» установлено (табл. 25), что озимая пшеница, возделыванию которой в настоящее время в Беларуси уделяется повышенное внимание, при выращивании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве обеспечивает урожайность зерна в среднем на 6,1 % выше, чем яровая пшеница. Из-за наличия падалицы рапса в посевах озимой пшеницы, превышающей по численности ее уровень в посевах яровой пшеницы, урожайность зерна этих культур была примерно одинаковой.

Таблица 25. Урожайность зерновых культур, возделываемых после озимого рапса

Культура	Урожайность, ц/га		
	2013 г.	2014 г.	Среднее
Озимая пшеница	32,0	40,1	36,1
Яровой ячмень	36,1	39,4	37,8
Яровая пшеница	32,4	37,7	35,1

В звене севооборота яровой рапс – озимая рожь – однолетние травы – яровая пшеница – овес (табл. 26) после уборки рапса и трех последующих культур перед вспашкой проводили послеуборочное лушение стерни с целью провоцирования к прорастанию семян не только сорняков, но и падалицы рапса. После уборки четвертой культуры звена севооборота (яровая пшеница) изучали эффективность полупаровой обработки почвы под овес. Установлено, что даже при проведении лушения стерни в течение трех лет после уборки рапса численность падалицы этой культуры в посевах овса перед химической прополкой составила в среднем 7,1 шт/м². При проведении под овес осенью полупаровой обработки почвы по методу «вычесывания» этот показатель уменьшился до 2,8 шт/м², т. е. в среднем на 61 %.

Наибольшее значение уничтожение падалицы рапса имеет для культур, характеризующихся низкой конкурентоспособностью по отношению к сорнякам и ранним гербакритическим периодом, на протяжении которого отмечается отрицательная реакция культурных растений на сорняки. Это касается, прежде всего, сахарной и кормовой свеклы, экономический порог вредоносности малолетних сорняков для которой составляет в зависимости от их вида от 1–3 до 8–10 шт/м².

Таблица 26. Влияние полупаровой обработки почвы на численность падалицы ярового рапса в посевах овса перед проведением химической прополки

Вариант	Среднее	
	шт/м ²	%
B ₂₀	7,1	100,0
Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	2,8	39,4

Примечание. Д₁₀, В₂₀, К₁₀ – дискование, вспашка, культивация, которые проводятся на глубину (см), указанную в виде индекса.

В звене севооборота яровой рапс – озимая тритикале – кормовая свекла (табл. 27) при возделывании последней с использованием гербицидов численность растений падалицы рапса через 30 дней после последнего внесения гербицидов колебалась в пределах 1,5–5,1 шт/м², а их сырая масса – 299,2–1108,0 г/м², что является весьма существенным. Наименьший эффект в уничтожении падалицы рапса был отмечен при внесении в три приема смеси гербицидов Бетанал Эксперт ОФ, Дуал Голд, Пирамин Турбо, а наибольший эффект – при использовании Бетанала Эксперт ОФ, Голтикса и Пирамина Турбо. Однако и в этом случае полностью уничтожить падалицу рапса не удалось. Ее численность даже при внесении гербицидов в отдельных случаях превышала экономический порог вредоносности сорняков для кормовой свеклы.

В Беларуси возделывается просо на зерно, посевная площадь которого колеблется по годам в пределах 7,8–17,0 тыс. гектаров. Установлено, что при упрощении технологии возделывания просо, как и рапс, из-за падалицы может представлять определенную опасность в качестве засорителя посевов последующих культур. В звене севооборота просо посевное – озимая сурепица – озимая пшеница из-за позднего созревания проса при подготовке почвы под посев озимой сурепицы пришлось отказаться от проведения перед вспашкой лущения стерни.

Не проводили его и при подготовке почвы под посев озимой пшеницы. Это создало благоприятные условия для сохранения жизнеспособности находящейся в почве падалицы проса.

Таблица 27. Засоренность посевов кормовой свеклы падалицей рапса на 30-й день после последнего применения гербицидов

Вариант			Численность, шт/м ²	Сырая масса, г
1-я обработка	2-я обработка	3-я обработка		
Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Дуал Голд, 0,8 л/га	Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Пирамин Турбо, 1,5 л/га	Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Дуал Голд, 0,8 л/га	5,1	1108,0
Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Карибу, 30 г/га	Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Карибу, 30 г/га + Фюзилад Супер, 1 л/га	Бетанал Эксперт ОФ, 1,5 л/га	3,2	611,9
Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Голтикс, 1 л/га	Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Карибу, 30 г/га	Бетанал Эксперт ОФ, 1,25 л/га + Голтикс, 1,25 л/га	3,8	748,0
Бетанал Эксперт ОФ, 0,8 л/га + Голтикс, 1 л/га + Пирамин Турбо, 0,8 л/га	Бетанал Эксперт ОФ, 0,8 л/га + Голтикс, 0,8 л/га + Пирамин Турбо, 0,8 л/га	Бетанал Эксперт ОФ, 0,8 л/га + Голтикс, 0,8 л/га + Пирамин Турбо, 0,8 л/га	1,5	299,2
Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Голтикс, 1 л/га	Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Фронтьер, 0,4 л/га + Лонтрел 300, 0,3 л/га + Карибу, 30 г/га	Бетанал Эксперт ОФ, 1 л/га + Фронтьер, 0,4 л/га + Карибу, 30 г/га	2,8	604,2

В условиях повышенной температуры воздуха и дефицита атмосферных осадков весной наблюдался растянутый период появления всходов сорняков. Их численность в посевах озимой пшеницы перед внесением гербицида Алистер колебалась в пределах 231–253 шт/м² (табл. 28). При этом в сорном ценозе практически отсутствовали злаковые растения, за исключением немногочисленных побегов пырея ползучего. Теплая и влажная погода во второй половине мая стимулировала прорастание значительного количества семян сорняков и падалицы проса посевного после проведения химической прополки. Учет засоренности посевов озимой пшеницы показал, что в контроле, где гербициды не вносили, численность сорняков составила 439 шт/м². Наибольший удельный вес в сорном ценозе по численности имела падалица проса посевного, количество которого составило 119 шт/м², т. е. 27,1 % общей засоренности.

Таблица 28. Влияние гербицида Алистер, МД на численность в посевах сорняков, падалицы проса посевного и урожайность зерна озимой пшеницы

Вариант	Всего сорняков		В т. ч. просо посевное		Урожайность, ц/га
	шт/м ²	%	шт/м ²	%	
Контроль	439	100	119	27	18,0
Алистер, МД, 0,7 л/га	122	28	106	87	26,3

Применение гербицида Алистер (0,7 л/га) уменьшило общую численность сорняков до 122 шт/м², т. е. на 72,2 %, сорный ценоз в этом случае был представлен в основном просом посевным (87 %). Урожайность зерна при этом не превысила 26,3 ц/га. Полученные результаты дают основание считать, что упрощение обработки почвы после уборки проса посевного не компенсировалось в сложившихся условиях применением на посевах озимой пшеницы высокоэффективного гербицида Алистер, он не решил проблему падалицы проса.

По мнению специалистов, для снижения численности падалицы рапса и проса в посевах последующих культур и уменьшения ее вредоносности необходим комплекс специальных мероприятий. Прежде всего, следует добиться значительного сокращения потерь при уборке за счет оптимизации способов и сроков ее проведения, тщательной регулировки комбайнов, их герметизации и оснащения приспособлением, предназначенным для уборки мелкосемянных культур. Решению этой проблемы способствует также проведение десикации посевов рапса, которая ускоряет равномерность созревания, подсушивает растения, обеспечивает лучший обмолот и снижает потери маслосемян. Несомненный интерес в этом отношении представляет также использование перед уборкой препаратов на основе смол (Нью Филм-17 и его аналоги), что значительно снижает растрескиваемость стручков рапса при уборке. Обязательным агроприемом в севооборотах, где возделываются рапс и просо, должно стать послеуборочное лушение стерни, провоцирующее прорастание находящихся в почве семян этих культур, всходы которых будут уничтожены последующей вспашкой. Существенно усилить эффективность мер по уничтожению падалицы рапса и проса в посевах последующих культур можно за счет полупаровой обработки почвы. Ее следует проводить хотя бы в одном поле севооборота и, прежде всего, перед посевом культур, которые характеризуются наименьшей конкурентоспособностью по отношению к сорнякам, а также в том случае, если возделываются культуры, на посевах которых применяются гербициды, не обеспечивающие высокого эффекта в уничтожении падалицы рапса и проса. Для снижения вредо-

ности падалицы при поздней уборке ярового рапса и проса следует избегать возделывания после них озимых зерновых культур и выращивать в летне-осенний период пожнивные культуры или проводить полупар с последующим возделыванием весной яровых. Важнейшее значение имеет также правильный подбор гербицидов, обеспечивающих эффективное подавление падалицы рапса в посевах всех культур севооборота, с учетом складывающихся в период их вегетации погодных условий и фазы развития засорителя.

3. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНЫ

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, применяемые в Беларуси, требуют из-за высокой потенциальной засоренности почвы обязательного применения гербицидов. Использование на протяжении более 50 лет гербицидов на основе хлорфеноксипроизводных (2,4-Д, 2М-4Х и т. д.) способствовало появлению у многих видов сорняков резистентности к этим препаратам, что существенно снижает эффективность химической прополки посевов. Несомненный интерес для решения этой проблемы представляет использование для уничтожения сорняков гербицидов на основе сульфонилмочевины. Эти соединения относятся к препаратам четвертого поколения и интенсивно используются во многих странах мира с конца 80-х гг. прошлого столетия. Достаточно широко они применяются и в Беларуси. Так, если в 2002 г. сульфонилмочевинные гербициды использовались в республике на площади 0,76 млн. гектаров, то в 2012 г. объем их применения составил 2,31 млн. гектаров.

Производные сульфонилмочевины имеют ряд положительных свойств. Нормы внесения сульфонилмочевин значительно ниже, чем традиционных гербицидов. Нередко подавление сорняков обеспечивается при норме внесения сульфонилмочевин 10–100 г/га, что в 10–100 раз меньше нормы традиционных гербицидов. Это имеет значение в решении проблемы снижения пестицидной нагрузки на окружающую среду. Кроме того, гербициды с низкой нормой внесения обеспечивают значительное сокращение расходов на производство, транспортировку и хранение пестицидов.

Широкий спектр действия гербицидов на основе сульфонилмочевины обуславливает более высокую биологическую эффективность и,

как правило, прибавку урожайности сельскохозяйственных культур по сравнению с традиционными гербицидами.

Позитивным моментом в использовании сульфонилмочевинных гербицидов является не только избирательность и большая продолжительность действия, но и широкий временной диапазон применения их на культурах. Например, Гранстар можно вносить с фазы 2–3 листьев зерновых культур до фазы флагового листа, а Титус на картофеле – при высоте растений 5–25 см. Это существенно расширяет возможности регулирования численности сорных растений в посевах.

Эффективность гербицидов на основе сульфонилмочевины в меньшей степени, чем других препаратов, зависит от погодных условий. Производные сульфонилмочевины активно работают при температуре воздуха +5 °С и выше, в то время как для других гербицидов требуется температура воздуха +12–15 °С. Если для препаратов группы 2,4-Д и 2М-4Х необходимо 4 ч для проникновения в сорные растения, то для сульфонилмочевинных гербицидов – 2 ч, что делает их менее зависимыми от выпадения осадков после внесения.

Производные сульфонилмочевины малоопасны для человека, животных, полезных насекомых и медоносных пчел. Эти препараты практически не мигрируют по профилю почвы и, соответственно, не загрязняют грунтовые воды.

Препараты данной группы успешно действуют на многие виды сорных растений и позволяют значительно увеличивать урожайность сельскохозяйственных культур.

Так, например, в опытах УО БГСХА сульфонилмочевинные гербициды позволили увеличить урожайность кукурузы в среднем за два года исследований на 38,9–64,2 ц/га (табл. 29).

Таблица 29. Влияние гербицидов на основе сульфонилмочевины на урожайность зерна кукурузы (средние данные за 2013–2014 гг.)

Гербицид на предшественнике	Урожайность	
	ц/га	%
Контроль (без гербицидов)	26,0	100
Титус, с.т.с., 50 г/га + Трэнд 90, 200 мл/га	64,9	150
Санкор, ВДГ, 0,3 кг/га	89,7	245
Майстер Пауэр, МД 1,5 л/га	90,2	247

В настоящее время в мире зарегистрировано более 30 действующих веществ производных сульфонилмочевины. Недостатком этой группы препаратов является то, что отдельные из них (хлорсульфурон,

метсульфурамметил и др.) обладают высокой персистентностью в почве и при определенных условиях могут оказывать негативное последствие на чувствительные сельскохозяйственные культуры, к которым относятся свекла, люпин, горох, рапс, гречиха, подсолнечник. В Беларуси персистентные сульфонилмочевинные гербициды на основе хлорсульфура и метсульфурамметила применялись в 2012 г. на площади 0,31 млн. гектаров (табл. 30).

Таблица 30. Объемы применения гербицидов на основе сульфонилмочевины в Беларуси, тыс. га

Применено	Годы		
	2008	2010	2012
Производные сульфонилмочевины, всего	2148,9	2140,1	2312,5
В т. ч. наиболее персистентные	245,9	256,3	312,2
Производные имидазолинона, всего	7,8	6,5	6,7

Исследованиями установлено, что отрицательное последствие персистентных гербицидов на чувствительные культуры севооборота наблюдается не только при нарушении технологии их применения, т. е. превышение нормы расхода препаратов, неравномерное распределение по площади, большие перекрытия при работе опрыскивателя, но и при использовании этих препаратов без учета особенностей почвы и погодных условий. Например, применение их с максимальной нормой расхода на почве с низким содержанием гумуса при экстремальных погодных условиях, т. е. засуха, низкая температура воздуха, которые снижают интенсивность микробиологических процессов в почве и замедляют деградацию гербицидов, повышает вероятность проявления последствие. Вероятность этого неблагоприятного явления существенно увеличивается на почвах, произвесткованных в год применения сульфонилмочевинных гербицидов.

Различают скрытое и явное проявление находящихся в почве остаточных количеств сульфонилмочевинных гербицидов на культурные растения. В первом случае заметных визуальных изменений во внешних параметрах у чувствительных растений не наблюдается, а отмечается лишь некоторое утончение стебля, уменьшение листовых пластинок и генеративных завязей. В то же время этот тип угнетения вызывает особую озабоченность, так как, не проявляясь визуально, он приводит к снижению урожая некоторых культур на 15–25 %. Уловить скрытые изменения в развитии посевов удастся только путем сравне-

ния с растениями, выращенными на незагрязненной остатками гербицидов почве. Явное проявление последствия производных сульфонилмочевины на чувствительных растениях выражается в пожелтении листьев, их деформации, искривлении стебля, отставании в росте и развитии, снижении густоты посевов, высоты растений и размеров генеративных органов. Недобор урожая в этом случае может составлять от 32–56 до 72–94 %, а в отдельных случаях наблюдается полная гибель культурных растений.

О существенной зависимости характера последствия персистентных гербицидов на чувствительные культуры севооборота от погодных условий в год их применения свидетельствуют результаты исследований РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», проведенных в центральной части республики с персистентным гербицидом Ларен (метсульфуронметил) (табл. 31). При его применении на посевах ячменя в засушливых условиях при гидротермическом коэффициенте (ГТК) за период вегетации, составляющем 1,04, отмечалось снижение урожайности последующего ярового рапса на 28 %. При использовании этого препарата в условиях нормального увлажнения (ГТК 1,68) отрицательного последствия его на эту культуру не наблюдалось, а имела место тенденция к увеличению урожайности маслосемян в результате снижения засоренности посевов рапса.

Таблица 31. Влияние последствия гербицидов на урожайность маслосемян ярового рапса

Гербицид на предшественнике	2008 г.*		2009 г.**	
	ц/га	%	ц/га	%
Диален супер, 0,6 л/га	18,0	100	17,5	100
Ларен, 0,01 кг/га	13,0	72	18,1	103

Примечание. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май – август составил в год внесения гербицида: *1,04; **1,68 при норме 1,54.

В исследованиях РУП «Институт защиты растений» (табл. 32) применение на посевах ячменя в условиях избыточного увлажнения (ГТК 2,30) персистентного гербицида Ленок (хлорсульфурон) в норме 6 г/га оказало положительное последствие на урожайность последующего картофеля, увеличив ее на 21 %. При внесении этого гербицида в нормах 10 и 20 г/га его последствие было отрицательным и урожайность клубней снизилась на 14 и 53 % соответственно. В другом опыте гербицид Глин (хлорсульфурон), примененный на посевах ози-

мой пшеницы в нормах 10 и 20 г/га, при недостаточном увлажнении вегетационного периода (ГТК 1,16) уменьшил урожайность корнеплодов последующей сахарной свеклы на 13 и 38 %.

Таблица 32. Влияние последствия гербицидов на основе хлорсульфурона на урожайность картофеля и сахарной свеклы

Гербицид на предшественнике	Урожайность	
	ц/га	%
Картофель		
Контроль	213	100
Ленок, 6 г/га	257	121
Ленок, 10 г/га	183	86
Ленок, 20 г/га	100	47
Сахарная свекла		
Контроль	396	100
Глин, 10 г/га	344	87
Глин, 20 г/га	244	62

Примечание. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май – август составил в год внесения гербицида на предшественнике сахарной свеклы 1,16, а на предшественнике картофеля – 2,30 при норме 1,54.

Анализ погодных условий (рис. 1) свидетельствует о том, что за последний 21 год в центральной части Беларуси засушливые вегетационные периоды с ГТК на уровне 1,0 и ниже, когда имело место значительное последствие производных сульфонилмочевины, отмечались четырежды. Вегетационные периоды с ГТК на уровне 1,2–1,3, когда отрицательное последствие было менее существенным, в этом регионе отмечались дважды. Следовательно, недостаточное увлажнение в период вегетации растений, обуславливающее отрицательное последствие персистентных гербицидов на основе сульфонилмочевины, отмечается в центральной части Беларуси с вероятностью 29 %, т. е. 6 лет из 21 года.

Применение персистентных гербицидов на основе сульфонилмочевины не только может оказывать отрицательное последствие на чувствительные культуры севооборота, но и в определенной степени осложняет подсев многолетних трав на тех полях, где на зерновых использовали эти препараты. Исследованиями установлено, что в условиях Беларуси нельзя подсевать многолетние бобовые травы под озимые зерновые культуры на тех полях, где осенью при проведении химической прополки применяли Гусар. Если на озимых весной используется Секатор, Линтур, Ларен, то подсевать клевер до и после весен-

него применения этих препаратов запрещено, в то время как внесение Диалена Супер на озимых в норме 0,6–0,7 л/га до или сразу после посева до всходов клевера допускается.

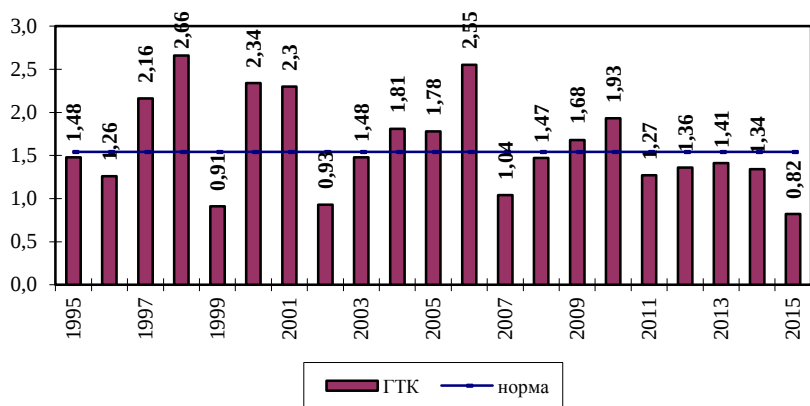


Рис. 1. Величина гидротермического коэффициента за 1995–2014 гг. (метеостанция Борисов), май – август

Из вышеизложенного следует, что при использовании гербицидов на основе сульфонилмочевины необходимо предусмотреть ряд мероприятий, исключающих их отрицательное последствие на последующие культуры севооборота. По мнению специалистов, персистентные сульфонилмочевинные гербициды на основе хлорсульфурина целесообразно применять лишь один раз за ротацию севооборота. Кроме того, при использовании наиболее персистентных гербицидов на основе сульфонилмочевины обязательным условием должен стать контроль кислотности почвы. Эти гербициды не следует применять на свежееизвесткованных почвах.

Для того чтобы уменьшить вероятность последствия сульфонилмочевинных гербицидов, их следует применять на озимых зерновых не весной, а осенью. Поскольку риск отрицательного последствия гербицидов возрастает с увеличением норм расхода действующего вещества на 1 га, то при проведении химической прополки в благоприятных условиях по влажности и температуре при доминировании чувствительных видов сорняков и при оптимальной фазе их развития следует использовать минимальные или средние нормы расхода препаратов.

Максимальные нормы расхода рекомендуются лишь при крайней необходимости, т. е. при сильной засоренности, наличии среднечувствительных или переросших сорняков и т. д.

Большое значение для снижения вероятности отрицательного последствия производных сульфонилмочевины имеет чередование использования в севообороте относительно стойких гербицидов и препаратов с коротким периодом полного распада. Целесообразно применять хлорсульфурон, метсульфурон-метил или триасульфурон совместно с другими гербицидами типа 2,4-Д, дикамба или 2М-4Х. Такие смеси проявляют выраженный синергистический эффект, поэтому сохраняют высокую гербицидную активность и увеличивают спектр уничтожения различных видов сорняков. Исходные нормы каждого компонента в смеси в этом случае можно уменьшить в 2–3 раза, что практически полностью устраняет вероятность отрицательного последствия. При этом возрастает возможность снижения риска возникновения резистентных сорных растений из-за различных механизмов воздействия на один и тот же сорняк.

Существенно уменьшает отрицательное последствие гербицидов вспашка плугом с предплужником. Несомненный интерес в этом отношении представляет полупаровая обработка (табл. 33), проведение которой способствует улучшению аэрации почвы и повышает интенсивность протекающих в ней микробиологических процессов. Исследования, проведенные в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», показали, что недобор урожайности зерна люпина узколистного от последствия персистентного гербицида Ларен под влиянием полупара уменьшился с 14 до 1 %. В то же время у рапса ярового, который является более чувствительным к последствию сульфонилмочевинных гербицидов, недобор урожайности маслосемян под влиянием этого фактора снизился с 28 до 22 %. Возделывание после уборки яровой пшеницы, на которой применяли Ларен, пожнивного райграса однолетнего на сидерат позволило полностью устранить негативное последствие этого гербицида на люпин узколистный и уменьшить в 1,6 раза его негативное последствие на яровой рапс.

В том случае, когда необходимо через год после применения персистентных гербицидов высевать хозяйственно ценную, но чувствительную к их остаткам в почве культуру, можно использовать различного рода детоксиканты. В частности, для этих целей в России был разработан такой агроприем, как применение нафтаlevого ангидрида

(1,8-НА) при протравливании семян кукурузы или сахарной свеклы с целью устранения отрицательного последствие остатков хлорсульфурона в почве. Этот прием обеспечил полное восстановление урожайности кукурузы на фоне 52%-ного фитотоксического гербицидного последствие остатков хлорсульфурона в почве. В настоящее время в России уже разработаны комплексные протравители семян кукурузы, сахарной свеклы, рапса и сои, в состав которых кроме фунгицидов и инсектицидов входит нафталевый ангидрид, обладающий детоксикантным эффектом против персистентных гербицидов.

Таблица 33. Влияние последствие гербицидов на урожайность маслосемян яровой рапса и люпина узколистного

Гербицид на предшественнике	Яровой рапс		Люпин узколистный	
	ц/га	%	ц/га	%
Вспашка (B₂₀)				
Диален Супер, 0,6 л/га	18,0	10	29,3	100
Ларен, 0,01 кг/га	13,0	72	25,2	86
Полупаровая обработка (D₁₀B₂₀K₁₀K₁₀)				
Диален Супер, 0,6 л/га	19,0	106	31,1	106
Ларен, 0,01 кг/га	14,1	78	28,9	99
Райграс однолетний на сидерат + вспашка (B₂₀)				
Диален Супер, 0,6 л/га	19,0	106	31,4	107
Ларен, 0,01 кг/га	14,7	82	29,8	102

Примечание. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май – август составил в год внесения гербицида на предшественнике яровой рапса и люпина узколистного 1,04 при норме 1,54.

Исследованиями РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» установлено, что уменьшить отрицательное последствие персистентного сульфонилмочевинного гербицида Ларен на озимый, яровой рапс и люпин узколистный можно за счет добавления в инкрустационную смесь к протравителю семян отечественного регулятора роста Фитовитал (1,2 л/т), содержащего комплекс микроэлементов и янтарную кислоту. Установлено, что в этом случае отрицательное последствие на озимый рапс гербицида Ларен, применяемого на предшествующем ячмене в условиях недостаточного увлажнения (ГТК 1,27) и уменьшившего урожайность маслосемян на 12 %, было полностью устранено (табл. 34).

**Таблица 34. Влияние последействия гербицидов на урожайность
маслосемян озимого рапса**

Гербицид на предшественнике	2010 г.*		2012 г.**	
	ц/га	%	ц/га	%
Протравливание семян (фон)				
Диален Супер, 0,6 л/га	25,3	100	27,6	100
Ларен, 0,01 кг/га	24,4	96	24,4	88
Фон + Фитовитал, 1,2 л/т				
Диален Супер, 0,6 л/га	26,4	104	30,2	109
Ларен, 0,01 кг/га	27,5	108	29,8	108

Примечание. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май – август составил в годы внесения гербицида: *1,68, **1,27 при норме 1,54.

При использовании указанного выше персистентного гербицида Ларен в засушливых условиях (ГТК 1,04) (табл. 35), использование при инкрустации семян Фитовитала позволило полностью устранить его негативное последействие на люпин узколистный, которое вызвало снижение урожайности зерна на 14 %, а также дало возможность снизить недобор урожайности ярового рапса от последействия с 29 до 10 %, т. е. в 2,9 раза.

**Таблица 35. Влияние последействия гербицидов на урожайность
маслосемян ярового рапса и люпина узколистного**

Гербицид на предшественнике	Яровой рапс		Люпин узколистный	
	ц/га	%	ц/га	%
Протравливание семян (фон)				
Диален Супер, 0,6 л/га	15,3	100	27,8	100
Ларен, 0,01 кг/га	10,9	71	23,9	86
Фон + Фитовитал, 1,2 л/т				
Диален Супер, 0,6 л/га	17,0	111	29,9	108
Ларен, 0,01 кг/га	13,8	90	28,7	103

Примечание. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май – август составил в год внесения гербицида на предшественнике ярового рапса и люпина узколистного 1,04 при норме 1,54.

Для устранения отрицательного последействия персистентных гербицидов несомненный интерес представляет не только предпосевная обработка семян регулятором роста Фитовитал, но и применение этого препарата в период вегетации растений. Исследования, проведенные

в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», показали (табл. 36), что при возделывании гречихи после применения на предшествующем ячмене персистентного сульфонилмочевинного гербицида Фенизан при ГТК 1,41 недобор урожайности зерна гречихи составил 13,9 %, а при ГТК 1,34 – 20,2 %.

Таблица 36. Влияние последствий гербицидов и применения регулятора роста Фитовитал на урожайность зерна гречихи, ц/га

Гербицид на предшественнике	Обработка семян	Обработка посевов	Урожайность, ц/га			Прибавка, %	
			2014 г.	2015 г.	среднее	от обработки семян	от обработки посевов
Прима (0,6 л/га)	Без обработки	1. Без обработки	19,4	9,4	14,4	—	—
		2. Фитовитал (0,6 л/га), 1–2 настоящих листа	21,2	10,4	15,8	—	9,7
		3. Фитовитал (0,6 л/га), бутонизация	22,2	10,8	16,5	—	14,6
		4. Фитовитал (0,6 л/га), 1–2 настоящих листа + бутонизация	22,3	10,9	16,6	—	15,3
	Фитовитал (1,2 л/т)	1. Без обработки	20,6	10,1	15,4	7,0	—
		2. Фитовитал (0,6 л/га), 1–2 настоящих листа	22,1	11,1	16,6	5,1	7,8
		3. Фитовитал (0,6 л/га), бутонизация	23,4	11,4	17,4	5,5	13,0
		4. Фитовитал (0,6 л/га), 1–2 настоящих листа + бутонизация	23,5	11,5	17,5	5,4	13,6
Фенизан (0,2 л/га)	Без обработки	1. Без обработки	16,7	7,5	12,1	—	—
		2. Фитовитал (0,6 л/га), 1–2 настоящих листа	18,5	8,4	13,5	—	11,6
		3. Фитовитал (0,6 л/га), бутонизация	19,8	8,9	14,4	—	19,0
		4. Фитовитал (0,6 л/га), 1–2 настоящих листа + бутонизация	19,5	9,0	14,3	—	18,2
	Фитовитал (1,2 л/т)	1. Без обработки	19,1	8,6	13,9	14,9	—
		2. Фитовитал (0,6 л/га), 1–2 настоящих листа	20,5	9,2	14,9	10,4	7,2
		3. Фитовитал (0,6 л/га), бутонизация	22,2	9,4	15,8	9,7	13,7
		4. Фитовитал (0,6 л/га), 1–2 настоящих листа + бутонизация	22,1	9,8	16,0	11,9	15,1
HCP ₀₅ , последствие гербицидов			0,33	0,30			
HCP ₀₅ , обработка семян			0,33	0,30	—	—	—
HCP ₀₅ , обработка посевов			0,46	0,41			

Для устранения этого негативного явления в первом случае было достаточно предпосевной обработки семян Фитовиталом (1,2 л/т), а во втором случае, наряду с обработкой семян, потребовалось дополнительное применение этого препарата (0,6 л/га) в фазе бутонизации гречихи. В сложившихся условиях для формирования максимальной урожайности гречихи было необходимо отказаться от применения на ее предшественниках персистентного гербицида и использовать регулятор роста Фитовитал для инкрустации семян гречихи (1,2 л/т) и обработки посевов в фазе бутонизации (0,6 л/га).

На почвах, загрязненных остатками фитотоксинов, в том числе сульфонилмочевинных гербицидов, где планируется выращивание овощных культур, которые, как правило, особенно чувствительны к остаточным количествам хлорсульфурина, метсульфурон-метила и триасульфурона, весьма эффективна защита сельскохозяйственных посевов с помощью препаратов на основе активированного угля. В настоящее время в России разработаны два препарата на основе активированного угля: «Агросорб» и «Жизнедар». В случаях, когда почвы загрязнены как персистентными гербицидами, так и тяжелыми металлами, рекомендуется применение угольно-цеолитного сорбента УМД-2 в дозе 200 кг/га. Исследованиями установлено, что при его использовании сохраненный урожай по отношению к контролю, загрязненному остатками хлорсульфурина и метсульфурон-метила, составил у сахарной свеклы 58–98 %.

Степень проявления отрицательного последствия гербицидов на основе сульфонилмочевины на чувствительные культуры снижается в случае использования при их возделывании оптимальных доз органических и минеральных удобрений, которые существенно улучшают рост и развитие культурных растений. Важное значение в этом отношении имеют также количество и сроки выпадения атмосферных осадков. Считается, что дождевание в засушливые годы может уменьшить негативное последствие производных сульфонилмочевины.

Проведение комплекса указанных выше мероприятий позволит существенно уменьшить, а во многих случаях даже исключить отрицательное последствие на чувствительные культуры севооборота наиболее персистентных производных сульфонилмочевины, применение которых на современном этапе имеет очень важное значение для повышения эффективности уничтожения сорняков.

4. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОПОЛКИ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

В Беларуси, как отмечалось выше, гербициды составляют 66 % всего объема применяемых пестицидов. Поэтому рациональное использование гербицидов имеет важное значение с точки зрения ресурсосбережения и экологизации защиты растений.

Известно, что эффективность применения гербицидов при возделывании яровых зерновых культур зависит не только от степени засоренности посевов, но и от влагообеспеченности растений в июне, т. е. во время применения гербицидов и в течение некоторого времени после их внесения. Обобщение результатов многочисленных исследований и их анализ, проведенный профессором Г. И. Баздыревым в ТСХА, показал, что наибольшую прибавку урожайности яровых зерновых гербициды обеспечивают при высокой влагообеспеченности посевов в июне. В таких условиях прибавка достигала 5–8 ц/га (табл. 37). При средней влагообеспеченности она снижалась до 3–4 ц/га, т. е. в 1,7–2 раза. В условиях дефицита влаги в этот период прибавка урожайности зерна от применения гербицидов была незначительной, а в некоторых случаях отмечалось даже снижение урожайности зерна, несмотря на высокую гибель сорняков, что связано с фитотоксическим действием гербицидов на культурные растения в условиях недостаточного увлажнения. По расчетам Г. И. Баздырева, на каждый миллиметр осадков, выпавших в июне, можно ожидать благодаря применению гербицидов до 7 кг прибавки урожайности зерна.

Таблица 37. Величина прибавки урожайности зерна ячменя от применения гербицидов в зависимости от влагообеспеченности посевов, ц/га

Влагообеспеченность в июне	Прибавка урожайности
Высокая	5–8
Средняя	3–4
Низкая	0–2

Существенная зависимость эффективности химической прополки посевов яровых зерновых от количества атмосферных осадков и достаточно частые засушливые вегетационные периоды, что отмечается в последнее десятилетие в связи с потеплением климата, убедительно свидетельствуют о высокой значимости агротехнических приемов в повышении урожайности возделываемых культур, так как ориентация только на химический метод защиты посевов от сорняков не всегда обеспечивает желаемый результат.

Важным фактором, определяющим эффективность применения гербицидов, является срок их внесения. Это связано с тем, что культурные растения различаются по реакции на присутствие сорняков в посевах в разные фазы своего развития. В модельных опытах, проведенных в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», в посевах ячменя сорняки удалялись вручную в фазах 2–3-го листа, полного кушения и трубкования (табл. 38). Результаты исследований показали, что при удалении сорняков в фазе 2–3-го листа, прибавка урожайности зерна составила 24,3 %, полного кушения – 12,5 %, а в фазе трубкования – только 0,6 %. Обычно химическая прополка яровых зерновых проводится в фазе кушения, когда эти культуры менее чувствительны к гербицидам из-за образования на листовой поверхности кутикулярного слоя. Однако к фазе кушения сорняки уже успевают причинить значительный вред посевам. Поэтому многие специалисты считают целесообразным применять гербициды не в фазе кушения яровых зерновых, а в фазе 2–3 листьев, используя для этого пониженные нормы расхода препаратов, чтобы избежать угнетающего их действия на культуру. Такой подход оправдан и по той причине, что сорняки в ранние фазы своего развития характеризуются повышенной чувствительностью к гербицидам и для уничтожения сорных растений вполне достаточно пониженных норм расхода гербицидов.

Таблица 38. Урожайность зерна ячменя в зависимости от срока удаления сорняков в посевах

Вариант	Урожайность	
	ц/га	%
Контроль без прополки	32,0	100
Прополка в фазе 2–3-го листа	39,8	124,3
Прополка в фазе полного кушения	36,0	112,5
Прополка в фазе трубкования	32,2	100,6

В условиях Беларуси обычно к фазе 3 листьев яровых зерновых на поверхности почвы появляется 75–95 % всходов сорняков. Применение в эту фазу уменьшенных на 33–50 % норм расхода гербицидов Диален, Базагран, Агритокс (табл. 39) обеспечило примерно такой же эффект, как и рекомендованные нормы этих препаратов. Различия по снижению сырой массы сорняков в сравниваемых вариантах составляли только 0,3–6,8 %, а по урожайности – 0,1–0,7 ц/га и были незначительными. В отдельные годы с дефицитом осадков пониженные нормы гербицидов, применяемые в ранние сроки, обеспечили более высокую прибавку урожайности, чем рекомендованные, из-за менее жесткого действия препарата на культурные растения.

Таблица 39. Эффективность ранних сроков проведения химической прополки яровых зерновых культур

Культура	Наименование гербицида	Рекомендованная норма в фазе кушения, кг/га д.в.	Пониженная норма в фазе 3 листьев, кг/га д.в.	Уровень снижения гербицидной нагрузки, %	Отклонение от рекомендованной нормы гербицида	
					по урожайности, ± ц/га	по снижению сырой массы сорняков, ± %
Ячмень	Диален	0,72	0,36	50	+0,8	-0,7
Ячмень + клевер	Базагран	1,2	0,72	40	-0,1	-0,3
Яровая пшеница	Агритокс	0,6	0,4	33	-0,7	-3,9

В годы с очень холодными веснами или со значительным дефицитом атмосферных осадков весной наблюдается растянутый период появления всходов сорняков. В таких условиях к фазе 3 листьев яровых зерновых на поверхности почвы появляется менее 50 % численности сорных растений. В этом случае ранние сроки проведения химической прополки посевов уступают по эффективности традиционным срокам в фазе кушения (табл. 40). Это связано с тем, что при внесении гербицидов в фазе 3-го листа яровых зерновых от их воздействия уходит, так называемая, «вторая волна» сорняков, которая появляется в фазе кушения зерновых. Поэтому при растянутой динамике появления всходов сорных растений от ранних сроков химической прополки яровых зерновых следует отказаться и проводить ее в фазе кушения. Избежать ошибки в определении оптимального срока внесения гербицидов на посевах яровых зерновых культур можно лишь в том случае, если специалист владеет информацией о степени естественной засоренности посевов, т. е. о том, какое количество сорняков в посевах яровых зерновых обычно наблюдается в фазе их кушения в этом хозяйстве.

Таблица 40. Влияние сроков применения и норм расхода гербицида Агритокс на урожайность зерна ярового ячменя с подсевом клевера, ц/га

Вариант	Недостаточное увлажнение		Нормальное увлажнение	
	ц/га	%	ц/га	%
Контроль (без гербицидов)	29,0	100	23,0	100
Агритокс, 0,8 л/га (в фазе 3-го листа)	30,7	105,9	27,6	120,0
Агритокс, 1,2 л/га (в фазе кушения)	38,0	131,0	28,5	123,9
НСР ₀₅	3,2	—	4,0	—

Сроки применения гербицидов имеют значение не только при возделывании яровых зерновых, но и озимых зерновых культур. В условиях производства зачастую этому не придают значения и переносят химическую прополку озимых зерновых с осени на весну. В то же время, по данным РУП «Институт защиты растений», в условиях Беларуси в посевах озимых зерновых культур 90–95 % сорняков всходят осенью и только 5–10 % от общего их количества всходят весной. При этом необходимо отметить, что озимые зерновые более чувствительны к сорнякам на первых этапах своего роста и развития, т. е. осенью. Вредоносность же сорняков, появившихся в посевах весной, снижется в 2–4 раза, хотя и вызывает уменьшение урожайности. Поэтому более раннее освобождение посевов озимых зерновых культур от сорняков за счет осеннего применения гербицидов обеспечивает более высокую прибавку урожайности зерна по сравнению с весенним их использованием.

В исследованиях с озимой тритикале, проведенных в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (табл. 41), химическая прополка посевов осенью обеспечила прибавку урожайности зерна в среднем 8,2, а весной – 5,4 ц/га, т. е. в 1,5 раза меньше. При этом различия по сырой массе сорняков в указанных выше вариантах были незначительными, что подтверждает значимость осеннего применения гербицидов в формировании высокой урожайности зерна озимой тритикале.

Таблица 41. Влияние гербицидов на засоренность посевов и урожайность озимых зерновых культур

Вариант	Норма расхода, л/га	Сырая масса сорняков, г/м ²	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка	
				ц/га	%
Озимая тритикале					
Контроль	–	643	39,9	–	–
Рейсер (осень)	1,5	34	48,1	8,2	20,6
Диален (весна)	2,0	99	45,3	5,4	13,5
Озимая пшеница					
Контроль	–	335	47	–	–
Алистер (осень)	0,7	24	51,5	4,5	9,6
Алистер (весна)	0,7	30	48,6	1,6	3,4

Аналогичные результаты были получены и в исследованиях с озимой пшеницей. При обработке ее посевов гербицидом осенью сырая масса сорняков составила в среднем 24 г/м², прибавка урожайности – 4,5 ц/га, т. е. 9,6 %. При весеннем внесении гербицида сырая масса

сорняков находилась практически на таком же уровне (30 г/м²), однако прибавка урожайности была равна 1,6 ц/га (3,4 %), что в 2,8 раза ниже по сравнению с проведением химической прополки осенью (табл. 41). Более существенная значимость осеннего применения гербицидов для озимой пшеницы по сравнению с тритикале связана с тем, что пшеница характеризуется наименьшей конкурентоспособностью по отношению к сорнякам из всех озимых зерновых. Так, экономический порог вредоносности малолетних сорняков для ржи составляет 56 шт/м², тритикале – 40, пшеницы – 20 шт/м². Фактическая засоренность посевов этих культур в республике, как правило, значительно выше. Поэтому для формирования максимальной урожайности зерна все посевы озимых зерновых культур необходимо обрабатывать гербицидами осенью. Исключением являются лишь те поля, где по организационно-хозяйственным причинам посев был проведен со значительным нарушением оптимальных сроков сева. В этом случае фаза 2–3-го листа – кушение озимых зерновых наступает поздно осенью, когда имеют место ночные заморозки, которые повышают чувствительность культурных растений к гербицидам. На таких полях химическую прополку озимых зерновых следует проводить весной.

5. СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ГЕРБИЦИДОВ

Одним из возможных направлений более рационального и экологически обоснованного использования пестицидов является добавление к ним синергистов, т. е. поверхностно-активных веществ (ПАВ), усиливающих токсическое действие препаратов. Поиск и применение пестицидных смесей, обладающих более высокой активностью по сравнению с компонентами, которые их составляют, дает возможность снизить расход препаратов на единицу площади без уменьшения общего хозяйственного эффекта от использования пестицидов.

При составлении гербицидных смесей, используемых для защиты посевов от сорняков, явление синергизма наблюдается в случае совместного применения ряда гербицидов с азотными удобрениями. В качестве синергистов используют растительные и технические масла, глицерин, а также такие поверхностно-активные вещества, как Аграл, Этомин, Пульс, Цитовит и др. Пригодны для этой цели также краун-эфир, некоторые кремнийорганические соединения и микроэлементы. При этом следует отметить, что если на первом этапе разработки совместного использования гербицидов и поверхностно-активных веществ (1955–1975 гг.) в качестве последних в большинстве

стран преобладало применение минеральных и растительных веществ, то после 1975 г. – парафиновых масел и других синтетических соединений.

Механизм действия у различных поверхностно-активных веществ неодинаков. Известно, что поглощение растениями гербицидов зависит от толщины слоя последних на листовой поверхности. Добавление в рабочий раствор некоторых из указанных выше синергистов обеспечивает диспергирование гербицида до частиц, по размерам равных молекуле или иону. Это способствует существенному увеличению проникновения препаратов в растения, а также уменьшает потери их от стекания с листовой поверхности. Многие поверхностно-активные вещества при смешивании с гербицидами образуют комплексные соединения, которые легко преодолевают кутикулу у сорняков и характеризуются повышенной интенсивностью перемещения в растениях. При смешивании гербицидов и некоторых синергистов на поверхности растений образуется пленка, препятствующая испарению рабочего раствора и увеличивающая время контакта с сорняками. Ряд поверхностно-активных веществ не повышает токсичности гербицидов по отношению к сорнякам, но изменяет свойства воды, в которой эти препараты растворяются перед внесением. Применение таких ПАВ уменьшает жесткость воды, делая ее более мягкой, что существенно ускоряет проникновение гербицидов в сорные растения.

Необходимо отметить, что компоненты баковых смесей гербицидов с ПАВ должны быть совместимы. Это легко устанавливается путем приготовления пробных рабочих растворов. О несовместимости компонентов свидетельствует протекание при их смешивании химической реакции с газовыделением, образованием осадка, расслоением в рабочем растворе.

По мнению специалистов, пониженные нормы гербицидов совместно с ПАВ лучше применять, когда сорняки находятся в фазе семядолей – до 2 листьев. Если у сорняков больше 4 листьев, то необходимо использовать полную норму расхода гербицидов. Пониженные нормы гербицидов с ПАВ не следует применять на плохо развитых и разреженных посевах зерновых.

Современные интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают существенное увеличение уровня применения макро- и микроудобрений, а также пестицидов. Это требует проведения в течение вегетационного периода до 5–8 обработок посевов. Количество этих технологических операций можно уменьшить, применяя баковые смеси удобрений и пестицидов, если сроки внесения совпадают. В условиях производства наиболее широко

кое распространение на посевах зерновых культур получило совместное применение жидкого азотного удобрения КАС и гербицидов. В этом случае имеет место не только экономия материально-технических ресурсов за счет сокращения количества проходов агрегатов по полю, но и возникает возможность уменьшить нормы расхода и затраты на применение гербицидов.

Результаты исследований, проведенных в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (табл. 42), показали, что совместное применение с КАС (N_{20-30}) уменьшенной на 30 % нормы расхода гербицида Диален обеспечило примерно такое же влияние на засоренность посевов и урожайность зерна ячменя, как и полная рекомендованная норма этого гербицида, применяемая в чистом виде. Подобная закономерность отмечалась и при таком подходе к применению ряда гербицидов на основе феноксикислот.

Использовать совместно с КАС можно также гербициды на основе сульфонилмочевины, о чем свидетельствуют результаты исследований, проведенных в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (табл. 42). При внесении совместно с КАС (N_{15}) гербицида Церто Плюс с уменьшенной на 33 % нормой расхода, засоренность посевов и урожайность зерна яровой пшеницы находились примерно на таком же уровне, как и при внесении рекомендованной нормы расхода этого гербицида. Аналогичные результаты были получены и при использовании совместно с КАС других гербицидов на основе сульфонилмочевины. Это имеет значение не только для уменьшения производственных затрат на проведение химической прополки посевов, но и для снижения вероятности отрицательного последствия производных сульфонилмочевины на последующие культуры севооборота.

Таблица 42. Влияние гербицидов и их баковых смесей с КАС на засоренность посевов и урожайность яровых зерновых

Вариант	Сырая масса сорняков, г/м ²	Урожайность, ц/га
Ячмень		
Контроль (без гербицидов)	760,3	31,6
Диален, 0,8 кг/га д. в. – эталон	85,6	38,2
Диален, 0,56 кг/га д. в. + N_{20} КАС	84,1	38,6
Диален, 0,56 кг/га д. в. + N_{30} КАС	82,4	38,0
Яровая пшеница		
Контроль (без гербицидов)	293,4	32,5
Церто Плюс, 0,15 кг/га – эталон	60,7	41,3
Церто Плюс, 0,1 кг/га + N_{15} КАС	61,1	42,3

В исследованиях, проведенных в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», в посевах кукурузы отмечается увеличение урожайности культуры и снижение сырой массы сорняков (табл. 43).

Таблица 43. Влияние гербицидов и их баковых смесей с КАС на засоренность посевов и урожайность кукурузы (средние данные за 2013–2014 гг.)

Вариант	Сырая масса сорняков, г/м ²	Урожайность, ц/га
Кукуруза		
Контроль (без гербицидов)	817,8	32,8
FRNH 0031, КС, 2,5 л/га	58	127,7
FRNH 0031, КС, 2,5 л/га + N ₂₀ КАС	66,1	130,3
Майстер Пауэр, МД, 1,5 л/га	60,1	124,7
Майстер Пауэр, МД, 1,5 л/га + N ₂₀ КАС	29,7	135,6

Следует иметь в виду, что избыточное содержание азота в баковых смесях удобрений с гербицидами может оказывать угнетающее действие не только на сорняки, но и на культурные растения. При внесении гербицидов с азотными удобрениями концентрация КАС в рабочем растворе не должна превышать 10–15 %, мочевины – 10 %, аммиачной селитры – 1 %. При приготовлении баковых смесей гербицидов и азотных удобрений в первую очередь готовится водный раствор удобрений, а затем в него добавляется гербицид. При совместном внесении КАС с гербицидами необходимо использовать распылители с размером капель в 2 раза больше, чем при использовании гербицидов в чистом виде, в противном случае усиливается износ аппаратуры.

Применять баковые смеси гербицидов с КАС не рекомендуется сразу после дождя или обильной росы, так как осадки делают структуру верхней пластинки листа культурных растений более проницаемой и более чувствительной к гербициду, поэтому опрыскивание посевов такими баковыми смесями должно проводиться после высыхания листьев растений. Смеси гербицидов с азотными удобрениями нельзя применять до стадии 3 листьев зерновых из-за недостаточно развитой кутикулы культурных растений.

В тех случаях, когда весь азот был внесен под предпосевную культивацию и отсутствует необходимость в дополнительной азотной подкормке в дозах N_{20–30}, можно использовать при проведении химической прополки посевов яровых зерновых культур азотные удобрения

в качестве синергиста в невысоких дозах ($N_{1,5-5,0}$). В ряде исследований, проведенных как в Беларуси, так и за рубежом, было установлено, что при преобладании в посевах чувствительных видов сорняков к применяемым гербицидам, совместное внесение в фазе кущения яровых зерновых половинной нормы расхода этих препаратов в сочетании с невысокими дозами азота обеспечивало примерно такую же урожайность зерна, как и использование рекомендованных.

В ряде случаев при совместном экономически целесообразном применении гербицидов и азотных удобрений в дозах N_{20-30} и высокой гибели сорняков в посевах отмечались негативные явления, связанные с повышением фитотоксичности используемых препаратов по отношению к культурным растениям. Обычно это наблюдается при применении баковых смесей гербицидов с КАС в более поздние фазы развития растений, при дефиците влаги в почве и т. д. По мнению специалистов, угнетающее действие баковых смесей гербицидов на культурные растения может вызывать снижение урожайности даже при очень существенном уменьшении засоренности посевов. Кроме того, растения, подверженные гербицидному стрессу, зачастую бывают более восприимчивыми к болезням, что также снижает их продуктивность. Для предотвращения фитотоксичности баковых смесей на основе гербицидов рекомендуется включать в их состав специальные препараты-антистрессанты (антидоты), которые ускоряют разрушение действующего вещества гербицидов в культурных растениях, не влияя на его метаболизм в сорняках. Это позволяет добиться максимального эффекта от использования гербицидов.

Результаты исследований, проведенных в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», показали, что с этой целью можно использовать регулятор роста Фитовитал (табл. 44). При возделывании яровой пшеницы наибольшую урожайность зерна в опыте обеспечило применение баковой смеси, в которую наряду с уменьшенной на 25 % нормой гербицида Гранстар и КАС (N_{30}) дополнительно включали Фитовитал (0,6 л/га). Прибавка урожайности в этом случае была в 1,4 раза больше по сравнению с двухкомпонентной баковой смесью без Фитовитала. Это связано с тем, что у растений яровой пшеницы дополнительное включение в баковую смесь регулятора роста Фитовитал обеспечило тенденцию к повышению количества колосьев, а также способствовало увеличению длины колоса и числа

зерен в нем за счет некоторого уменьшения фитотоксического действия баковой смеси гербицида с КАС на культурные растения.

Таблица 44. Зависимость засоренности посевов и урожайности зерна яровой пшеницы от применения гербицида Гранстар и его баковых смесей с КАС и препаратом Фитовитал (среднее за 2003–2005 гг.)

Вариант	Продуктивный стеблестой, шт/м ²	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожай- ность, ц/га
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ (КАС) – фон	417	8,6	32,0	33,4	39,4
Фон + Гранстар, 10 г/га	431	8,5	30,4	34,5	41,9
Фон + Гранстар, 7,5 г/га	437	8,5	30,5	34,4	42,1
Фон + Гранстар, 7,5 г/га + Фитовитал, 0,6 л/га	440	9,0	32,3	34,0	43,3
НСР ₀₅	–	–	–	–	1,0–3,1

Компоненты, входящие в состав препарата Фитовитал, при его внесении в период вегетации растений не только оказывают положительное влияние на рост и развитие последних, но и обладают свойствами синергистов. Особенно актуальным считается этот вопрос при применении граминицидов, т. е. гербицидов, уничтожающих злаковые сорняки. Это связано с тем, что ассортимент синергистов при использовании граминицидов ограничен по причине несовместимости препаратов этого класса со многими поверхностно-активными веществами на основе масел и некоторых других соединений из-за возникновения явления антагонизма между компонентами смеси и снижения эффективности химической прополки.

Результаты исследований РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» показали (табл. 45), что при совместном использовании гербицида Фюзилад Супер и препарата Фитовитал на посевах люпина узколистного гибель стеблей и корневищ пырея ползучего, а также урожайность зерна на уровне применения рекомендованной нормы этого препарата была получена лишь в том случае, когда норму его расхода в баковой смеси снижали не более чем на 12,5 %, т. е. с 2,0 до 1,75 л/га.

Таблица 45. Засоренность посевов и урожайность зерна люпина узколистного в зависимости от применения гербицида Фюзилад Супер и препарата Фитовитал (среднее за 2003–2005 гг.)

Вариант	Засоренность пыреем ползучим		Урожай- ность, ц/га	Прибавка	
	надземные побеги, шт/м ²	корневища, пог. м/м ²		ц/га	%
Контроль	78	32,0	20,0	–	–
Фюзилад Супер, 2 л/га (эталон)	0	6,0	24,4	4,4	22,0
Фюзилад Супер, 1,75 л/га	1	10,1	23,3	3,3	16,5
Фюзилад Супер, 1,5 л/га	2	12,0	22,4	2,4	12,0
Фюзилад Супер, 1,25 л/га	8	15,1	21,3	1,3	6,5
Фюзилад Супер, 1,75 л/га + Фитовитал, 0,6 л/га	0	6,3	24,5	4,5	22,5
Фюзилад Супер, 1,5 л/га + Фитовитал, 0,6 л/га	1	10,2	23,2	3,2	16,0
Фюзилад Супер, 1,25 л/га + Фитовитал, 0,6 л/га	4	13,1	21,9	1,9	9,5
НСР ₀₅	–	–	0,8–2,6	–	–

Применение ПАВ совместно с гербицидами возможно не только на вегетирующих посевах сельскохозяйственных культур, но и в послеуборочный период для повышения эффективности уничтожения многолетних сорняков при использовании производных глифосата (табл. 46). Известно, что Раундап и его аналоги необходимо вносить для уничтожения пырея ползучего в норме 4 л/га, осота полевого – 6–8, вьюнка полевого – 8–10 л/га. В Беларуси преобладает смешанный тип засорения и на большинстве полей произрастают несколько видов многолетних сорняков. Исследования, проведенные в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», показали, что за счет использования поверхностно-активных веществ можно существенно расширить спектр действия и усилить токсичность невысоких норм расхода производных глифосата по отношению к сорнякам. При совместном внесении с сульфатом аммония (N_{1,2}) или ДМСО (0,5 л/га) уменьшенной на 25 % минимальной из рекомендованных норм Раундапа (3 л/га) гибель корневищ пырея ползучего и осота полевого, а также прибавка урожайности зерна ячменя были примерно такими же, как и при использовании максимальной нормы этого гербицида (10 л/га). Дальнейшее снижение нормы Раундапа до 2 л/га оказалось неэффективным из-за невысокой гибели осота полевого, что снижало прибавку урожайности зерна ячменя от применения этого гербицида в 2,5–2,6 раза, несмотря на почти полную гибель пырея ползучего.

Таблица 46. Влияние гербицида на основе глифосата и его баковых смесей с ПАВ на засоренность почвы органами вегетативного размножения многолетних сорняков и урожайность зерна ячменя

Вариант	Блок опыта с сульфатом аммония (N _{1,2})			Блок опыта с ДМСО (0,5 л/га)		
	Длина корневищ пырея ползучего, пог. м/м ²	Длина корневых отпрысков осота полевого, пог. м/м ²	Урожайность зерна, ц/га	Длина корневищ пырея ползучего, пог. м/м ²	Длина корневых отпрысков осота полевого, пог. м/м ²	Урожайность зерна, ц/га
Контроль	75,2	6,3	33,6	86,2	5,7	33,4
Раундап, 10 л/га	99,7	68,7	36,7	98,7	72,2	36,7
Раундап, 5 л/га + ПАВ	99,2	76,3	36,0	97,8	77,5	36,5
Раундап, 4 л/га + ПАВ	99,0	73,6	37,0	98,9	76,8	36,7
Раундап, 3 л/га + ПАВ	99,3	75,7	36,3	98,0	74,5	36,5
Раундап, 2 л/га + ПАВ	98,4	32,8	34,7	90,5	50,4	34,6

Примечание. В контроле приводится длина корневищ и корневых отпрысков, а в других вариантах – процент их гибели.

Все вышеизложенное свидетельствует о перспективности и практической значимости использования баковых смесей пониженных норм гербицидов с ПАВ. При наличии соответствующих условий и соблюдении технологических требований совместное применение гербицидов с ПАВ позволяет уменьшить гербицидную нагрузку на 12,5–50,0 % без снижения технического эффекта.

Таким образом, в почвенно-климатических условиях Беларуси интегрированная защита растений является важным фактором формирования высокой урожайности сельскохозяйственных культур. Для дальнейшего совершенствования этого элемента системы земледелия с точки зрения ресурсосбережения и природоохранности необходима оптимизация севооборотов, сроков обработки почвы, ассортимента применяемых пестицидов и использование их с учетом экономического порога вредоносности вредных организмов, применение пестицидов совместно с поверхностно-активными веществами, создание высокоурожайных сортов, устойчивых к болезням и вредителям. Это позволит существенно улучшить фитосанитарную ситуацию на полях при минимальном объеме применения пестицидов, что имеет значение как с экономической, так и с экологической точки зрения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Защита растений: учеб. пособие / Л. Г. Коготько [и др.]. – Минск: РИПО, 2016. – 327 с.
2. Сорока, С. В. Анализ применения средств защиты растений в Республике Беларусь / С. В. Сорока, Е. А. Якимович // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 6. – С. 46–51.
3. Сорока, С. В. Основные направления защиты растений в Беларуси / С. В. Сорока // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 5. – С. 4–5.
4. Сорока, С. В. Пестициды в Беларуси и странах ЕС / С. В. Сорока, Е. А. Якимович, Р. В. Супранович // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 16. – С. 14–20.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Роль севооборота, обработки почвы, сорта и пестицидов в формировании фитосанитарного состояния посевов и их продуктивности	6
2. Проблема падалицы рапса и проса	17
3. Применение гербицидов на основе сульфонилмочевины	23
4. Факторы, определяющие эффективность химической прополки посевов зерновых культур	34
5. Совместное применение поверхностно-активных веществ и гербицидов	38
Библиографический список.....	46

Производственно-практическое издание

Булавина Тамара Михайловна
Булавин Леонид Александрович
Саскевич Павел Александрович и др.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ
КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЕЕ ОПТИМИЗАЦИИ

Рекомендации

Редактор *Т. П. Рябцева*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *С. Н. Кириленко*

Подписано в печать 18.05.2018. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,21.
Тираж 70 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407. г. Горки.