МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ

Аналитический обзор



Москва 2021

Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство ⊛ Переработка ⊛ Агротехсервис ⊛ Агробизнес

ЖУРНАЛ «ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» – ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!



Ежемесячный полнокрасочный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 8 академиков РАН и один академик НАН Республики Казахстан.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученных степеней кандидата и доктора наук, входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI.

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2021 г. с доставкой по Российской Федерации – 9636 руб. с учетом НДС (10%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО)
ИНН 5038001475/КПП 503801001
ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486X71280,
Единый казначейский счет 40102810845370000004
Казначейский счет 03214643000000014800 в ГУ Банка России по ЦФО // УФК по Московской области, г. Москва, БИК 004525987
В назначении платежа указать
код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46758000.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60, Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».
Справки по телефонам: (495), 993-44-04, (496) 531-19-92;
E-mail: r_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-
техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ

Аналитический обзор

Москва 2021

УДК 633.15:632.31.7
ББК 42.112:44.15
И 66

Рецензенты:
И.Н. Горина, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. (ФГБНУ «ВНИИЗР»);
В.В. Нейфельд, канд. геогр. наук, декан агрономического факультета (ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»)

И 66 **Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф., Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Петухов Д.А., Слинько О.В., Войтюк В.А., Старчак В.И. Инновационные технологии защиты кукурузы от сорных растений и вредителей:** аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 104 с.

ISBN 978-5-7367-1656-2

Рассмотрены биологические особенности кукурузы, а также технологии ее возделывания. Проанализировано влияние сорняков и вредителей на урожайность. Представлены инновационные методы в комплексной системе защиты кукурузы от сорняков: инновационный подход к контролю многолетних сорняков, снижение пестицидной нагрузки, применение устойчивых гибридов, биологическая защита кукурузы от вредителей, в том числе с применением БПЛА и др. Даны предложения по развитию и совершенствованию защиты кукурузы от сорняков и вредителей.

Предназначен для специалистов АПК, научных работников, преподавателей и студентов образовательных учреждений.

Mishurov, N.P., Fedorenko, V.F., Kondratyeva, O.V., Fedorov, A.D., Petukhov, D.A., Slinko, O.V., Voytyuk, V.A., Starchak V.I. *Innovative Processes for Protecting Corn against Weeds and Pests*: *An Analytical Overview* (Moscow: Rosinformagrotekh) 104 (2021)

The biological features of corn, as well as the features of the process of its cultivation are discussed. The influence of weeds and pests on the yield has been analyzed. The paper presents innovative methods in an integrated system of corn weed protection: an innovative approach to the control of perennial weeds; a decrease in pesticide load; the use of resistant hybrids; biological protection of corn against pests, including the use of UAVs, etc. Proposals are given for the development and improvement of corn protection against weeds and pests.

It is intended for agribusiness specialists, researchers, teachers and students of educational institutions.

УДК 633.15:632.31.7
ББК 42.112:44.15
ISBN 978-5-7367-1656-2
© ФГБНУ «Росинформагротех», 2021

ВВЕДЕНИЕ

Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (ФНТП) предусмотрены разработка и реализация подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства кукурузы в Российской Федерации» [1].

Кукуруза – важнейшая сельскохозяйственная культура, обладающая высокой потенциальной урожайностью и универсальностью использования (продовольственное, кормовое, техническое). Кукурузное зерно является сырьем для получения крупы, муки, масла, крахмала и спирта. Также оно как высокоэнергетический корм пригодно для сельскохозяйственных животных и птицы (шрот из початков и оберток, зерно-стержневая масса, сухое и консервированное зерно и др.) [2]. Широкие возможности использования кукурузы как продукта питания, так и ценного корма для сельскохозяйственных животных, а также высокая урожайность способствуют распространению и увеличению производства культуры [3, 88].

По предварительным данным Росстата об итоговой уборочной кампании в 2020 г. в Российской Федерации, валовой сбор кукурузы на зерно в хозяйствах всех категорий составил 13,9 млн т (-2,8 % к 2019 г.) при урожайности 50,8 ц/га (57 ц/га в 2019 г.) и посевной площади 2,9 млн га [4, 5]. Отмечается тренд повышения урожайности кукурузы, который носит устойчивый характер на протяжении нескольких лет. Если в 1990-1999 гг. среднегодовая урожайность кукурузы в России составляла 26,1 ц/га, в 2000-2009 гг. – она возросла до 31,8 ц/га, а в 2010-2019 гг. этот показатель достиг 46,8 ц/га [6].

Российский рынок кукурузы характеризуется также относительно высокой региональной концентрацией производства. Так, в 2019 г. на долю ТОП-5 регионов-производителей пришлось 46,9 % всех сборов кукурузы, на долю ТОП-10 – 72,7 %. Валовые сборы в Краснодарском крае составили 17,6 %; Курской области – 8,4; Воронежской области – 8,3; Кабардино-Балкарской Республике – 6,5; Белгородской области – 6; Ростовской области – 5,5; Брянской области – 5,3; Ставропольском крае – 5,1; Республике Северной Осетии –

Алании – 5; Тамбовской области – 4,8; в других регионах Российской Федерации – 27,3 % [5].

В Российской Федерации кукуруза возделывается в регионах с интенсивными севооборотами, защита ее от вредителей актуальна повсеместно. Один из способов значительного увеличения производства продукции растениеводства, в том числе кукурузы, – снижение потерь от вредителей, болезней и сорняков. Защита от вредных организмов и сорной растительности является неотъемлемой частью технологии возделывания кукурузы [7].

Расширение площадей, занятых под кукурузу, требует постоянного совершенствования технологий выращивания этой культуры, в том числе инновационных технологий защиты с применением современных высокоэффективных средств защиты от сорняков, болезней и вредителей [8]. Для этого необходимо проведение анализа, систематизации и обобщения информации о технологиях, содержащих результаты исследований ученых ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» и других научно-исследовательских и образовательных учреждений Минобрнауки России, РАН и Минсельхоза России.

С учетом того, что обеспечение условий формирования конкурентоспособных научных результатов ФНТП включает в себя создание открытого источника информации о научном и научно-техническом заделе в рассматриваемой области, подготовка аналитического обзора об инновационных технологиях защиты кукурузы от сорных растений и вредителей является актуальной. Результаты работы будут содействовать реализации комплексных научно-технических проектов подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства кукурузы в Российской Федерации» ФНТП, что позволит увеличить производство зерна кукурузы, снизить импортозависимость и повысить обеспеченность населения продуктами питания.

1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУКУРУЗЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАСШИРЕНИЯ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Кукуруза (*Zea mays L.*) – травянистое однолетнее растение, очень требовательное к теплу, сумма эффективных температур составляет не менее 900 ºС. Биологический минимум для прорастания семян 8-10 ºС, в фазе всходов, а также во время образования вегетативных органов растения – 10-12, при образовании генеративных органов, цветении и созревании – 12-15 ºС. Для выращивания кукурузы наиболее благоприятная температура днем составляет 22-25 ºС, ночью – 18 ºС. Она относится к культурам, экономно расходующим влагу. Транспирационный коэффициент – 160-360. Для прорастания кукурузы необходимо 42-45 % влаги от массы семени. Растения кукурузы относительно хорошо переносят засуху до фазы 7-8 листьев. Наибольшее количество воды кукуруза потребляет в течение 30-дневного критического периода – 10 дней до выметывания и 20 дней – после. В течение этого времени расходуется 40-50 % влаги от суммарного водопотребления за вегетационный период. Также опасность представляет воздушная засуха, вызывающая увядание растений, снижение интенсивности фотосинтеза и жизнеспособности пыльцы. Для формирования 1 т зерна кукурузы требуется 50-60 т воды (для сравнения: на формирование 1 т зерна озимой пшеницы – 50-70 т).

Кукуруза – высокопродуктивное растение, способное за сравнительно короткий период времени производить больше органической массы, чем другие культурные растения. У кукурузы коэффициент размножения в несколько раз превышает показатели других зерновых культур: из одного семени вырастает 400-600 зерен. Высокие урожаи кукурузы достигаются на чистых, рыхлых, воздухопроницаемых почвах.

Особенно хорошо кукуруза растет и развивается на черноземных и темно-каштановых почвах. Считается, что оптимальная объемная масса пахотного слоя почвы при возделывании кукурузы составляет

1,1-1,3 $см^3$, а оптимальная кислотность почвенного раствора должна быть нейтральной или близкой к нейтральной – pH 5,5-7.

Биологические особенности кукурузы оказывают влияние на построение интегрированной системы защиты этой культуры от сорняков, вредителей и болезней. Многие решения по защите кукурузы принимаются в предпосевной и посевной периоды – выбор предшественника, устойчивого гибрида, времени сева, внесение удобрений и др. Профессиональное и грамотное решение этих вопросов дает возможность проводить менее затратные мероприятия в период вегетации культуры [9, 10, 11].

Производство кукурузы в Российской Федерации характеризуется как повышением урожайности, так и расширением площадей. Динамика изменения размеров посевных площадей кукурузы в России за период 1990-2020 гг., по данным Росстата, показана на рис. 1 [5]. В 2019 г., по данным Экспертно-аналитического центра агробизнеса, основные посевные площади кукурузы размещались в Центральном, Южном, Северо-Кавказском и Приволжском федеральных округах (рис. 2). Общая площадь посевов кукурузы составила 2593,9 тыс. га [12, 13]. В 2020 г. размер посевных площадей для выращивания кукурузы увеличился на 10,8 %, или на 278,9 тыс. га по отношению к 2019 г. [6].

В благоприятных условиях Краснодарского края кукуруза является наиболее урожайной зернофуражной культурой, урожайность может достигать 80-100 ц/га зерна или 450-500 ц/га силосной массы [4].

В Калининградской области – единственном регионе Северо-Западного федерального округа, где кукуруза выращивается на зерно, она является ведущей зерновой культурой в яровой группе. Благодаря внедрению в производство современных гибридов кукурузы и оснащению современной техникой значительно увеличились посевная площадь (2010 г. – 0,5 тыс. га, 2019 г. – 16,3 тыс. га) и валовой сбор кукурузы на зерно (2010 г. – 2,5 тыс. т, 2019 г. – 130 тыс. т). По оперативным данным Минсельхоза России, на конец октября 2019 г. Калининградская область занимала первое место среди других субъектов Российской Федерации по урожайности кукурузы (128,7 ц/га) [14].

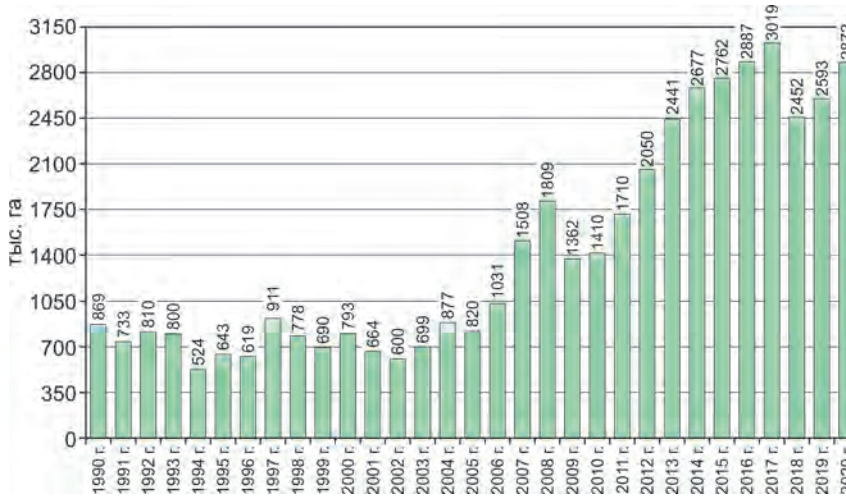


Рис. 1. Посевные площади кукурузы за 1990-2020 гг. [6]



Рис. 2. Структура посевных площадей кукурузы в России по федеральным округам в 2019 г. [12]

Расширению площадей и увеличению объемов производства кукурузы будет способствовать реализация разработанной Минсельхозом России подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства

кукурузы в Российской Федерации» ФНТП [1]. Согласно прогнозам, созданные в рамках подпрограммы сорта и гибриды кукурузы к концу 2025 г. будут размещаться на площади 400-450 тыс. га, возделыванием культуры будут заниматься не менее 25 % сельхозтоваропроизводителей, а объем валового сбора кукурузы в 2025 г. составит не менее 10-12 млн т [15, 87].

Этому также будут способствовать осуществление комплексных мер, предусматривающих повышение урожайности кукурузы за счет применения более продуктивных (высокоурожайных и перспективных) сортов и гибридов [91], оптимизации минерального питания, экономически обоснованного сочетания химических и агротехнических методов защиты от сорной растительности и вредителей, внедрения новых технологий возделывания [16], современных машин и оборудования для выполнения технологических процессов [17, 85, 89], а также продвижения выращивания кукурузы в более северные регионы страны. В связи с необходимостью продвижения возделывания кукурузы на север страны одним из приоритетных направлений создания гибридов для производства зерна этой культуры является селекция на раннеспелость при оптимальной урожайности и устойчивости против засоренности посевов сорняками и вредителей [18].

Результаты исследований, проведенных в ФГБНУ «Россорго», показали, что увеличение доли (до 50 %) использования раннеспелых гибридов с относительно низкой уборочной влажностью обеспечивает сокращение затрат на послеуборочную доработку продукции и в целом значительно повышает экономическую эффективность производства кукурузы на зерно [19].

Расширение посевных площадей кукурузы потребует совершенствования системы защиты посевов, разработки и внедрения новых инновационных средств и технологий.

2. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ

Для достижения максимальной урожайности при возделывании кукурузы в технологии, кроме природно-климатических условий, необходимо учитывать севообороты, обеспеченность питательными веществами, в том числе внесение минеральных и органических удобрений, а также систему обработки почвы [20, 21, 22].

Опытные данные свидетельствуют, что при выращивании кукурузы на силос на дерново-подзолистой супесчаной почве ее урожайность зависела на 47 % от погодных условий, на 35 – от уровня применения удобрений и на 12 % способа обработки почвы [23].

С целью оптимизации фитосанитарного состояния почвы и посевов (снижение степени засоренности сорняками, поражаемости болезнями и повреждаемости вредителями) кукурузу рекомендуется возделывать, используя севообороты [24, 25].

2.1. Размещение кукурузы в севообороте

Место кукурузы в севообороте определяется почвенными и климатическими условиями зон ее возделывания, биологическими свойствами предшествующей культуры, степенью засоренности поля, особенностями агротехники и другими факторами, возникающими в результате чередования культур [20, 92].

Из предшественников лучшими являются зернобобовые культуры. При возделывании кукурузы на зерно хорошими предшественниками считаются озимые колосовые, особенно идущие после занятых паров и многолетних бобовых трав. Кукурузу как монокультуру можно возделывать без снижения урожайности три-четыре года подряд только в зонах достаточного увлажнения или при наличии орошения и при условии ежегодного внесения средней нормы полного минерального удобрения и применения органического удобрения (один раз за ротацию в первые два года возделывания). При внесении органического удобрения необходимы хорошая заделка семян

в почву и защита от сорных растений. Однако следует отметить, что технология возделывания кукурузы как монокультуры имеет свои недостатки, главный из которых заключается в риске накопления и распространения инфекции пузырчатой головни, гельминтоспориоза и других заболеваний.

2.2. Внесение удобрений

В современных технологиях возделывания кукурузы необходимо обязательное внесение как органических, так и минеральных удобрений. При научно обоснованном их применении (сбалансированность по элементам питания и микроэлементам согласно потребностям растений, содержанию питательных веществ в почве и расчетной урожайности) это позволяет получить высокий экономический эффект.

При внесении малоподвижных фосфорных и калийных минеральных удобрений, а также части азотных осенью под вспашку с равномерным перемешиванием по всему пахотному слою получают наибольший эффект. Весной при посеве или в подкормку с междурядными обработками почвы вносят бóльшую часть азотных, а также часть фосфорно-калийных удобрений. При недостаточной обеспеченности влагой под основную обработку почвы необходимо внесение минеральных удобрений в следующих дозах: N (азот) – 60-90, P (фосфор) – 60, K (калий) – 60 кг/га, а при достаточном увлажнении: N – 90-120, P – 60-80 и K – 60 кг/га. Кроме минеральных, во всех зонах возделывания кукурузы следует вносить также органические удобрения в дозе 40-60 т/га [92].

Ценный вид удобрения для кукурузы – жидкий навоз, внесение которого целесообразно производить весной перед посевом. При этом важно равномерное распределение его по полю с последующей быстрой заделкой на глубину 10 см. Следует отметить, что после внесения органических удобрений наблюдается резкое увеличение засоренности поля. Поэтому органические удобрения лучше вносить под культуру сплошного сева, предшествующую кукурузе. При отсутствии органических удобрений оптимальные условия для формирования высокого урожая необходимо создавать путем внесения

минеральных удобрений, используя нормативы выноса питательных веществ на получение единицы продукции и показатели содержания элементов питания в почве.

Для богарных и орошаемых условий возделывания кукурузы в Краснодарском крае нормативы затрат минеральных удобрений на получение единицы продукции приведены в табл. 1 [92].

Таблица 1

Нормативы затрат минеральных удобрений на 1 ц зерна кукурузы при средней обеспеченности почвы NPK (для Краснодарского края) [92]

Агроландшафтная зона	Затраты минеральных удобрений на 1 ц продукции, кг				Окупаемость удобрений (NPK) прибавкой урожая, кг/кг
	N	P	K	NPK	
На богаре					
Северная	1,8	1,5	1,1	4,4	4,60
Центральная	1,8	1,5	0,8	4,1	3,84
Южно-предгорная	1,1	1,2	0,7	3	3,90
На орошении					
Северная и центральная	1,2	1,8	0,5	3,5	6,89

В связи с тем, что поля в хозяйствах в значительной степени различаются между собой по эффективному и потенциальному плодородию почвы, дозы вносимых удобрений должны быть дифференцированы. Учеными и специалистами разработаны поправочные коэффициенты для корректировки доз удобрений в зависимости от плодородия почвы (табл. 2). Применение нормативов затрат и поправочных коэффициентов позволяет для каждого уровня планируемого урожая рассчитать научно обоснованные дозы удобрений [92].

Кукуруза в начальные фазы роста и развития испытывает большую потребность в фосфорном питании, поэтому внесение фосфорных удобрений при посеве способствует усиленному развитию ее корневой системы. При минимальной обработке почвы или прямом посеве кукурузы наиболее эффективный агроприем – припосевное внесение NP или NPK (по 20 кг каждого элемента на 1 га) [92].

Таблица 2

Поправочные коэффициенты к дозам основного удобрения кукурузы в зависимости от содержания питательных веществ в почве [92]

Содержание P_2O_5 в почве, мг/кг	До 10 (очень низкое)	11-15 (низкое)	16-30 (среднее)	31-45 (повышенное)	Более 45 (высокое)
К дозам фосфорного удобрения					
Поправочный коэффициент	1,2	1,1	1	0,5	0
Содержание K_2O в почве, мг/кг	До 100	110-200	210-300	310-500	> 500
К дозам калийного удобрения					
Поправочный коэффициент	1			0,5	0

При расчете норм внесения удобрений необходимо учитывать такие факторы, как предшественник кукурузы, плодородие почвы, биологические особенности выращиваемых гибридов и запланированный урожай. На практике из-за ограниченных финансовых возможностей хозяйства вынуждены уменьшать дозы внесения удобрений (до N 40, P 20 кг/га) и применять их при посеве или подкормке (при первой междурядной культивации). При этом урожайность зерна снижается, но сохраняется рентабельность возделывания культуры [92].

В случае если удобрения не были внесены в требуемых количествах и соотношениях осенью, необходимо их довнести весной под раннюю культивацию (при этом эффективность их действия снижается). При посеве кукурузы рекомендуется вносить гранулированные сложные удобрения (из расчета по фосфору 15-20 кг/га). При азотном голодании растений осуществляют подкормку (N 30-40 кг/га). Под вспашку зяби осенью или под раннюю культивацию весной также можно вносить удобрения (сухие, жидкие, простые и комплексные), при этом обязательно соблюдать соотношения N:P.

Недостаток цинка в почве требует внесения навоза (40-60 т/га) или сернокислого цинка (2,7-3,5 кг/га по препарату). При внесении органических удобрений учитывается возможность занесения в почву с неперегоревшим навозом семян сорных растений. При появле-

нии у растений кукурузы признаков цинкового голодания необходимо проводить опрыскивание посевов водным раствором сернокислого цинка (250-300 г/га); расход рабочей жидкости – 400-450 л/га. Обработка проводится совместно с некорневой подкормкой мочевиной (10-15 кг/га) [21, 90].

Следует отметить, что корни кукурузы очень чувствительны к повышению концентрации солей в почвенном растворе, поэтому при внесении удобрений недопустимо смешивать их с семенами. Вносимые при посеве кукурузы удобрения должны размещаться в почве на 2-4 см в сторону от семян и глубже их [92].

Перспективным направлением в технологии возделывания кукурузы является применение биотехнологий. Научно-производственная компания «Петербургские биотехнологии» разрабатывает и внедряет в сельское хозяйство биотехнологии выращивания сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы. Биотехнология основана на отказе от внесения дорогостоящих минеральных удобрений, замене их биоэлементами, обеспечивающими питание растений азотом, фосфором, калием и другими макро- и микроэлементами за счет симбиотического взаимодействия с полезной почвенной ризосферной микрофлорой. Препараты компании экологически сертифицированы, имеют высокий уровень экологической безопасности. Себестоимость продукции при использовании биотехнологии уменьшается в 1,5-2 раза, а урожайность остается на прежнем уровне или повышается, оставаясь стабильной по годам [26].

Одним из продуктов биотехнологии является Ризобакт – жидкое микробиологическое удобрение (концентрат, титр не менее 5×10^9 КОЕ/мл) на основе клубеньковых, ризосферных и филлосферных штаммов различных видов бактерий: *Rhizobium sp.* (штамм ПБТ-6), *Corynebacterium sp.* (штамм ПБТ-7), *Enterobacter sp.* (штамм ПБТ-3) и др. Ризобакт активизирует снабжение растений биологическим азотом, фосфором, калием и микроэлементами; предотвращает полегание, повышает устойчивость к недостатку влаги, заморозкам и перезимовке; защищает от возбудителей, корневой гнили, снежной плесени и ряда других заболеваний; сдерживает развитие бактериоза на 40-60 %. Регламент применения микробиологического удобрения Ризобакт на кукурузе приведен в табл. 3.

Таблица 3

Рекомендации по применению Ризобакта на кукурузе [26]

Способы, сроки обработки, норма расхода рабочего раствора	Норма расхода, л/га (л/т)	Кратность обработки, разы	Действие	Рекомендации
Неинкрустированные семена			Сбалансированное по фазам питания за счет биологических источников: фиксации азота из воздуха, перевода в доступные валовые формы РК других макро- и микроэлементов. Заменяет суммарно 200-400 кг/га туков (в физической массе) минеральных азотных и комплексных удобрений	Полностью заменяет химические протравливатели семян (фунгициды). Совместим с другими биопрепаратами живых микроорганизмов, в том числе содержащих споровые формы, гуматами, микроэлементами, биостимуляторами; частично совместим (в течение 3-5 ч) в баковых смесях с фунгицидами, инсектицидами; не совместим с минеральными удобрениями, гербицидами, бактерицидами (в том числе биологическими) и микробиологическими удобрениями или препаратами на основе продуктов
Предпосевная обработка семян. Расход рабочего раствора – 10 л/т. От обработки до посева должно пройти не более 12 ч	(1)	1		
Опрыскивание посевов – в фазе 6-7 листа	0,04	1		
Опрыскивание при отсутствии предпосевной обработки семян: первое – при полном появлении всходов	0,06	1	Ускоряет на 7-10 дней развитие и формирование ими мощного листового аппарата: формирует развитую корневую систему с «опушением» на корнях, регулирует работу устьиц, снижая испарение влаги в 1,5-2 раза; защищает растения от перегрева.	
второе – в фазе 6-7 листьев	0,04	1		
Инкрустированные семена				
Опрыскивание: первое – при полном появлении всходов	0,06	1		

второе – в фазе 6-7 листьев	0,04	1	Сокращает разрыв между цветением метелки и початка. Ускоряет развитие початков и созревание урожая. Осуществляет биоконтроль стеблевой гнили, бели початков, нигроспороза, фузариоза и других заболеваний. Обеспечивает поступление в почву 1-2 т/га органического вещества в виде жидких корневых выделений	жизнедеятельности микроорганизмов. Запрещается применение Ризобакта совместно с гербицидами в баковой смеси. По очередности применения: обработка посевов Ризобактом идет следом за применением гербицида с интервалом, равным действию пестицида на сорные растения плюс один день
Расход рабочего раствора – 200-400 л/га. Время обработки – темное время суток, пасмурная или дождливая погода				

2.3. Система обработки почвы

В технологии возделывания кукурузы одним из основных элементов является система обработки почвы, рациональность выбора которой заключается в обеспечении условий оптимального развития растений, управлении происходящими в почве процессами.

Все большее распространение получают различные энергосберегающие технологии, основанные на безотвальной плоскорезной обработке почвы с оставлением стерни и пожнивных остатков на ее поверхности. В этих технологиях возделывания кукурузы применяются энергосберегающие приемы основной и предпосевной обработок почвы, предусматривающих своевременную защиту от сорной растительности путем рационального сочетания химических и механических методов. Особое значение имеет разноглубинная обработка почвы, а также углубление обрабатываемого слоя глубокорыхлителями с целью снижения степени уплотнения в подпахотных слоях. Также известны следующие способы уменьшения уплотнения почвы: минимизация почвообработок; применение комбинированных и широкозахватных агрегатов, машин с активными рабочими органами; уменьшение удельного давления сельскохозяйственных машин на почву и выполнение полевых работ по спелой почве при оптимальном ее крошении.

На почвах, склонных к уплотнению и переувлажнению (слитые черноземы, серые лесостепные и другие почвы тяжелого механического состава), возрастает эффективность применения глубокой вспашки и глубокого чизелевания, которые на одном и том же поле севооборота проводятся через три-четыре года.

После уборки колосовых предшественников и освобождения полей от соломы или измельчения и разбрасывания ее, основная обработка почвы предусматривает проведение лущения стерни широкозахватными дисковыми орудиями в один или два следа (в зависимости от состояния почвы). Выбор следующих приемов обработки зависит от видового состава сорной растительности. Для уничтожения всходов однолетних сорняков применяют лущения. Мелкая вспашка (на 14-16 см) с прикатыванием, лемешное лущение или обработка тяжелыми культиваторами-плоскорезами проводятся при массо-

вом появлении всходов многолетних корнеотпрысковых сорняков (бодяк, осоты, вьюнок полевой, латук татарский, ластовень острый и др.).

При вторичном массовом появлении корнеотпрысковых сорняков в фазе 5-6 листьев требуется обработка почвы повышенными дозами системных общеистребительных гербицидов, а затем выполняется глубокое рыхление. При слабом проявлении дефляции (ветровая эрозия) и надежной защите полей лесополосами проводится обработка почвы по типу полупара. Это позволяет наиболее эффективно уничтожать однолетние сорняки (просо куриное, щетинник сизый и зеленый, марь белая, щирица, амброзия и др.). Через 15-20 дней после дискового лущения выполняют глубокую вспашку поля, а по мере появления всходов сорняков – обработку культиваторами. При сильном проявлении дефляции требуется противоэрозионная система основной обработки почвы под кукурузу, предусматривающая оставление на поле стерни озимых колосовых культур и разбрасывание соломенной мульчи. Поле под кукурузу рыхлят игольчатыми боронами или широкозахватными боронами-мотыгами, максимально сохраняя солому и стерню на поверхности почвы, после этого осуществляют первую культивацию плоскорезами или тяжелыми культиваторами на глубину до 12 см.

Во второй половине сентября-октябре вносят органоминеральные удобрения, почву рыхлят плоскорезами-глубокорыхлителями на глубину залегания плужной подошвы. В летне-осенний период для уничтожения многолетних корнеотпрысковых сорняков (при высокой засоренности поля) рекомендуется обработка общеистребительными гербицидами. Для выравнивания почвы ранней весной проводить культивацию зяби с боронованием целесообразно при глыбистости, наличии зимующих сорняков или падалицы озимых, а также на заплывающихся почвах и влажных черноземах южно-предгорной зоны, склонных к образованию корки.

На слабогребнистой зяби (особенно на обыкновенных черноземах) проводится одна предпосевная культивация культиваторами с плоскорежущими рабочими органами, укомплектованными средними боронами и шлейфами в агрегате с гусеничными тракторами.

Предпосевная обработка выполняется культиваторами с катками, пружинными боронами, оборудованными выравнивающими дисками и катками. Также применяют культиваторы с выравнивателями и ребристыми роторными катками, которые можно использовать для заделки почвенных гербицидов. Современные почвенные гербициды малоподвижны, их применение не требует обязательной и тем более немедленной заделки в почву [20].

Для выявления наиболее эффективных агротехнических приемов обработки почвы при возделывании кукурузы ученые проводят исследования, в том числе по влиянию различных систем основной обработки на урожайность зерна. В ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» (г. Краснодар) в 2020 г. изучались три системы основной обработки почвы: традиционная, разуплотняющая и минимальная. При этом определялись биометрические показатели растений, структура урожая и урожайность. В результате исследований на гибриде Краснодарский 291 АМВ (норма высева семян – 50 тыс/га, междурядье – 70 см, предшественник – пшеница озимая) выявлено, что система основной обработки является определяющим фактором для уровня урожайности кукурузы. При традиционной системе основной обработки урожайность кукурузы составила 63,3 ц/га, при разуплотняющей – 62,6, при минимальной – 52,2 ц/га (при $НСР_{0,5}$ – 2,2). В климатических условиях 2020 г., по агрономической оценке, в период вегетации растений кукурузы было отмечено существенное превосходство традиционной и минимальной с разуплотнением систем основной обработки по сравнению с минимальной мульчирующей обработкой [27].

Свои особенности имеют технологии возделывания кукурузы в зарубежных странах, в том числе в Центральной и Восточной Европе [28].

Своевременное и правильное применение агротехнических мероприятий в технологиях возделывания кукурузы способствует защите посевов от сорной растительности и почвенных вредителей.

3. ВЛИЯНИЕ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ВРЕДИТЕЛЕЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ

Сорные растения, произрастая в посевах, конкурируют с кукурузой за свет, воду и питательные вещества в почве, снижая урожайность и качество зерна. На сорняках размножаются вредители и болезни, поражающие кукурузу.

Кукуруза является культурой очень чувствительной к сорной растительности. Устраняя затенение, можно сформировать непропорционально развитое растение (удлиняется побег, нарушается форма листьев, уменьшается объем корневой системы). Сорняки на ранних стадиях развития сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы, максимально снижают урожайность и негативно влияют на качество продукции. Из-за медленного роста в начальный период вегетации, а также широкорядного способа возделывания кукуруза является слабым конкурентом сорных растений. Увеличить урожайность можно за счет обработки растений гербицидами в системе комплексной защиты и применения перспективных гибридов [29], лучшего использования условий возделывания.

В результате исследований учеными установлено, что урожайность кукурузы зависит от условий возделывания культуры. Так, в Рязанской области почвенно-климатические условия позволяют получать стабильные урожаи зерна кукурузы более 90 ц/га. Исследователи считают, что увеличение урожайности на 50 % зависит от обеспеченности растений элементами питания и защиты от вредителей, болезней и сорняков, на 25 – от качества обработки почвы и на 25 % – от сортовых особенностей [30].

Высокую конкуренцию в широкорядных посевах за элементы питания и запасы влаги в почве составляют сорные растения [31]. Результаты многолетних исследований ученых и специалистов Рязанского НИИСХ в период активной вегетации показали, что средние потери урожая зерна кукурузы от сорной растительности при отсутствии защитных мероприятий составляют 30-40 % (иногда до 50 %). Поэтому защита посевов от сорных растений является необходимой, сложной и многоплановой работой. Прежде всего растения кукуру-

зы необходимо защитить от сорняков в период от посева до фазы 5 листьев, когда культурные растения наиболее уязвимы и наименее конкурентоспособны. Вредоносность сорной растительности зависит от длительности периода конкурентного воздействия на культуру. Этот период в зависимости от метеоусловий года и агротехники возделывания кукурузы занимает 25-30 дней после появления всходов [30].

Результаты исследований ученых и специалистов Рязанского НИИСХ подтверждаются информационными материалами других научных организаций. Анализ литературных источников показал, что влияние сорной растительности зависит от фазы развития кукурузы. В фазе 2-3 настоящих листьев кукуруза не реагирует на конкурирующую растительность, однако с фазы 3-8 листьев сорняки значительно снижают урожайность культуры [32].

В посевах кукурузы произрастает большое количество однолетних злаковых и двудольных сорняков (марь белая, амарант запрокинутый, подмаренник цепкий и др.). На прорастание семян сорняков оказывают влияние температурный режим и суточные колебания температуры, влажность и кислотность почвы, обеспеченность ее питательными элементами. Вносить гербициды в посевы кукурузы начинают в фазе 3 листьев. Негативное влияние сорной растительности на посевы кукурузы определяется конкурентными отношениями за влагу в почве по сравнению с питательным и световым режимами. Так как большинство сорняков максимально поглощают воду в первой половине вегетационного периода кукурузы, в июле-августе из-за дефицита доступной влаги производительность посевов снижается [32, 33].

Влияние оказывают также тип почвы и погодные условия, поэтому обеспечить эффективный контроль сорной растительности в течение периода, необходимого для всходов кукурузы, не всегда удается даже при использовании современных почвенных гербицидов или их композиций. В зависимости от видового состава сорной растительности, плотности заселения, продолжительности конкурентных взаимоотношений культуры с сорняками урожайность зерна уменьшается на 25-40 % (иногда на 70-80 %). При смешанной засоренности мало- и многолетними сорными растениями эффективный

контроль может быть осуществлен механическими, фитоценотическими и биологическими методами. Необходимо обеспечить надежную защиту кукурузе на первом этапе вегетации (не менее 40-50 дней от появления всходов), так как в этот период растения недостаточно развиты, не могут контролировать и заполнять все свободные экологические ниши на поле [32, 33].

В изученных источниках степень влияния сорной растительности и вредителей на урожаи кукурузы существенно разнится. Так, по данным авторов работы [10], потери урожая зерна от болезней в зависимости от гибридов и погодных условий года могут составлять 9-22 %, вредителей – 11-18, сорняков – от 25-30 (при средней засоренности) до 50 % и более (при сильной засоренности).

Научными исследованиями установлено, что разница в урожае зерна в вариантах посевов без сорняков и на засоренных площадях в течение всего периода вегетации составляет 40-60 %. Резкое уменьшение урожая происходит при активной вегетации сорняков в интервале 30-40 дней от появления всходов кукурузы [35].



4. СОРНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ И ОСОБЕННОСТИ ГЕРБИЦИДНОЙ ЗАЩИТЫ

Растениям кукурузы в посевах огромный ущерб наносят сорняки: затеняют, задерживают развитие, снижают урожай зеленой массы и зерна. В посевах кукурузы без сорняков растения эффективно развиваются: формируется оптимальная площадь листовой поверхности, повышаются продуктивность фотосинтеза, интенсивность накопления сухого вещества, количество хозяйственно ценных початков и число зерен в них, что обеспечивает получение хороших урожаев [4, 35].

При организации системы защиты посевов кукурузы необходимо учитывать особенности и видовой состав сорных растений, которые различаются в разных регионах страны в зависимости от почвенных и климатических условий. Так, в посевах кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края произрастает около 2 тыс. видов сорных растений. При этом существенного внимания требуют 60-80 видов [36]. Сорные растения по биологическим особенностям подразделяются на малолетние (однолетние, зимующие и двулетние) и многолетние. Также они различаются по степени вредоносности в отношении культурных растений и степени сложности защиты от них [37].

У яровых ранних сорных растений рост начинается ранней весной при температуре почвы +5-7 °С, заканчивается развитие до или одновременно с уборкой культурных растений. Из-за длительного периода сохранения теплой погоды осенью 2020 г. создались благоприятные условия для прорастания семян и роста зимующих и многолетних сорных растений. Поэтому весной 2021 г. ожидалась высокая плотность сорняков на большинстве площадей сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы [38].

К группе наиболее вредоносных трудноискоренимых сорных растений могут быть отнесены многолетние корнеотпрысковые: бодяк полевой, или осот розовый (рис. 3*а*), осот желтый, вьюнок полевой (рис. 3*б*) и др. Сложность защиты от этих сорняков заключается

в том, что даже после уничтожения части растения они способны отрастать и давать новые стебли. Защита от вьюнка осложнена еще и тем, что этот поздний сорняк прорастает часто после проведения гербицидной обработки. Для системы защиты кукурузы от этого типа злостных сорняков в качестве основы в первую очередь необходимо выбрать хороший препарат.



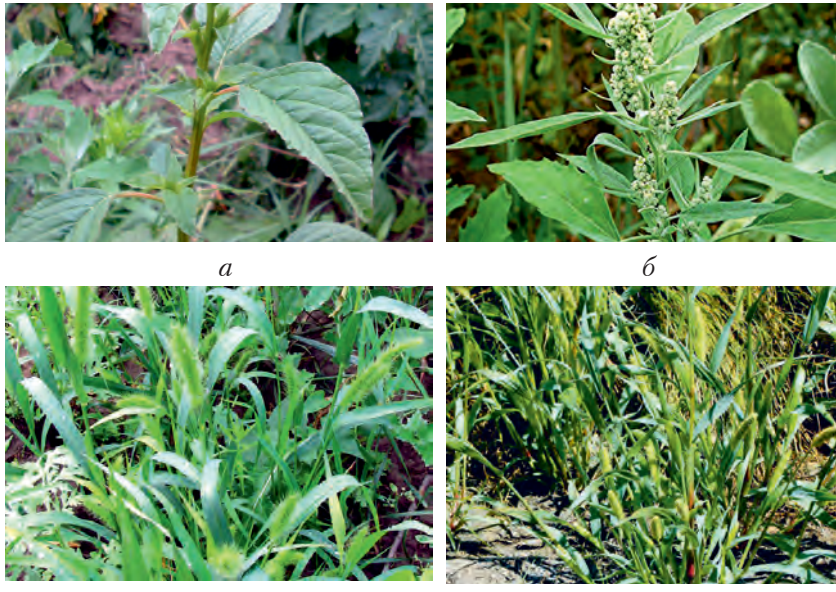
а *б*

Рис. 3. Многолетние корнеотпрысковые сорные растения:
а – бодяк полевой (Cirsium arvense);
б – вьюнок полевой (Convolvulus arvensis)

Всходы кукурузы развиваются медленно, весной страдают от сильной засоренности. Кроме трудноискоренимых сорных растений, в посевах присутствуют виды малолетних широколистных и злаковых: щирица (рис. 4*а*), горцы, марь (рис. 4*б*), сурепка, просянки, щетинники (рис. 4*в*, 4*г*), овсюг.

В случае большого запаса семян сорных растений в почве может возникнуть «вторая волна» сорняков. Но против этой группы сорняков специализированная гербицидная обработка не проводится, так как в этот период они могут оказывать существенного влияния на рост хорошо развитых растений кукурузы. Для максимального снижения интенсивности «второй волны» необходимо выбирать гербицид с пролонгированным действием, который окажет влияние на формирование «второй волны» сорных растений [37]. Эффективная защита от сорных растений с помощью гербицидов позволяет

уменьшить затраты труда и средств на выращивание кукурузы, а также себестоимость выращенного урожая. Сорная растительность уменьшает урожайность семенной кукурузы на 15-70 % [35].



а *б*

в *г*

Рис. 4. Малолетние широколистные и злаковые сорняки:
а – щирица запрокинутая (Amaranthus retroflexus);
б – марь белая (Chenopodium album L.);
в – щетинник зеленый (Setaria viridis);
г – щетинник сизый (Setaria pumila)

Из-за многообразия и биологических особенностей сорных растений практически невозможно создание универсального гербицида, поэтому необходимо подбирать сочетания гербицидов для баковых смесей с целью обеспечения эффективной защиты кукурузы [39].

Важно проводить обработку посевов кукурузы гербицидами в оптимальные сроки, так как применение их в более поздние сроки часто сопровождается скручиванием листьев, ломкостью стеблей и опорных корней кукурузы, что существенно снижает урожай [39].

Отличительной особенностью кукурузы является повышенная чувствительность ко многим классам существующих гербицидов, особенно при достижении растениями критической фазы развития (более 5 листьев). Для каждого сорта и гибрида кукурузы требуется тщательный выбор гербицида, так как они по-разному реагируют на обработку гербицидами. Корни корнеотпрысковых сорных растений в глубине почвы дают несколько ярусов отпрысков, из которых образуются подземные побеги и корневая система. Мощный вертикальный корень с горизонтальными побегами у бодяка, осота и вьюнка достигает глубоких подпахотных слоев. Вегетативные почки на вертикальных и горизонтальных корнях способны прорастать с большой глубины (до 1,5 м) и после уничтожения части растения давать новые стебли.

Среди гербицидов, разрешенных к использованию на кукурузе, имеются грунтовые, которые вносятся до всходов культуры, и послевсходовые. Действие почвенных гербицидов до появления всходов основано на том, что действующее вещество, находящееся на поверхности почвы, поглощается проростками всходов сорных растений, в результате чего они погибают. При оптимальных условиях продолжительность действия гербицида после внесения составляет до 40 дней и более. Наибольшее распространение среди грунтовых гербицидов получили те действующие вещества, которые на базе производных хлорацетанилида высокоэффективно действуют на малолетние сорняки при внесении препарата под предпосевную культивацию (оптимальное связывание действующих веществ с почвой при ее влажности 18-20 %). Послевсходовые гербициды на посевах кукурузы необходимо вносить в фазе 2-3 листьев, не дожидаясь фазы 5-7 листьев. В случае сильной засоренности посевов кукурузы злостными видами сорных растений и многолетними сорняками требуется неоднократное внесение гербицидов.

Из послевсходовых гербицидов для посевов кукурузы широкое применение получила группа сульфонилмочевин, имеющих высокую эффективность и широкий спектр действия. Эти препараты относятся к системным гербицидам, имеют высокую биологическую активность и избирательность, системное продолжительное действие и стойкость в биологических средах. Гербициды этой группы

активно поглощаются корнями и листьями сорных растений, некоторые из них отличаются замедленной скоростью детоксикации в почве и уровнем остаточной фитотоксичности. Широколистные сорняки при обработке их в фазе проростков (высота растений не более 10 см) оптимально уничтожаются. Обработку сульфонилмочевинами проводят уже при температуре +5 °С. Для снижения риска угнетения чувствительных к гербициду сельскохозяйственных культур рекомендуют использовать смесевые комбинации промышленного производства или баковые смеси с добавлением уже известных препаратов (например, хлорсульфурона или триасульфурона) к другим гербицидам [32].

Эффективность действия системных гербицидов зависит от погодных условий и степени их фитотоксичности. Стрессовыми для растения являются дни, когда минимальная дневная температура составляет менее 10 °С, а максимальная – более 30 °С. Погодные условия, способствующие росту: минимальная дневная температура составляет более 10 °С, максимальная – менее 30 °С (рис. 5) [40].

До обработки (4 дня)	После обработки (4 дня)	Риск токсичности	Эффективность
min <10° max >30° Стресс → Слабое поглощение	Стресс → Слабый метаболизм	Средний	Низкая
	Хорошо → Способствует росту	Низкий	Низкая
min >10° max <30° Среднее поглощение (нижняя влажность воздуха или фаза кукурузы < 7 листьев)	Стресс → Слабый метаболизм	Средний	Средняя
	Хорошо → Способствует росту	Низкий	Средняя
Интенсивное поглощение (высокая влажность или фаза кукурузы ≥7 листьев)	Стресс → Слабый метаболизм	Высокий	Средняя
	Хорошо → Способствует росту	Средний	Хорошая

Рис. 5. Условия эффективности системных гербицидов [40]

Интенсивной технологией предусматривается возделывание кукурузы с использованием высокоэффективных, разлагающихся за короткий период гербицидов, обеспечивающих надёжное подавление сорной растительности на полях в течение всего периода вегетации растений.

При засоренности полей преимущественно злаковыми сорными растениями (просо куриное (рис. 6*а*), щетинник сизый и зеленый, просо волосовидное, гумай (рис. 6*б*) и др.) перед посевом кукурузы вносят гербицид Дуал Голд, КЭ (1,3-1,6 л/га при оптимальной норме расхода рабочего раствора 200-300 л/га).



а *б*

Рис. 6. Злаковые сорные растения:
а – просо куриное (Echinochloa crus-galli);
б – гумай (Sorghum halepense L.)

Особенность этого гербицида – малая подвижность в почве, позволяющая применять его как до посева (под мелкую предпосевную культивацию), так и до всходов (с заделкой боронованием или без заделки). Как правило, препарат применяется на посевах кукурузы, где существует опасность сильного засорения однолетними злаковыми сорными растениями. Он подавляет и многие виды однолетних двудольных сорняков. Однако эффективность его снижается при высоком уровне засоренности посевов кукурузы, наличии многолетних и устойчивых однолетних сорняков, неблагоприятной погоды. В таких случаях вносят страховой гербицид (в фазе 3-5 листьев у кукурузы).

При использовании только послевсходовых гербицидов уход за посевами кукурузы включает в себя довсходовое боронование,

внесение гербицидов и две междурядные обработки. Вследствие того, что в первые недели после всходов культуры сорные растения существенно не влияют на урожай (период вредоносности сорняков наступает в фазах 3-10 листьев у кукурузы), уничтожение их послевсходовыми гербицидами в фазах 3-6 листьев вполне обосновано и не ведет к снижению урожая [37].

Оптимальный срок проведения обработки против сорняков у послевсходовых гербицидов более ограничен (по сравнению с почвенными), однако они подавляют не только однолетние, но и многолетние сорняки, и их эффективность мало зависит от качества обработки почвы. Кроме того, при обработке послевсходовыми гербицидами можно устанавливать норму расхода и готовить баковые смеси с учетом степени засоренности посевов, видового состава и фаз развития сорняков, что позволяет более рационально использовать имеющиеся гербициды, а в некоторых случаях снижать затраты на обработку 1 га за счет обоснованного уменьшения нормы расхода препаратов [37].

Большинство послевсходовых гербицидов для кукурузы (Пик, ВДГ, Банвел, ВР, Диален Супер, ВР и др.) подавляют только двудольные сорняки. При незначительном количестве злаковых однолетних сорняков (щетинник, куриное просо и др.) можно использовать препарат Каллисто, СК, при высоком уровне засорённости злаковыми однолетними и наличии злаковых многолетних сорняков эффективен препарат Милагро, КС. При смешанном типе засоренности высокая эффективность достигается с использованием баковых смесей (Каллисто, СК + Милагро, КС; Милагро, КС + Банвел, ВР) [37].

Анализ информационных источников показал, что лучшее развитие кукурузы без сорняков в начале вегетационного периода обеспечивают гербициды довсходового и раннепослевсходового применения. К таким гербицидам относится отечественный препарат Люмакс компании «Сингента», предназначенный для защиты кукурузы, позволяющий контролировать многие виды злаковых и двудольных сорняков в течение всего сезона при однократной обработке.

Для легкого контроля трудноискоренимых сорняков в послевсходовый период компания предлагает новый универсальный гербицид Элюмис. Действующие вещества препарата проявляют синергизм, усиливающий эффективность против широкого спектра трудноиско-

ренимых сорных растений [41]. Это подтверждается результатами исследований ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ». На основе практических исследований посевов кукурузы на юге России отмечается, что для обеспечения эффективной защиты посевов от однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорняков в условиях неблагоприятных для роста и развития культуры целесообразно применять двухкомпонентный гербицид Элюмис, МБ с нормой расхода 1,5 л/га. Его применение полностью подавляет все биологические группы сорняков в критические фазы роста кукурузы, обеспечивает длительный период защитного действия [42].

Однако при выборе гербицидов, предлагаемых компаниями, необходимо руководствоваться не только их рекомендациями, но и сведениями, представленными в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (по состоянию на 01.04.2021) [43], где приведена следующая информация о пестицидах и агрохимикатах: название, препаративная форма, содержание действующих веществ, регистрант, классы опасности, номер государственной регистрации, ограничения, дата окончания срока регистрации (число, месяц, год); норма применения препарата (л/га, кг/га, л/т, кг/т); культура, обрабатываемый объект; вредный объект; способ, время обработки, особенности применения; срок ожидания (кратность обработки); сроки выхода для ручных (механизированных) работ. Из всего количества препаратов, приведенных в каталоге, для защиты кукурузы предназначены 343 (табл. 4).

Таблица 4

Препараты, приведенные в Государственном каталоге и предназначенные для защиты кукурузы [43]

Назначение	Число	Доля от общего, %
Защита от сорных растений	231	67,35
Защита от вредителей	54	15,74
Защита от болезней	43	12,54
Повышение полевой всхожести, стимулирование и активизация ростовых и формируемых процессов, повышение урожайности	15	4,37
Всего	343	100

По данным ФГБНУ «ВНИИЗР» (на основе анализа статистических данных Минсельхоза России и ФГБУ «Россельхозцентр»), в 2019 г. в Российской Федерации было израсходовано 69,8 тыс. т средств защиты растений (на 4,8 тыс. т больше, чем в 2018 г.). Расход отечественных препаратов составил 27,6 тыс. т (40 % от общего объема применения) [44].

Для защиты кукурузы от сорной растительности [45] в разных регионах России применяют методы, которые доказали эффективность на практике. Так, в Ставропольском крае применяются три системы защиты от сорняков: безгербицидная (на основе агротехнических мер), внесение гербицидов почвенного действия и использование гербицидов по всходам [46].

Необходимо отметить, что главная задача защиты растений – снижение численности конкретных видов вредных организмов до уровня экономического порога вредоносности (ЭПВ) разными методами, включая применение пестицидов. Высокая эффективность пестицидов может быть достигнута лишь при учете особенностей биологии вредных организмов. Для оптимизации важен как видовой состав, так и численность вредных организмов (сорных растений и вредителей) [47].

В зависимости от уровня и характера засоренности почв семенами и вегетативными зачатками сорных растений необходим дифференцированный подход к проведению комплекса агротехнических и химических мероприятий. Из них наименее затратным способом контроля уровня засоренности поля является механизированный уход за растениями. При наличии на поле преимущественно однолетних пожнивных сорных растений (марь белая, щирица, просо куриное, щетинники и др.) следует предупредить их обсеменение в послеуборочный период и спровоцировать прорастание максимального количества семян. Для этого вслед за уборкой предшественника кукурузы проводится лущение стерни с последующей вспашкой на глубину 28-30 см. В процессе этого в более глубокие слои почвы перемещаются гусеницы и куколки совок, стеблевого мотылька, выпахиваются личинки щелкунов и др. Такая обработка почвы оказывает влияние на численность сорняков и вредителей в посевах кукурузы не только в год посева, но и в последующие вегетационные периоды [10].

Фитосанитарное состояние посевов кукурузы необходимо поддерживать контролем сорной растительности и вредных объектов и в культурах, находящихся в севообороте (предшественниках).

4.1. Влияние основной обработки почвы и применения гербицидов на засоренность посевов кукурузы (на примере Ставропольского края)

Как отмечается рядом исследователей, в условиях сильной засоренности почвы семенами сорняков механическими приемами на посевах кукурузы не удается добиться уменьшения количества сорной растительности. Возникает необходимость применения гербицидов, но при этом безотвальная обработка вполне может заменить отвальную вспашку. Такая замена способствует росту экономической эффективности за счет снижения производственных затрат на 11,4-15,9 %, экономии ГСМ – на 18,4-26 и сокращению фонда заработной платы на 14,2-18,2% соответственно. Переход на поверхностную обработку почвы обеспечивает также экономию времени на 7,9 нормо-смен на 100 га, снижение себестоимости 1 т зерна кукурузы на 12,6 % и увеличение уровня рентабельности на 25,8 % [48].

В связи с этим представляют интерес опыты, проведенные на базе Всероссийского НИИ кукурузы (Ставропольский край), по изучению засоренности посевов при использовании в технологии возделывания гибридов кукурузы на зерно таких агротехнических приемов, как основная обработка почвы и использование гербицидов в природно-климатических условиях степной зоны Центрального Предкавказья.

Опыты, проводимые учеными и специалистами, были двухфакторными, агротехника закладки и проведения опытов соответствовала данной зоне и культуре. Предшественник кукурузы – озимая пшеница. Двухфакторная схема опыта предусматривала изучение минимализации основной обработки почвы как самого энергозатратного элемента технологии возделывания кукурузы на различных гербицидных фонах (табл. 5).

Таблица 5

Двухфакторная схема опыта [48]

Работа	Условия, параметры
Фактор А – основная обработка почвы	
Вспашка отвальная осенью	Плуг ПН-5-35, глубина обработки – 27-30 см – контроль
Глубокая культивация весной	Культиватор КТС-10, глубина обработки – 14-16 см
Минимальная обработка осенью	Культиватор КПЭ-3,8, глубина обработки – 14-16 см
Фактор Б – гербициды	
Без гербицидов	Контроль
Харнес (3 л/га)	До всходов
Луварам (1,5 л/га)	В фазе 3-5 листьев кукурузы
Титус (40 г/га) + Хармони (7 г/га) – баковая смесь	

Опыты проводились на среднеспелом гибриде кукурузы Валентин. Закладка опытов осуществлялась методом организованных повторений с рандомизированным размещением делянок. Общая площадь делянки 63 м^2, учетная – 21 м^2, повторность опытов – четырехкратная.

По истечении трехнедельного срока после применения послевсходовых страховых гербицидов учитывались видовой состав сорных растений, их количество и масса. В контрольном варианте (вспашка, без гербицидов) произрастали 17 видов сорных растений: 13 – двудольных и 4 – однодольных (табл. 6). В основном посевы кукурузы в контрольном варианте были засорены однодольным однолетним мышеем сизым (41,2 % от общего количества сорной растительности), но по количественному составу преобладали двудольные сорные растения (56,5 %), в том числе амброзия полыннолистная (15,4 %), яснотка стеблеобъемлющая (14,2) и лебеда татарская (10,4 %).

Минимальная обработка почвы осенью без применения гербицидов способствовала увеличению общей численности сорных растений (равномерно двудольных и однодольных) в 1,5 раза, в основном за счёт однолетних сорняков – амброзии полыннолистной и мышея сизого. Общая численность многолетних сорных растений увеличи-

валась в 2,3 раза (за счёт гумая, осота жёлтого и ежевики). Основная минимальная обработка почвы весной способствовала уменьшению количества растений амброзии полыннолистной в 1,5 раза. Но при этом резко увеличивалось количество многолетних сорных растений: ежевики (в 5,3 раза), вьюнка полевого (в 3 раза) и осота жёлтого (в 2,5 раза). Общее количество сорных растений при применении основной минимальной обработки почвы весной увеличивалось на 37,3 %, а при применении гербицидов Харнеса и Луварама сокращалось в 2,5 раза. Были уничтожены в основном однолетние двудольные и многолетние однодольные сорные растения.

Значительное снижение численности отмечено по однолетним однодольным сорнякам. Против многолетних двудольных сорняков, таких как ежевика и вьюнок полевой, гербициды Харнес и Луварам не эффективны, а осот жёлтый восприимчив к ним. Для снижения численности сорняков наиболее эффективным приемом была вспашка (основная обработка почвы) – сорных растений стало меньше в 1,3 и 1,7 раза соответственно по сравнению с минимальной основной обработкой почвы весной и осенью.

Аналогичные тенденции наблюдались при применении баковой смеси Титус + Хармони в фазу 4 листьев – безотвальные обработки по отношению к контролю способствовали увеличению засорённости в 1,7 и 1,8 раза соответственно. Особенность данных гербицидов заключается не в уничтожающем, а угнетающем действии на сорняки, что выражается в существенном уменьшении массы всех видов сорняков в данном варианте за исключением ежевики и вьюнка полевого: со вспашкой в основную обработку почвы – в 4,9 раза, с минимальной основной обработкой почвы, проводимой весной и осенью, – в 2,1 и 5,9 раза соответственно.

Внесение гербицидов Харнес и Луварам способствовало ещё большему снижению массы сорной растительности: с минимальной основной обработкой почвы весной – в 4,2 раза, со вспашкой – в 7,2, с минимальной обработкой почвы осенью – в 8,9 раза. На массу таких многолетних двудольных сорняков, как ежевика и вьюнок полевой, данные гербициды влияние не оказывали. Осот жёлтый при применении осенних основных обработок почвы этими гербицидами уничтожался полностью, а при весенней обработке почвы его масса уменьшалась в 2,7 раза.

Влияние основной обработки почвы и применяемых гербицидов через три недели после применения

Гербицид	Вариант основной обработки почвы	Сорняки						
		двудольные						
		однолетние						
		амброзия полынолистная	яснотка стебле-объемлющая	подмаренник цепкий	лебеда татар-ская	молочай огородный	щирица запрокинутая	гречишка вьюнковая
Контроль (без гербици-дов)	Вспашка	4 (84)	3,7 (13)	-	2,7 (6)	0,3 (-)	0,3 (1)	0,3 (1)
	МОО* осенью	6,7 (164)	2,7 (7)	-	3,3 (15)	-	1,3 (8)	0,7 (1)
	МОО* весной	2,7 (92)	1,7 (11)	-	4 (7)	-	2,3 (5)	0,3 (1)
Харнес, Луварам	Вспашка	0,7 (8)	-	-	0,7 (1)	-	1 (2)	-
	МОО* осенью	2,7 (1)	-	0,3 (1)	0,3 (1)	0,3 (2)	0,3 (1)	1,3 (1)
	МОО* весной	0,3 (1)	-	-	0,3 (1)	0,3 (3)	-	-
Титус + + Хармони	Вспашка	4,7 (10)	4 (3)	0,3 (1)	1 (1)	0,3 (1)	-	-
	МОО* осенью	4,7 (10)	4,7 (4)	-	3,7 (4)	0,7 (-)	-	-
	МОО* весной	2,7 (18)	3,7 (3)	-	2,7 (5)	- (1)	0,7 (1)	0,3 (1)

*МОО – минимальная основная обработка почвы.

Таблица 6

на количество (массу) сорняков в посевах кукурузы страховых гербицидов, шт/м² (г/м²) [48]

Сорняки										Всего
двудольные						однодольные				
многолетние								однолетние		
ежевика	вьюнок полевой	лопух войлочный	одуванчик лекарственный	осот розовый	осот желтый	пырей ползучий	гумай	мышей сизый	просо куриное	
0,7 (1)	1 (9)	0,3 (4)	-	-	1,3 (27)	0,3 (1)	0,3 (1)	10,7 (67)	-	26 (215)
2,7 (14)	0,7 (8)	-	0,3 (1)	0,3 (1)	2,7 (15)	1 (4)	3 (10)	15,3 (77)	-	39 (330)
3,7 (13)	3 (40)	-	-	0,7 (7)	3,3 (78)	0,7 (2)	-	13,7 (42)	-	35,7 (298)
2 (5)	1 (3)	-	-	-	0,3 (1)	-	0,7 (6)	4 (4)	-	10,3 (30)
2 (18)	0,3 (3)	0,3 (1)	-	-	-	0,7 (1)	-	9,3 (7)	-	17,7 (37)
4,7 (9)	3 (18)	-	-	-	1,7 (29)	0,3 (3)	-	2,3 (7)	-	13 (71)
0,7 (3)	1,3 (8)	-	-	-	0,7 (8)	-	0,7 (1)	6 (3)	0,3 (5)	19,7 (44)
2,3 (1)	0,7 (6)	-	-	-	1,3 (11)	-	1 (2)	16 (18)	-	35,3 (56)
3,7 (21)	6 (43)	0,3 (1)	-	0,3 (2)	2,3 (16)	0,7 (1)	-	9,7 (31)	-	33 (144)

Перед уборкой по сравнению с началом вегетации произошли изменения как в видовом составе сорняков, так и во влиянии отдельных факторов на засоренность посевов кукурузы. Из посевов исчезли осот розовый, одуванчик лекарственный, подмаренник цепкий, лопух войлочный, но появилась ярутка полевая. Отмечено, что на безгербицидном фоне по всем вариантам основной обработки почвы произошло увеличение численности амброзии полыннолистной, щирицы запрокинутой, гумая и ежевики по осенним основным обработкам почвы за счёт уменьшения количества других сорных растений (табл. 7). При применении вспашки посевы кукурузы в основном были засорены амброзией полыннолистной (28,2 %), гумаем (22,1) и мышеем сизым (20,3 %). При применении минимальной основной обработкой почвы осенью – амброзией полыннолистной (32,3 %), мышеем сизым (26,6) и ежевикой (11,7 %), а весной – амброзией полыннолистной (30 %), мышеем сизым (20) и щирицей запрокинутой (16,7 %). Общее количество сорняков по вариантам основной обработки почвы выравнялось за счёт увеличения их численности в варианте со вспашкой и некотором уменьшении при минимальных основных обработках почвы.

Применение гербицидов приводило не только к сдерживанию количества сорняков по сравнению с началом вегетации при вспашке, но и к снижению численности их при минимальных обработках почвы. При однократном применении баковой смеси (Титус + Хармони) на кукурузе в фазе 4 листьев на фоне вспашки обеспечивало уменьшение количества всех видов сорняков, за исключением многолетних двудольных, таких как ежевика и вьюнок полевой. При проведении минимальных основных обработок почвы численность амброзии полыннолистной не изменялась, отмечалось увеличение количества многолетнего однодольного гумая.

В варианте со вспашкой при использовании данных гербицидов посевы кукурузы в основном были засорены многолетними двудольными сорными растениями: вьюнком полевым (31,2 %), ежевикой (22,2) и в меньшей степени амброзией полыннолистной (18,3 %). В варианте с минимальной основной обработкой почвы осенью – мышеем сизым (21,7 %), амброзией полыннолистной (20,4) и ежевикой (16,1), а весной – мышеем сизым (25,2), ежевикой (17,2) и вьюнком полевым (16 %).

Таблица 7

Влияние основной обработки почвы и применяемых гербицидов на количество сорных растений в посевах кукурузы перед уборкой, шт/м² [48]

Гербицид	Вариант основной обработки почвы	Сорняки																Всего
		двудольные													однодольные			
		однолетние							многолетние						однолетние			
		амброзия полынолистная	яснотка стеблеобъемлющая	подмаренник цепкий	лебеда татарская	молочай огородный	щирица запрокинутая	гречишка вьюнковая	ежевика	вьюнок полевой	лопух войлочный	одуванчик лекарственный	осот розовый	осот желтый	пырей ползучий	гумай	мышей сизый	просо куриное	
Контроль (без гербицидов)	Вспашка	9,3	0,7	-	1,7	-	2	-	2	1,7	-	-	-	0,7	-	7,3	6,7	1	33
	МОО* осенью	11,3	0,3	0,7	0,7	-	4	-	4,1	-	0,3	-	-	0,7	-	4	9,3	-	35
	МОО* весной	9	-	-	1,7	0,3	5	0,3	3,3	0,7	-	-	-	1,7	-	1,7	6	-	30
Харнес, Луварам	Вспашка	1,7	-	-	-	-	2,7	-	1	-	-	-	-	2	-	0,3	1,7	-	9
	МОО* осенью	-	0,3	0,7	-	-	0,7	1	3,7	4	-	-	-	0,3	0,3	-	2,7	-	14
	МОО* весной	0,3	-	-	0,3	0,7	-	0,7	5,3	0,7	-	-	-	1,7	-	-	3,7	-	13

Продолжение табл. 7

Гербицид	Вариант основной обработки почвы	Сорняки																	Всего
		двудольные													однодольные				
		однолетние							многолетние						однолетние				
		амброзия полынолистная	яснотка стеблеобъемлющая	подмаренник цепкий	лебеда татарская	молочай огородный	щирица запрокинутая	гречишка вьюнковая	ежевика	вьюнок полевой	лопух войлочный	одуванчик лекарственный	осот розовый	осот желтый	пырей ползучий	гумай	мышей сизый	просо куриное	
Титус + Хармони	Вспашка	3,3	0,3	-	-	-	-	-	4	5,7	-	-	-	2,3	-	0,7	1,7	-	18
	МОО* осенью	4,7	0,3	0,3	2,7	-	0,7	-	3,7	0,7	-	-	-	-	-	3	5	1,3	23
	МОО* весной	2,7	0,3	-	2	0,3	0,7	0,7	4,3	4	-	-	-	2,7	-	1,3	6,3	-	25

*МОО – минимальная основная обработка почвы.

При применении гербицидов Харнес и Луварам общее количество сорных растений ко времени уборки кукурузы по сравнению с началом её вегетации оставалось неизменным при минимальной весенней основной обработке почвы и уменьшалось при вспашке (на 14,4 %) и осенней минимальной основной обработке почвы (на 26,4 %) за счёт уничтожения амброзии полыннолистной и сокращения численности мышея сизого. На данном гербицидном фоне в варианте со вспашкой в посевах кукурузы в основном произрастали двудольные сорняки: щирица запрокинутая (30 %) и осот жёлтый (22,2), а в варианте с минимальной основной обработкой почвы осенью – многолетние двудольные сорняки – вьюнок полевой (28,6) и ежевика (26,4); в варианте с минимальной основной обработкой почвы весной – ежевика (40,8) и мышей сизый (28,5 %).

Исследователи на основе проведенного анализа действия изучаемых приемов технологии возделывания кукурузы (при усреднении влияния второго фактора) на количественный состав сорных растений и их массу отмечают, что осенняя минимальная основная обработка почвы способствует увеличению общего количества сорняков в 1,5 раза, в первую очередь за счет однодольных (мышей сизый и гумай), а также двудольных, таких как амброзия полыннолистная, ежевика и осот жёлтый (табл. 8). При этом в посевах кукурузы в 3 раза увеличилось количество многолетних сорняков.

Таблица 8

Влияние основной обработки почвы и применения гербицидов на засоренность посевов кукурузы [48]

Фактор	Прием технологии	Сорные растения								
		через три недели после применения гербицидов					перед уборкой			
		однодольные, %	двудольные, %	многолетние, %	всего, шт/м^2	масса, г/м^2	однодольные, %	двудольные, %	многолетние, %	всего, шт/м^2
А	Вспашка осенью	41,1	58,9	7	18,7	96	32,3	67,7	46,2	20
	МОО* осенью	50,3	49,7	21	30,7	141	26	74	34,4	24

Продолжение табл. 8

Фактор	Прием технологии	Сорные растения								
		через три недели после применения гербицидов					перед уборкой			
		однодольные, %	двудольные, %	многолетние, %	всего, шт/м^2	масса, г/м^2	однодольные, %	двудольные, %	многолетние, %	всего, шт/м^2
А	МОО* весной	33,5	66,5	42,2	27,2	171	27,9	72,1	40,2	22,7
Б	Без гербицидов	44,6	55,4	25,8	33,6	281	36,7	63,3	28,8	32,7
	Харнес, Луварам	42,1	57,9	41,4	13,7	46	24,2	75,8	53,6	12
	Титус + Хармони	39,1	60,9	25,8	29,3	81	29,2	70,8	49,1	22

*МОО – минимальная основная обработка почвы.

Оставление поля без обработки осенью и проведение основной обработки почвы весной способствовали резкому увеличению (в 6 раз) количества двудольных (в основном многолетних) сорняков, таких как ежевика, вьюнок полевой и осот жёлтый. При этом общее количество сорной растительности увеличивалось в 1,8 раза. По мнению специалистов, это необходимо учитывать при переходе к возделыванию полевых культур по системе No-Till и подбирать такие химические средства защиты, спектр действия которых ориентирован на двудольные сорные растения.

По результатам испытания гербицидов отмечается, что их действие на сорняки было более выраженным. Указано, что при анализе их влияния на численность сорняков в комплексе с основной обработкой почвы наиболее значимый эффект от применения гербицидов наблюдался в варианте с использованием Харнеса с Луварамом (гибель сорняков составила 83,7 %). Внесение препаратов Титус + + Хармони имело более низкую результативность (уничтожено 31,4 % сорняков). Аналогичные результаты получены и в отношении массы сорной растительности. Двукратное применение гербицидов – до всходов (Харнес) и в фазе 4 листьев кукурузы (Луварам) способство-

вало снижению массы сорняков в 6,1 раза. Однократное внесение баковой смеси Титус + Хармони в фазе 4 листьев кукурузы уменьшило массу сорной растительности в 3,5 раза. При этом Харнес и Луварам уничтожали как однодольные, так и двудольные сорняки, а баковая смесь Титус + Хармони более эффективна против однодольных сорных растений (их доля в общей массе сорняков уменьшилась до 39,1 %).

Перед уборкой кукурузы роль основной обработки почвы уменьшилась за счёт некоторого увеличения количества сорняков по сравнению с началом вегетации кукурузы при вспашке (на 7 %) и их уменьшения в вариантах с минимальными обработками почвы: при осенней обработке (на 27,9 %) и при весенней (на 19,8 %). При этом, если в варианте со вспашкой в основную обработку почвы отмечено сорняков 20 шт/м^2, то при минимальной основной обработке почвы весной – 22,7, а осенью – 24 шт/м^2. По всем вариантам основной обработки почвы осенью было отмечено увеличение количества двудольных сорняков. Следовательно, в фазу полной спелости растений кукурузы в её посевах в данных вариантах в основном были распространены двудольные сорняки (от 67,5 % при вспашке до 74 % при осенней минимальной основной обработке почвы). Также увеличивалась доля многолетних сорняков: при вспашке – в 6,6 раза, при минимальной основной обработке – в 1,6 раза. При весенней основной обработке почвы соотношение одно- и двудольных и одно- и многолетних сорняков не изменилось. В то же время влияние гербицидов не уменьшилось, а баковой смеси Титус + Хармони даже увеличилось: гибель сорняков по сравнению с контролем составила 53,9 % (в конце июня этот показатель был в 1,7 раза ниже). В варианте без применения гербицидов численность сорняков была такая же, как и в начале вегетации растений кукурузы [48].

Таким образом, ученые и специалисты, проводившие исследования по воздействию основной обработки почвы и применяемых гербицидов на рост, численность и видовой состав сорных растений, отмечают, что минимизация основной обработки почвы возможна только в комплексе с обязательным применением гербицидов, эффективных против двудольных сорняков.

5. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В КОМПЛЕКСНОЙ (ИНТЕГРИРОВАННОЙ) СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ СОРНЯКОВ

Для защиты сельскохозяйственных растений, в том числе кукурузы, от сорной растительности наиболее эффективной считается комплексная (интегрированная) система, сочетающая в себя агротехнические, биологические, химические, экологические и другие методы, поддерживающие численность вредных организмов ниже порога вредоносности, а также возделывание устойчивых сортов и гибридов [49-52]. Такая система защиты кукурузы от сорняков и вредителей отличается научно обоснованным комплексным подходом, принимаемые меры имеют мониторинговую систему, использующую естественные механизмы регуляции (устойчивые сорта и гибриды, прогноз и профилактика вредных факторов и др.) [49]. В табл. 9 приведены основные элементы (методы) интегрированной системы защиты кукурузы от сорной растительности.

Кроме указанных методов защиты посевов кукурузы от сорной растительности, используются специальные методы, а также сочетание различных приемов, в том числе инновационных, позволяющих сохранить урожай кукурузы и его качество. Примером может служить применение биологического стимулятора роста и развития растений – Стиммунол ЕФ, разработанного в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» на основе природных биологически активных веществ сигнального действия, выделенных из компостного червя гибридной популяции.



Таблица 9

Основные методы интегрированной системы защиты кукурузы от сорных растений

Методы	Достоинства	Недостатки
Агротехнические (севооборот, обработка почвы, очистка и сортировка семян, сроки и способы посева, удобрения, сроки и способы уборки урожая; провокация семян к прорастанию; механическое и физическое уничтожение; истощение; удушение; высушивание; вымораживание и др.)	Уменьшение на 50-60 % засоренности посевов сорными растениями; повышение конкурентоспособности растений кукурузы путем создания благоприятных условий жизнедеятельности; подавление возбудителей болезней и вредителей	
Биологические (целенаправленное использование различных живых организмов – бактерий, вирусов, грибов, насекомых и др.) для избирательного уничтожения сорняков	Длительный эффект воздействия при сравнительно небольших первичных затратах	Узкая избирательность действия; потенциальная опасность для других полезных видов, создаваемая вводимыми в агрофитоценоз организмами
Химические (использование гербицидов)	Высокая эффективность, относительная простота технического применения, избирательность действия	Большие экономические затраты; негативное воздействие на окружающую среду; опасность применения для здоровья человека и качества продукции; при совершенствовании гербицидов сорняки вырабатывают устойчивость к химическим средствам, что создает экологические проблемы; сокращение экономических издержек в сельскохозяйственном производстве делает химические методы менее перспективными по сравнению с биологическими
Физические (применение укрывных материалов, сжигание, высушивание, вымораживание и др.)		

Препарат, обладая полифункциональным действием, системно повышает устойчивость растений к комплексу патогенных микроорганизмов, уменьшает стрессовое воздействие пестицидов и других неблагоприятных факторов среды, при положительном влиянии на ростовые и фотосинтетические процессы в растениях способствует увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур. При совместном использовании с гербицидами не уменьшает эффективности их действия на сорные растения. Производство препарата освоено в ООО «ЭкоПроект-НТ» (с. Петропавловка Воронежской обл.) [53]. ФГБНУ «ВНИИЗР» разработаны регламенты применения препарата для кукурузы: сроки применения – по вегетации в смеси с гербицидами; норма расхода – 40 мл/га; среднее увеличение урожайности к контролю (результаты исследований) – 15 %, 6,6 ц/га [54]. Производственная оценка эффективности Стиммунола ЕФ в качестве антистрессанта и стимулятора роста и развития растений кукурузы (Воронежская обл., К(Ф)Х «Пивоваров») в 2013-2016 гг. показала прибавку урожайности на 3,1 ц/га (10,6 %). Обработка проводилась в фазе 5-8 листьев кукурузы [53].

5.1. Современный подход к защите кукурузы от сорных растений

Эффективность гербицидной защиты кукурузы от сорняков зависит от спектра и скорости действия препаратов. Так, по рекомендациям специалистов, послевсходовые гербициды должны в своем составе иметь не менее двух действующих веществ подавления роста однодольных и двудольных сорных растений, в том числе многолетних. Практическую значимость представляет гербицид Майстер® (ВДГ) компании «Байер КропСайенс», в составе которого два действующих вещества – форамсульфурон (300 г/кг) и йодосульфурон (10 г/кг). Исследование эффективности гербицида во Всероссийском НИИ кукурузы (Ставропольский край) показало, что Майстер® подавляет ростовые процессы у сорных растений эффективнее, чем сравниваемые препараты, в частности сильнее угнетается амброзия полыннолистная *(Ambrosia artemisifolia)* [55].

Для защиты кукурузы от сорняков компания «Сингента» предлагает препарат с оригинальным действующим веществом – специализированный гербицид Каллисто, СК (480 г/л) [56]. Действующее вещество Каллисто (мезотрион) синтезировано на основе вещества, выделяемого кустарником *Callistemon citrinus* и оказывающего сильное токсическое действие на другие растения. Мезотрион стал базовым для нового семейства гербицидов, ярким представителем которого является Каллисто.

Как отмечают специалисты, современный подход к защите кукурузы от сорняков основан на пяти принципах. Вначале решаются проблемы трудноискоренимых сорняков. Гербицид Каллисто действует на подавление таких сорных растений, как осот, бодяк, вьюнок, амброзия, канатник и ряда других двудольных сорняков. Так, уже через несколько дней после обработки мощные и сочные листья осотов похожи на папиросную бумагу. Кроме того, Каллисто угнетающе действует и на однолетние злаковые сорняки (наиболее сильно в раннюю фазу их развития).

Второй принцип заключается в том, что при сильной засоренности полей различными видами сорных растений необходимо подбирать препараты-партнеры для комплексной защиты посевов. В этом оптимальную помощь Каллисто оказывает другой специализированный гербицид компании «Сингента» – Милагро, который эффективен против однолетних и многолетних злаковых сорняков. Следующие два принципа тесно взаимосвязаны: обеспечение безопасности культурных растений и возможность применения препаратов в оптимальные сроки. Кукуруза является очень чувствительной культурой к применению гербицидов, особенно в фазе 6-7 листьев, в период начала формирования и дифференциации генеративных органов, активизации роста вторичных корней. Гербицидные обработки, проводимые в этот период, могут уменьшить число боковых веток на метелке и зерен в початке. Препарат Каллисто благодаря мягкому действию можно применять до фазы 8 листьев. Даже при увеличении нормы расхода препарата в 2 раза признаки фитотоксичности отсутствуют. Такое преимущество гербицида расширяет временные пределы его применения и позволяет проводить работы по опрыскиванию посевов кукурузы в оптимальные сроки.

Пятый принцип современного подхода к защите кукурузы от сорняков заключается в обеспечении безопасности персонала и сохранности окружающей среды [56].

Для современной защиты кукурузы компания «Сингента» предлагает новый высокотехнологичный гербицид Элюмис, разработанный на основе эффективной смеси Милагро + Каллисто. В его состав входят два действующих вещества (никосульфурон и мезотрион), которые, дополняя друг друга в смеси, проявляют синергизм. Никосульфурон поглощается листьями и стеблями сорняков, блокирует синтез белка в клетках сорных растений (является типичным ALS-ингибитором). Мезотрион – ингибитор специфического растительного фермента, принимающего участие в синтезе каротиноидов, расширяющих спектр поглощения хлорофилла (является ингибитором фотосинтеза) [57].

Различные механизмы действия активных веществ препарата Элюмис позволяют эффективно применять его почти против всех видов сорняков в посевах кукурузы. Препарат благодаря сбалансированному сочетанию двух действующих веществ способен контролировать даже слабочувствительные или устойчивые к другим гербицидам двудольные сорные растения.

Использование гербицида Элюмис дает возможность контролировать все основные виды сорных растений: крестоцветные, виды щирицы, лебеды, дурман обыкновенный, паслен черный, падалицу подсолнечника и рапса, галинсогу, осот (желтый, розовый, огородный), виды фиалок, портулак огородный и др. Он высокоэффективен против многолетних видов злаковых сорняков (пырея, гумая), а также ряда однолетних сорняков (видов щетинника, куриного проса, лисохвоста).

Препарат обладает почвенным действием (за счет мезотриона) и способен контролировать повторное появление двудольных сорняков при наличии влаги в верхнем слое почвы. Широкое окно применения гербицида (от 3-6 до 8 листьев) позволяет эффективно бороться с сорняками даже при более позднем использовании препарата, когда другие гербициды могут вызвать фитотоксичность.

По данным компании-разработчика, применение Элюмис в качестве послевсходового препарата на кукурузе показало высокую эффективность и селективность для культуры при поздних обработках.

Компания «Сингента» рекомендует гербицид Элюмис к применению с нормой 1-2 л/га. При засорении посевов кукурузы однолетними сорняками (как злаковыми, так и двудольными) рекомендуемая норма применения – 1,4-1,5 л/га. В случае преобладания многолетних (злаковые или двудольные) видов сорных растений, а также против переросших трудноискоренимых сорняков норму внесения необходимо увеличивать до 1,7-2 л/га. Норма внесения препарата определяется с учетом активности роста и развития сорняков. В стрессовых условиях у сорных растений замедляется обмен веществ, это также требует увеличения нормы расхода гербицида.

Также особенностью гербицида Элюмис является его современная препаративная форма – масляная дисперсия, включающая в себя сурфактант, который улучшает удержание рабочего раствора на поверхности сорных растений и способствует лучшему проникновению препарата. Таким образом, применение Элюмиса позволяет комплексно обеспечивать защиту посевов кукурузы от однолетних и многолетних сорняков [57].

Инновационное действующие вещество для борьбы с однолетними и многолетними двудольными сорняками в посевах кукурузы содержит первый в России мультифазный двухкомпонентный селективный системный гербицид Визион, ВДГ компании ЮПЛ [58].

Отличительная особенность гербицида – мультифазность (возможность использования одного и того же препарата от довсходового периода до фазы 6 листьев).

Применив его в наиболее подходящую фазу, можно обеспечить защиту кукурузы в гербокритичный период.

Механизм работы действующих веществ и их преимущества:

- Амикарбазон (химический класс – триазолоны) обладает системным и почвенным действием, обеспечивающим контроль широкого спектра двудольных и некоторых злаковых сорняков в течение длительного периода. Действующее вещество, проникая через корни и листья в сорняк, перемещается к ростовым побегам и листьям, где накапливается и ингибирует фотосинтез, вызывая пожелтение листьев и отмирание сорняков. Благодаря амикарбазону гербицид обладает эффектом быстрого действия на сорняки, так называемым эффектом «сжигания»;

■Мезотрион (химический класс – трикетоны) – эффективное системное действующее вещество с почвенной активностью.

Благодаря синергизму амикарбазона и мезотриона, входящих в состав гербицида Визион, ВДГ, обеспечиваются эффективное подавление широкого спектра сорных растений (более 200 видов двудольных и некоторых злаковых) и продолжительный контроль последующих волн сорняков, а также быстрое проявление визуального эффекта действия препарата на сорняки («эффект сжигания»). Использование амикарбазона в гербициде способствовало снижению концентрации мезотриона на 1 га по сравнению с препаратами, содержащими это действующее вещество, что позволило минимизировать его возможное последействие на последующую культуру. На основе испытаний гербицида Визион, ВДГ в России и опыта использования препарата в других странах компанией ЮПЛ были разработаны программы применения Визион ПРО и Визион НЕО.

При довсходовом или ранневсходовом применении (до фазы 3 листьев) компания предлагает два варианта решения: комбинация препарата Визион, ВДГ с препаратом Стрим, КЭ или с препаратом Пропонит КЭ (табл. 10).

Таблица 10

Варианты применения гербицида Визион, ВДГ [58]

Программа Визион ПРО	
Довсходовое	Довсходовое (при сильном злаковом засорении); до фазы 3 листьев
Визион, ВДГ (0,28 кг/га) + + Стрим, КЭ (1,5 л/га) (С-метолохлор, 960 г/л)	Визион, ВДГ (0,28 кг/га) + Пропонит, КЭ (2,5 л/га) (пропизохлор, 720 г/л)
Программа Визион НЕО	
В фазе 2-6 листьев культуры	
Визион, ВДГ (0,25 кг/га) + Никобел, КС (1,3 л/га) (никосульфурон, 40 г/л) – при однолетних злаковых сорняках (щетинники, овсюг, просо куриное, мятлик и др.) и в фазе их развития от 1-3 листьев, но до начала кущения	Визион, ВДГ (0,25 кг/га) + Никобел, КС (1,5 л/га) (никосульфурон, 40 г/л) – при многолетних злаковых сорняках (пырей ползучий, гумай, свинорой пальчатый и др.) и переросших однолетних злаковых сорняках (стадия – конец кущения и выше)

Ряд гербицидов для защиты посевов кукурузы от сорной растительности приведен в табл. 11.

Таблица 11

Примеры современных гербицидов от сорняков в посевах кукурузы

Марка, компания	Тип	Назначение	Механизм действия
Каллисто®, «Сингента»	Селективный, системный, послевсходовый	Борьба с однолетними и многолетними широколистными, а также некоторыми однолетними злаковыми сорняками в посевах кукурузы	Мезотрион блокирует действие важного растительного энзима п-гидрокси-фенил-пируват-дегидрогеназы
Элюмис, «Сингента»	Комплексный, двухкомпонентный	Борьба с однолетними и многолетними злаковыми и двудольными сорняками	Два действующих вещества: никосульфурон и мезотрион
Майстер® ВДГ, «Байер КропСайенс»	Послевсходовый	Подавление роста одно- и двудольных сорных растений	Два действующих вещества: форамсульфурон (300 г/кг) и йодосульфурон (10 г/кг)
Визион, ВДГ, ЮПЛ	Мультифазный двухкомпонентный селективный системный	Борьба с однолетними и многолетними двудольными сорняками в посевах кукурузы	Два действующих вещества: амикарбазон (280 г/кг) и мезотрион (288 г/кг)

Исследования компании «Клеффманн Групп» показали, что в технологиях по защите кукурузы в 2017 г. чаще всего применялись селективные гербициды российской компании «Август», а также компаний «Bayer CS» и «Syngenta». Среди типов средств защиты растений на кукурузе гербициды составили 91 % (рис. 7) [59].

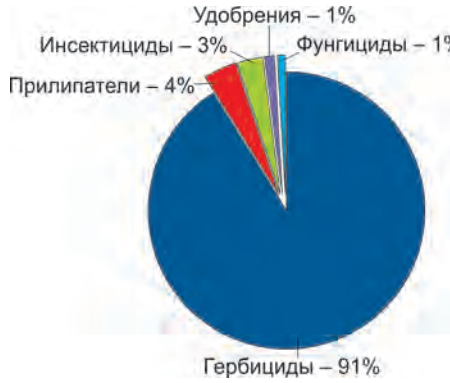


Рис. 7. Структура применения средств защиты растений на кукурузе по типам в 2017 г., % [59]

Успех в защите посевов кукурузы в значительной степени зависит от качества используемых химических препаратов и производственного опыта предприятий, на которых их изготавливают [60]. Компания «Агро Эксперт Груп» – российское инновационное предприятие, химическое производство которого расположено в г. Волгограде, выпускает следующие препараты с учетом запросов сельскохозяйственных предприятий: Протект Форте, Кинг Комби, Лигат, Тотал 480 и др.

Все производственные процессы на предприятии компьютеризированы, участие человека минимально, что позволяет избежать ошибок, вызванных «человеческим фактором». В результате начатой в 2019 г. роботизации фасовки (на фасовочной линии работают два робота) продукция фасуется без участия человека, что позволило повысить производительность и качество производимой продукции.

Лаборатория предприятия оборудована современным контрольно-измерительным оборудованием, которое позволяет отслеживать качество продукции при производстве. Вспомогательные компоненты для изготовления средств защиты растений приобретаются у всемирно известных европейских компаний, а анализ действующих веществ и готового продукта проводится в аккредитованной лаборатории «Агро Эксперт Груп», а также независимой компанией SGS. Химики и технологи компании смогли добиться перевода ацетами-

прида в жидкую стабильную форму, в результате на российском рынке появился препарат, аналогов которому нет – инсектицид Декстер.

В качестве площадки для испытания новых препаратов компания использовала одно из ведущих сельскохозяйственных предприятий Омской области – СПК «Пушкинский». Так, для посевов кукурузы на протяжении нескольких лет отработана гербицидная защита (баковая смесь Хорс 0,08 кг/га + Мономакс 0,5 л/га). Эта смесь уничтожает все вегетирующие сорные растения, но имеет единственный недостаток – отсутствие «почвенного экрана». Для этих целей компания «Агро Эксперт Груп» разработала и выделила для испытаний в хозяйстве новейший препарат Суперкорн, который защищает культуру как от вегетирующих сорняков, так и создает надежный «почвенный экран» и сдерживает последующую «волну» сорных растений. Поскольку универсальных препаратов не бывает (у каждого хозяйства свои условия), компания предлагает комплексные решения – препараты с широким спектром действия и учетом индивидуальных потребностей конкретного хозяйства в защите той или иной сельскохозяйственной культуры [60].

Эффективную защиту посевов кукурузы от сорняков применяют в ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области (табл. 12). Применяемые гербициды имеют достаточно высокую биологическую эффективность – около 90 % (на 20 % выше, чем при использовании междурядных обработок) [61].

Таблица 12

Гербицидная защита кукурузы на зерно в ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области [61]

Препарат	Норма расхода, л (кг/га, т)
Осеннее внесение	
Стернифаг	0,08
Спрут Экстра (62 % площади) 2,6×0,62	1,55
Весеннее внесение	
Кассиус, ВРП +	0,045
Дротик, ККР +	0,6
Сателлит, Ж	0,2
Имидор, ВРК	0,3
Лакмус	0,03

Применяемая в хозяйстве система защиты кукурузы от вредных организмов заключается в следующем: после уборки предшественника для подавления почвенных фитопатогенов используется почвенный биофунгицид Стернифаг (споры гриба *Trichoderma harzianum*).

5.2. Метод раннего контроля сорняков в посевах кукурузы

Одним из факторов, позволяющих получать высокие урожаи кукурузы, является ранний контроль сорной растительности в посевах культуры [4]. Выращиваемая на зерно кукуруза в ранние периоды роста очень восприимчива и практически не может конкурировать с сорняками после всходов в течение 25-30 дней. В этот период культура особенно чувствительна к сорным растениям, которые активнее, чем растения кукурузы, потребляют питательные вещества из почвы, воду и конкурируют за свет, быстро занимая верхний ярус. Наличие пяти экземпляров однолетних и одного-двух многолетних сорняков на 1 м^2 снижает продуктивность кукурузы на 1 ц/га.

Кукуруза относится к числу наиболее слабых конкурентов сорнякам. Растения кукурузы подавляют сорняки в 10 раз хуже по сравнению с озимой пшеницей и в 3 раза – с подсолнечником. В посевах кукурузы на ранних стадиях развития создаются весьма благоприятные условия для прорастания семян разных видов сорняков. Сорные растения прорастают при сравнительно низких температурах и всходят раньше кукурузы, а более теплолюбивые – одновременно с ней. Сорняки развиваются интенсивнее кукурузы, начиная с фазы 3 листьев сильно подавляют её, отнимая питательные вещества и влагу, что приводит к существенному недобору урожая. По мнению специалистов, кукуруза весьма чувствительна к сорным растениям до фазы 8 листьев. К этому времени сорняки не только нанесут ущерб культуре, но и основательно окрепнут. Считается, что 30 % потерь урожайности от засорённости непременно сопутствуют такие же потери и от засухи (в сумме 60 %). От засорённости на начальных этапах роста и развития кукурузы напрямую зависит количество зёрен в початке. В этот период на протяжении 20-30 суток в посевах кукуру-

зы сорняков быть не должно. При более позднем появлении сорняки оказывают меньшее влияние на урожай. Поэтому защиту кукурузы от сорных растений необходимо начинать как можно раньше [62].

Растения кукурузы в период роста от 3 до 8 листьев особенно остро конкурируют с сорняками за солнечный свет. Так как эта культура относится к растениям, имеющим С-4 тип фотосинтеза, для нее качество света критически важно. Листья кукурузы, уклоняясь от затенения, изменяют свою ориентацию в пространстве, сами растения начинают расти в сторону, свободную от сорняков. Происходит ассиметричный рост растений кукурузы, у них удлиняется побег, нарушается пропорция между стеблем и корневой системой. Такие условия благоприятствуют развитию сорных растений.

Для формирования урожая кукурузы критическими считаются следующие периоды:

- фаза 2-3 листьев – происходит дифференциация зачаточного стебля;
- фаза 5-6 листьев – определяется размер початка;
- 10 дней до выметывания и 20 дней после окончания цветения – растения накапливают до 75 % органической массы.

Засуха, переувлажнение почвы и недостаток минерального питания ухудшают оплодотворение, снижают озерненность початков [9, 86]. В технологии выращивания кукурузы необходимо учитывать биологические особенности этой культуры [10]. Формирование метелки у кукурузы зависит от возделываемых сортов (табл. 13).

Таблица 13

Периоды формирования метелки у кукурузы [62]

Сорт кукурузы	Фаза формирования
Раннеспелые	4-7 листьев
Среднеспелые	5-8 листьев
Среднепоздние	7-11 листьев

Для снижения численности сорняков наряду с агротехническими методами должны применяться и химические. Наиболее предпочтительно довсходовое и раннепослевсходовое внесение гербицидов на посевах кукурузы, позволяющее контролировать сорные растения на самых ранних фазах развития кукурузы.

При «второй волне» сорняков специальные гербицидные обработки против такого типа засорения, как правило, не проводятся, так как кукуруза к этому времени достаточно хорошо развита, и сорняки не могут оказать на нее существенное негативное воздействие. Для снижения возможного негативного влияния сорных растений «второй волны» необходимо выбрать для довсходового и раннепослевсходового внесения гербицид с пролонгированным действием. Выбор препарата необходимо проводить с учетом характера засорённости посевов. Так, по наблюдениям учёных, в условиях Краснодарского края наиболее злостными засорителями кукурузы являются сорняки, представленные в табл. 14.

Таблица 14

Наиболее распространенные сорные растения в посевах кукурузы в условиях Краснодарского края [4]

Вид сорняков	Сорняки
Однолетние: широколистные	Амброзия полыннолистная, виды щириц, марь белая, горчица полевая, канатник Теофраста, портулак огородный, гречиха татарская и др.
злаковые	Просо куриное, щетинники, просо волосовидное и др.
Многолетние: двудольные	Бодяк щетинистый (осот розовый), осот полевой (осот желтый), осот огородный, латук (молокан) татарский, вьюнок полевой, ластовень острый, резак
однодольные	Пырей ползучий, гумай, свинорой пальчатый и др.

В системе защиты растений успех проводимых мероприятий в значительной степени зависит от правильного определения видов фитофагов, патогенов и сорной растительности. На основе результатов многолетних исследований ученые сделали вывод: в защите кукурузы многие неудачи связаны с отсутствием своевременной диагностики и правильной стратегии защиты. Диагностические системы вредных организмов построены на основе свершившихся повреждений (определители по повреждениям) или на описании самих вредных объектов в конце периода нанесения вреда, что не всегда отвечает задачам защиты растений.

В связи с высокой биологической эффективностью препаратов, разрешенных для применения, и кратковременностью периода токсического действия необходимо определять оптимальные сроки обработок в наиболее уязвимые для вредителей сроки, учитывая их влияние на полезную энтомофауну. Неверное определение сроков применения инсектицидов приводит к неудачам в борьбе с вредителями, возбудителями болезней, сорными растениями, которые практики часто списывают на некачественные препараты. Исследователи отмечают, что одним из основных принципов защиты растений является принцип приоритета диагностики. Процедура защиты растений рассматривается как алгоритм конкретных действий и состоит из нескольких этапов: оценка ситуации на полях (диагностика и мониторинг вредных объектов); сравнение ситуации в агроценозе с критерием (ЭПВ – экономический порог вредоносности) и принятие решения о назначении или отмене защитных мер; выбор методов (адекватный гербицид или агротехнический метод) для решения проблемы и оценка экологических рисков их применения; реализация (технологическое воплощение) принятых решений. Так как все ЭПВ сорняков, вредителей и болезней видоспецифичны, выбор адекватных препаратов в конкретных технологиях также видоспецифичен. Поэтому в основе всех основных этапов процедуры защиты растений лежит диагностика, и успех реализации защитных мероприятий в значительной степени зависит от правильного определения видов. Для всех групп вредных организмов особое значение имеет точная видовая (фазовая и возрастная) диагностика [63].

После проведения исследований почвы на засоренность (изучение истории полей) первые обработки гербицидами рекомендуется проводить до всходов растений кукурузы, а последующие – по вегетации, в фазе 3-5 листьев. Послевсходовые обработки следует заканчивать, когда большинство растений будет находиться в фазе 3-4 листьев (раннеспелые сорта) и до образования 6 листа (средне- и позднеспелые сорта). При выборе сроков обработки также необходимо учитывать такие факторы, как фазы развития сорных растений, погодные условия до и после обработки. В начальную фазу развития сорных растений достаточно минимальных доз,

а в условиях засушливой погоды требуется увеличение расхода гербицидов.

Немаловажное значение имеют видовой состав сорной растительности и определение преобладающих видов сорняков. Данные отечественных и зарубежных ученых свидетельствуют, что экономический порог вредоносности на посевах кукурузы составляет 5-8 шт. сорных растений однолетних и многолетних видов на 1 м^2, например 6-8 экземпляров вьюнка полевого способны уменьшить урожайность кукурузы более чем на 1 ц/га. В табл. 15 приведены сведения о числе сорных растений для начала обработки посевов кукурузы.

Таблица 15

Наличие сорных растений для начала обработки кукурузы против сорной растительности [64]

Сорняки	Число сорняков на 1 м^2
Марь белая	4
Просо куриное	8
Щирица колосистая	4-6
Горчица полевая	4-6
Амброзия полыннолистная	4
Канатник Теофраста	6-7
Бодяк полевой	1-2
Бодяк щетинистый	1-2
Бодяк седой	1-2
Осот полевой	2-3
Осот острый	2-3
Осот огородный	2-3
Латук татарский	2-3

При применении почвенных гербицидов имеет значение подготовка почвы. Так, при выровненной поверхности почвы, мелкокомковатой структуре, отсутствии пожнивных остатков эффективность препаратов будет максимальной. Выбирая норму расхода препаратов, следует учитывать содержание гумуса и механический

состав почвы: на супесчаных, легкоглинистых и среднесуглинистых почвах с содержанием гумуса до 2 % можно применять минимальную дозировку, а на тяжелосуглинистых и глинистых с содержанием гумуса более 2 % – только максимальную норму расхода препаратов.

Эффективные гербициды для контроля сорной растительности в посевах кукурузы, позволяющие защитить культуру на ранних этапах развития, предлагает немецкая компания «Байер КропСайенс». Среди них такие гербициды, как Мерлин, ВДГ (для довсходового применения), МайсТер Пауэр, МД (для послевсходового применения) и Аденго, КС (с возможностью применения до и после всходов кукурузы) (табл. 16).

Опыты, проведённые в рамках проекта «БайАрена», показали, что применение гербицида Аденго, КС (норма расхода – 0,5 л/га, фаза 2-3 листьев кукурузы) по сравнению со стандартом МайсТер Комбипак (норма расхода – 0,15 кг/га, фаза 3-5 листьев кукурузы) позволило увеличить урожайность в Курской области на 9,7 %, в Липецкой – на 7,6 % при уровне урожайности 91,6 и 74,6 ц/га соответственно. В условиях Краснодарского края применение гербицида Аденго в течение пяти лет позволяло получать урожайность кукурузы на 4-7 ц/га выше, чем на эталонном варианте с обработкой МайсТером Комбипак. В условиях избыточного увлажнения и высокого фона засорённости применение гербицида Аденго, КС на кукурузе в фазе 2-3 листьев обеспечивало надёжную защиту культуры от сорняков на протяжении всего вегетационного периода. Раннее применение гербицидов на посевах кукурузы способствует существенному повышению урожайности. При обработке посевов на начальных этапах развития высокоэффективным гербицидом Аденго, КС они оставались чистыми от сорных растений до самой уборки [4].

Таблица 16

Характеристика гербицидов для контроля сорняков на ранних этапах развития растений кукурузы [4]

Марка	Вид	Назначение	Действующее вещество	Сроки защиты посевов
Мерлин, ВДГ	Довсходовый. Норма расхода 0,1-0,16 л/га	Борьба в посевах кукурузы с однолетними двудольными сорняками (амброзия полынолистная, горец узловатый, горец почечуйный, горчица полевая, дымянка аптечная, звездчатка средняя, канатник Теофраста, виды лебеды, марь белая, осот шероховатый, паслён чёрный, пастушья сумка, виды пикульника, подсолнечник сорный, редька дикая, ромашка непахучая, щирица запрокинутая) и однолетними злаковыми сорняками (гумай (из семян), просо волосовидное, просо сорнополевое, просо куриное – ежовник, росичка, щетинник зелёный и щетинник сизый)	Изоксафлютол (поглощается корневой системой и проростками сорных растений). Период защитного действия – до 2,5 месяцев	В условиях умеренного увлажнения почвы позволяет защитить посевы кукурузы от нескольких волн сорняков в течение 6-8 недель
Майс Тер Пауэр, МД	Послевсходовый. Норма расхода – 1,25-1,5 л/га	Борьба в посевах кукурузы с однолетними двудольными (василёк синий, галинсога мелкоцветковая, разные виды горца, горошек мышиный, дурман обыкновенный, дурнишник обыкновенный и калифорнийский, дымянка Шлейхера, звездчатка средняя, крапива жгучая, лебеда раскидистая, люцерна посевная, марь белая и многосемянная, молокан (латук) татарский, молочай лозный, виды осота, падалица подсолнечника и рапса, паслён чёрный, пастушья сумка, подмаренник цепкий,	Три действующих вещества: форамсульфурон – 31,5 г/л, йодосульфурон-метил-натрий – 1 г/л, тиенкарбазон-метил – 10 г/л и антидот ципросульфамид – 15 г/га	Обеспечивает не только высокую эффективность против вегетирующих сорных растений, но и образует в поверхностном слое почвы экран, способный

		просвирник пренебрежённый, ромашка безлепестная и лекарственная, хвощ полевой, щавель курчавый, щирица запрокинутая и жминдовидная, ярутка полевая, виды яснотки, амброзия полыннолистная, горчица полевая, канатник Теофраста, латук татарский, незабудка полевая, пикульник обыкновенный, редька дикая, фиалка полевая, росичка обыкновенная, вероника пашенная, вьюнок полевой и виды бодяка) и злаковыми сорняками (разные виды проса, щетинник зелёный, овсюг, лисохвост мышехвостиковидный, мятлик однолетний, росичка линейная, виды плевела, пырей ползучий, гумай, метлица полевая, щетинник сизый)		более месяца противостоять прорастанию второй волны сорняков с эффективностью до 100 %
Аденго, КС	Системный (применяется до и после всходов кукурузы). Норма расхода – 0,5 л/га	Длительный контроль более 115 видов злаковых и двудольных сорняков, включая трудноискоренимые (например, молочай, виды осота, вьюнок, пырей, гумай). Результаты исследований ВИЗР показали, что биологическая эффективность против трудноискоренимых сорняков составила 75-90 % при средней и максимальной нормах расхода. Использование препарата Аденго, КС для раннего контроля сорняков позволяет обеспечить одной обработкой (при отсутствии засухи) полный контроль сорняков на протяжении всего вегетационного периода	Два действующих вещества: изоксафлютол –225 г/л, тиенкарбазон-метил – 90 г/л и ципросульфамид (антидот) – 150 г/л, что обеспечивает широкий спектр действия и предотвращает появление второй волны сорных растений, что благодаря раннему контролю сорняков даёт весомую прибавку урожая	Позволяет обеспечить одной обработкой (при отсутствии засухи) полный контроль сорняков на протяжении всего вегетационного периода

Один из почвенных гербицидов, применяемых на посевах кукурузы, – препарат Мерлин. Так, в условиях Краснодарского края с помощью этого гербицида контролируются распространенные двудольные (амброзия полыннолистная, виды горцев, канатник Теофраста, щирица запрокинутая, марь белая, паслен черный, виды ромашки, крестоцветные сорняки) и злаковые сорняки (куриное просо, виды щетинников, виды проса). Период защитного действия препарата на сорняки – до двух месяцев. Действующее вещество (изоксафлютол) достаточно стабильно на поверхности почвы, не летуче и не требует заделки, контролирует прорастающие сорняки в верхних слоях почвы. При нормальном увлажнении изоксафлютол преобразуется в дикетонитрил – более подвижный и способный опускаться на глубину до 5 см, в сорные растения проникает через проростки и корни взошедших сорняков. При недостаточном увлажнении преобразование изоксафлютола в дикетонитрил приостанавливается, а с выпадением осадков снова возобновляется [64].

Следует отметить, что на раннем этапе развития кукурузы происходит закладка генетического потенциала урожайности культуры, а сорная растительность негативно влияет на ее развитие. Восполнить потери урожайности от сорняков, возникшие в раннюю фазу развития кукурузы, гербицидные обработки после фазы 6-10 листьев не могут. Поэтому фаза развития кукурузы до 6-10 листьев, когда при отсутствии контроля сорняков потери урожайности невосполнимы, считается «точкой невозврата». По данным ученых, применение эффективной системы защиты кукурузы от сорной растительности позволяет сохранить от 8-10 до 20-25 ц/га урожая [64].

5.3. Инновационный подход к контролю многолетних сорняков

Анализ информационных источников показал, что на большей части территорий нашей страны основную угрозу для посевов кукурузы представляют сорняки двух групп: многолетние корнеотпрысковые (виды бодяка, осота и вьюнка) и однолетние злаковые (просовидные, овсюг). Для подавления видов сорняков первой группы

могут быть эффективно использованы сравнительно дешевые гербициды на основе 2,4-Д, дикамбы, клопиралида, некоторые производные сульфонилмочевины и др. Наибольшие трудности представляет защита посевов кукурузы от вьюнка полевого (сравнительно поздние сроки его отрастания, часто после применения гербицидов). В отношении сорняков данного вида требуется долгосрочный систематический контроль в посевах кукурузы, а также предшественника и в паровом поле [65].

Отмечается, что контроль многолетних сорняков в силу их биологических особенностей предусматривает другой подход, в отличие от контроля однолетних. Для контроля многолетних сорняков необходимо понимание закономерностей движения по растению углеводов, которые являются запасными питательными веществами и определяют способность растений перезимовывать и прорастать. Поэтому для эффективного применения против многолетних сорняков системных гибридов основой является знание закономерностей движения углеводов в растении. Исследования ученых показали, что наиболее эффективно применение системных гербицидов против многолетних сорных растений осенью, когда преобладает исключительно отток запасных питательных веществ из надземной части растений в корневую систему.

Необходимо учитывать, что даже при оптимальном применении гербицидов в комплексе с другими мерами защиты (агротехнические приемы и др.) многолетние сорные растения можно вывести из поля лишь через три-четыре года. Если интенсивная система защиты культуры от сорняков применяется лишь один год, начальное количество многолетних сорных растений возобновляется уже через два-три года. Поэтому для достижения необходимого эффекта в защите культурных растений, в том числе кукурузы, от многолетних сорняков следует применять долгосрочную программу с несколькими методами их контроля.

Действенным фактором на формирование сорного компонента агрофитоценозов является научно обоснованное чередование культур в севообороте. При чередовании культур на поле может происходить смена видового состава сорняков в посевах, например кукурузы, так как для каждой культуры на конкретной территории

свойственно наличие определенного набора однолетних растений. В отличие от однолетних многолетние сорные растения практически не привязаны к культуре, они являются характерной особенностью конкретного поля и способны засорять каждую культуру в севообороте. Также следует отметить, что при севообороте общее количество сорняков в посевах может уменьшаться, так как у каждой культуры свой уровень конкурентной борьбы с сорными растениями, что создает разные возможности фитоценотического контроля их наличия в посевах.

Согласно научным данным ФГБНУ НИИСХ Крыма, интенсивность уменьшения жизнеспособности семян (сорняков) выше при нахождении их на поверхности почвы, где влияющие на них факторы (влага, температура и др.) имеют наибольшую амплитуду колебания (прямой посев, или система No-Till). Семена сорных растений, заделанные в почву, могут дольше сохранять свою жизнеспособность (традиционная система земледелия). Отмечается, что зависимость уровня засоренности от порядка чередования культур в севообороте менее выражена в традиционной системе земледелия.

При исследовании динамики увеличения количества всходов установлены два пика, формируемые в основном всходами ранних яровых и зимующих сорняков (первый) и поздними яровыми сорняками (второй). Учитывая это, можно предусмотреть такое чередование культур, при котором до посева следующей культуры было бы уничтожено 35-50 % вероятных всходов сорных растений [66].

Гербициды и схемы их применения в каждом конкретном случае должны применяться с учетом почвенно-климатических, погодных, фитоценотических и других условий. Рекомендации для наиболее типичных ситуаций приведены в табл. 17.

Для защиты кукурузы компания «Байер КропСайенс» впервые в мире применила технологию встроенного антидота, благодаря которой обеспечивается высокая селективность к культуре, ускоряется метаболизм компонентов гербицида в тканях растения кукурузы и снижается риск фитотоксичности. Применение антидота позволяет расширить сроки применения гербицида до фазы 8-10 листьев у кукурузы без снижения гербицидного действия на сорняки и без ущерба для урожая.

Таблица 17

Рекомендуемое применение гербицидов для конкретных условий [65]

Гербицид	Цель применения	Сроки и норма внесения	Дополнительная обработка	Эффективность
Стабильное увлажнение верхнего слоя почвы и кратковременные засушливые периоды				
Мерлин	Контроль комплекса малолетних сорняков	За несколько дней до появления всходов кукурузы без заделки в почву. Норма расхода – 0,1-0,16 кг/га (в зависимости от степени засоренности, содержания органических веществ и механического состава почвы)	При наличии корнеотпрысковых сорняков можно провести опрыскивание по всходам гербицидами Эстет (норма расхода – 0,7-1 л/га) или Секатор Турбо (50-100 г/га) строго до фазы 5 листа кукурузы. При необходимости междурядная обработка на глубину не более 4-6 см в фазе 6-7 листьев культуры	Благодаря эффекту «реактивации» Мерлина контроль всходящих сорняков будет продолжаться. Сорняки не взойдут либо погибнут вскоре после небольшого дождя
Высокая вероятность почвенной засухи при одноволновом прорастании сорняков (при посеве в прогретую почву)				
МайсТер	Контроль сорняков при одноволновом прорастании	В интервале от 3 до 5 (6) листьев у культуры в зависимости от динамики прорастания сорных растений. Норма расхода – 0,125-0,15 кг/га при расходе рабочей жидкости не менее 200 л/га	При наличии в посевах трудноискоренимых двудольных сорняков и отсутствии возможности работать своевременно по чувствительным фазам сорняков МайсТер (в полной дозировке с адъювантом БиоПауэр) следует применять в баковой смеси с Эстетом в норме расхода не более 0,6 л/га. При позднем выпадении осадков и вторичном засорении кукурузы поздними яровыми сорняками перед смыканием рядков возможна междурядная обработка, но не ранее двух недель после применения гербицида	

Продолжение табл. 17

Гербицид	Цель применения	Сроки и норма внесения	Дополнительная обработка	Эффективность
Затяжное прорастание однолетних сорняков на фоне неустойчивого увлажнения				
Аденго	Длительный контроль засоренности	При появлении у кукурузы 2-3 листьев в ранние фазы развития сорняков. Норма расхода – 0,4-0,5 л/га	При появлении у кукурузы 2-3 листьев в ранние фазы развития сорняков	Благодаря наличию почвенного компонента в обоих препаратах обеспечивается эффективный и длительный контроль сорняков, что положительно сказывается на урожайности и рентабельности возделывания кукурузы
МайсТер-Пауэр	Длительный контроль засоренности	При появлении у кукурузы до 6 (8) листьев. Норма расхода – 1,25-1,5 л/га		

Благодаря свойствам антидота сельхозпроизводители имеют возможность использовать в качестве средств защиты растений те действующие вещества, которые были бы слишком агрессивными по отношению к кукурузе без него. Это позволяет расширить спектр действующих веществ, что является важным с точки зрения снижения развития устойчивости сорных растений к гербицидам.

На основе разработанной инновационной технологии использования антидотов компания «Байер КропСайенс» обеспечивает производителей сельхозпродукции эффективными средствами защиты растений, в том числе кукурузы [65].

5.4. Снижение пестицидной нагрузки

Так как сорная растительность, вредители и болезни наносят значительный ущерб сельскому хозяйству (снижаются урожаи, ухудшается качество продукции), для защиты растений сельскохозяйственных культур применяется комплекс мероприятий по контролю вредных организмов. Используются такие методы, как агротехнический, биологический, химический, а также возделывание устойчивых сортов, карантин сельскохозяйственных растений и др. Среди систем защиты растений наиболее эффективными являются комплексные интегрированные системы, отличающиеся научно обоснованным комплексным подходом в применении сил и средств борьбы с вредными факторами [49].

К системообразующим элементам интегрированной системы защиты растений относятся методы и способы фитосанитарного контроля агроэкологической системы – севообороты, подбор устойчивых сортов и гибридов, предпосевная фитоэкспертиза, обработка семян с применением биологических фунгицидов, анализ состояния почвенной биоты, фитосанитарный мониторинг, фитосанитарное проектирование, профилактические мероприятия по снижению численности фитопатогенов и вредителей на основе применения биологических пестицидов, механических и агротехнологических приемов и др. Одним из важных системообразующих элементов интегрированной системы защиты растений является уровень снижения пестицидной нагрузки [49, 67].

Практические результаты по применению интегрированной системы защиты ряда сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы (на зерно), позволяющей снижать пестицидную нагрузку, получены научно-испытательным центром «Агробиотехнология» (табл. 18).

Таблица 18

Интегрированная система защиты кукурузы (на зерно) [49]

Снижение пестицидной нагрузки, %			
до 35-50		более 50 (биологизированная система)	
1	Предпосевное внесение: Стернифаг, СП – 80 г/га (расход рабочей жидкости – 200-300 л/га)	1	Предпосевное внесение: Стернифаг, СП – 80 г/га (расход рабочей жидкости – 200-300 л/га)
2	Протравливание семян: Витаплан, СП – 20 г/т + химический фунгицид системного действия в минимальной разрешенной дозе + химический инсектицид (в случае наличия целевых объектов по результатам фитосанитарного мониторинга)	2	Протравливание семян: Витаплан, СП – 20 г/т + химический фунгицид системного действия в минимальной разрешенной дозе + химический инсектицид (в случае наличия целевых объектов по результатам фитосанитарного мониторинга)
3	Гербицидная обработка почвенным гербицидом (или по всходам)	3	Гербицидная обработка почвенным гербицидом (или по всходам)
4	Гербицидная обработка + Витаплан, СП – 40 г/га (расход рабочей жидкости – 200 л/га)	4	Гербицидная обработка + Витаплан, СП – 40 г/га (расход рабочей жидкости – 200 л/га)
5	Обработка в фазе метелки: Витаплан, СП – 40 г/га + химический инсектицид (в случае наличия целевых объектов по результатам фитосанитарного мониторинга) + химический фунгицид в минимальной разрешенной дозе (расход рабочей жидкости – 200 л/га)	5	Обработка в фазе метелки: Витаплан, СП – 40 г/га + химический инсектицид (в случае наличия целевых объектов по результатам фитосанитарного мониторинга) Трихоцин, СП – 40 г/га (расход рабочей жидкости – 200 л/га)

Продолжение табл. 18

Снижение пестицидной нагрузки, %			
до 35-50		более 50 (биологизированная система)	
6	Обработка в фазе налива зерен: Алирин-Б, Ж – 2 л/га + химический инсектицид (в случае наличия целевых объектов по результатам фитосанитарного мониторинга) + химический фунгицид в минимальной разрешенной дозе (расход рабочей жидкости – 200 л/га)	6	Обработка в фазе налива зерен: Алирин-Б, Ж – 2 л/га + химический инсектицид (в случае наличия целевых объектов по результатам фитосанитарного мониторинга) Трихоцин, СП – 40 г/га (расход рабочей жидкости – 200 л/га)

Примечание. СП – смачивающийся порошок, Ж – жидкость.

Одним из приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации являются переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений, а одной из задач Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы – создание и внедрение технологий производства пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения для применения в сельском хозяйстве, в том числе при возделывании кукурузы. Признано в мире, что использование биологических и биотехнологических разработок – один из эффективных путей развития агротехнологий, решения проблем в современном сельскохозяйственном производстве. В этой связи наблюдается тенденция замещения традиционных средств химической защиты растений (удобрения, пестициды) аналогами на биологической основе, которые позволяют сократить риски чрезвычайных ситуаций при возникновении эпифитотий болезней, эпизоотий вредителей сельскохозяйственных растений, дают возможность усиления механизмов саморегуляции, тем самым обеспечивают сохранность урожая с меньшими затратами [7].

6. ОСНОВНЫЕ ВРЕДИТЕЛИ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ

Вредители наносят значительный ущерб экономике. Например, личинки западного кукурузного жука обходятся американским производителям ежегодно примерно в 1 млрд долл. США (потери урожая и затраты на контроль личинок). Как объясняет научный сотрудник Международного центра сельскохозяйственных и биологических наук Стефан Тепфер, личинки западного кукурузного жука трудно поддаются контролю, так как у них выработалась устойчивость к некоторым пестицидам и таким методам борьбы, как севооборот. Особенно трудно их контролировать в районах, где они не являются «коренными жителями» и у них нет конкретных естественных врагов (исходное место обитания – Мексика и Центральная Америка). Среди методов биологической защиты от личинок западного кукурузного жука наиболее эффективным является использование энтомопатогенных нематод – мелких личинок, естественных антагонистов почвенных насекомых-вредителей [68].

Анализ информационных источников показал, что в них имеются расхождения относительно количества видов вредителей кукурузы. Как свидетельствует некоторые источники, среди более 400 видов вредных организмов, поражающих кукурузу [69], насчитывается более 200 видов вредителей, приносящих значительный вред кукурузе [70]. Кроме того, кукуруза повреждается более 25 различными видами вредителей, состав которых отличается в зависимости от региона. На юге это чаще всего личинки проволочников и ложнопроволочников, стеблевой (кукурузный) мотылек, различные виды совок, в Центральном Черноземье на ранних стадиях развития кукурузы преобладают долгоносики и злаковые мухи [71]. Большая злаковая тля (рис. 8) [72, 73] образует колонии (рис. 9) и высасывает сок из надземных органов растений. Повреждает ячмень, овес, пшеницу, сорго, просо, рис, рожь, кукурузу, джугар [74].

Для определения времени обработки кукурузы для защиты от тли необходимо знать порог риска (табл. 19) [73]. Наличие в посевах вредителей не только снижает урожайность, но и ухудшает качество зерна. Потери от вредителей кукурузы ежегодно в среднем составля-

ют 10-20 % урожая, а при массовом размножении поврежденность зерна может превысить 30 % [70]. Необходимо контролировать вредителей кукурузы в период вегетации, так как они могут нанести серьезный вред и привести к потерям (до 70 %) урожая [75].



Рис. 8. Большая злаковая тля [73]



Рис. 9. Колония большой злаковой тли на стебле кукурузы [73]

Таблица 19

Порог риска различных видов тли, поражающих кукурузу [73]

Вид тли	Фаза развития кукурузы	Стадия для обработки
Metopolophium dirhodum	От 3 до 10 листьев	От фазы 3-4 листа: 5 особей на одно растение От 4 до 6 листьев: 10 особей на одно растение От 6 до 8 листьев: 20-50 особей на одно растение После фазы 8-10 листьев: 100 особей на одно растение

Продолжение табл. 19

Вид тли	Фаза развития кукурузы	Стадия для обработки
Sitobion avenae	От 3 до 10 листьев	500 особей на одно растение (с большим количеством крылатых особей)
	Начало июля – начало августа	Обработать до выброса кукурузных рылец, если на листьях над початками есть медвяная роса
Rhopalosiphum padi	Начало июля – начало августа	Если колонии тлей поразили несколько растений – отслеживать развитие. Если популяция множится, а сопутствующие насекомые отсутствуют, следует обработать, когда 5% растений будут поражены

Несмотря на то, что кукуруза обладает довольно пластичным отношением к группе вредителей, существует несколько представителей, приносящих существенный урон урожайности с возможным снижением качественных характеристик продукции. Из вредителей, повреждающих кукурузу, наибольший ущерб наносят стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.), черная кукурузная тля (*Rhopalosiphum maidis Fitch.*), проволочники (*Coleoptera, Elateridae*), пьявица (*Oulema melanopus* L.) [70].

Один из наиболее опасных вредителей – стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), потери от него могут составлять до 40 % формируемого урожая. На развитие и численность вредителя в большей степени оказывают влияние погодные условия: температура воздуха, относительная влажность, количество осадков, выпавших в течение вегетационного периода. При возделывании кукурузы в течение нескольких лет в монокультуре вредоносность фитофага существенно увеличивается [76]. Кукурузный (стеблевой) мотылек (рис. 10, 11) повреждает сердцевину стеблей, сосудисто-волокнистые пучки, ограничивает поступление питательных веществ, вследствие чего происходит сильное обезвоживание растений, повышается ломкость стеблей и, как результат, снижается

продуктивность. Сильно поврежденные стебли легко ломаются, характер переломов различен, может наблюдаться ниже или выше початков (возможен перелом метелки). Особенно большие потери отмечаются при переломе стеблей ниже початков. Такие поврежденные стебли становятся большим препятствием для сбора урожая.



Рис. 10. Самка стеблевого мотылька откладывает яйца на нижней части растения кукурузы [73]



Рис. 11. Личинка стеблевого мотылька внутри стебля кукурузы [73]

Гусеницы мотылька большую часть времени питаются скрытно, проделывая ходы внутри растений, чаще всего стеблей, куда проникают в первом-третьем возрастах. Нередко они повреждают основание початков, в результате чего последние преждевременно принимают вертикальное положение. Завершившие питание гусеницы зимуют внутри растительных остатков. Развитию вредителя в значительной степени способствует некачественная заделка растительных остатков, в которых основная масса вредителей зимует до следующего сезона.

Хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.) является многоядным вредителем (полифаг), повреждающим не менее 250 видов культурных и сорных растений. Наиболее предпочитаемые растения – томат (*Lycopersicon lycopersicum* L.) и кукуруза (*Zea mays* L.). Окраска личинок хлопковой совки показана на рис. 12. Хлопковая совка развивается в трех генерациях: перезимовавшее поколе-

ние заселяет сначала сорные растения и люцерну, последующие генерации – томат, сою и кукурузу [70].



Рис. 12. Вариантность окраски личинок хлопковой совки [73]

На рис. 13 показаны первые симптомы повреждений растений кукурузы личинками хлопковой совки, рис. 14, – повреждения стеблей кукурузы от личинок первого поколения, а на рис. 15 – фото листьев кукурузы, через которые прошла хлопковая совка на стадии, когда они были свернуты [73].



Рис. 13. Первые симптомы: увядание растения, у которого личинки повредили сосуды и точку роста [73]



Рис. 14. Повреждения от личинок первого поколения: растение переламывается в месте, где стебель изгрызен личинками [73]

В случае использования нулевой технологии при возделывании кукурузы все больший вред кукурузе наносят слизни, увеличивается распространенность и вредоносность таких фитофагов, как хлопковая совка, стеблевой мотылек и тля. Но повсеместно главным врагом кукурузы является проволочник (жук-щелкун). На территории Российской Федерации насчитывается около 800 видов жуков-щелкунов, из них 50 видов наносят ущерб сельскому хозяйству.



Рис. 15. Листья кукурузы, пораженные хлопковой совкой

Для организации эффективной защиты кукурузы от вредителей необходимо знать их численность, т. е. проводить мониторинг. Так как мониторинг вредных организмов достаточно трудоемкий процесс, требуется внедрение современных технологий, которые позволят существенно сократить время на оценку фитосанитарного состояния посевов и поиск оптимального решения. Одной из последних разработок ФГБНУ «ВНИИЗР» является Электронный справочник экономических порогов вредоносности. Для оценки эффективности применения пестицидов разработана компьютерная программа «Определение эффективности защитных мероприятий» (от вредных организмов основных полевых культур) [77].

7. ИНСЕКТИЦИДНАЯ ЗАЩИТА

Согласно научным рекомендациям, если в фазе всходов кукурузы на 1 м^2 приходится 2 насекомых-вредителя (долгоносики, озимая совка, луговой мотылек, портняжка) и более или численности шведской мухи от 30 экземпляров на 100 взмахов сачком и повреждения 15 % растений, то проводят краевые или сплошные опрыскивания посевов инсектицидами. При этом используются такие препараты, как Борей®, КС (0,12-0,14 л/га), Децис ф-люкс, к.э. (0,4-0,7 л/га), Карате Зеон 050 cs, мк.с. (0,2 л/га) или их аналоги.

Для защиты кукурузы от основных фитофагов ФГБНУ «ВНИИЗР» изучалась биологическая и хозяйственная эффективность инсектицидов Кинфос, Эсперо, Клонрин, Борей Нео, Кунгфу Супер и Амплиго из разных классов химических соединений. Эффективность инсектицидов против вредителей зависит от сроков их применения. Так, при обработке в фазе 7-9 листьев кукурузы высокий инсектицидный эффект был получен только по отношению к тле, при обработке в фазе выметывания метелки – цветения – к хлопковой совке и кукурузному стеблевому мотыльку. Таким образом, опрыскивание посевов кукурузы инсектицидами позволяет контролировать развитие и вредоносность фитофагов, предотвращать существенные потери урожая и обеспечивать высокое качество продукции [78].

Необходимо учитывать и передовые практики предприятий, возделывающих кукурузу. Так, согласно производственному опыту группы «РОСТОК-ХОЛДИНГ» (Украина) кукуруза высевается на площади около 20 тыс. га, развитие культуры в фазе 7-9 листьев поддерживается путем опрыскивания цинком, магнием и марганцем (по 300 г/га каждого микроэлемента), при этом к смеси добавляют карбамид (5 кг/га). В этой фазе развития кукурузы вегетативная масса достаточно насыщена клеточным соком и могут появляться сосущие вредители, для уничтожения которых вышеуказанную смесь дополняют любым системным инсектицидом.

Для правильной стратегии контроля кукурузного стеблевого мотылька необходимо проводить мониторинг появления и динамики развития вредителя незадолго до выбрасывания метелки у культуры,

так как именно в этот период начинается активный лёт вредителей, готовых после дополнительного питания к спариванию. Яйца откладываются по 15-20 шт. на нижнюю сторону листьев кукурузы, одна самка способна отложить до 400 яиц. Появившиеся гусеницы некоторое время питаются паренхимой на поверхности листьев или выедают мужские цветки, после чего через пазухи листьев проникают внутрь стебля, где живут около месяца. Следует отметить, что после того, как вредитель сумел проникнуть в растение, контролировать его становится почти невозможно. Также вредитель повреждает початки кукурузы, вгрызаясь в их середину, где выедает среди рядов зерен длинные извилистые ходы и камеры. В ряде мест поврежденных растений появляется рыжеватая червоточина.

Вторым по важности слагаемым эффективной защиты культуры является удачно выбранное средство защиты растений. В холдинге для защиты от кукурузного стеблевого мотылька применяют препарат Кораген®. Также в посевах кукурузы размещают различного рода ловушки. По мнению специалистов холдинга, лучше всего отлавливаются бабочки с помощью световых ловушек, другие их виды недостаточно привлекательны для вредителя. Как правило, кукурузный мотылек мигрирует с юга, и специалисты четко могут спрогнозировать его появление за неделю. Для оперативной защиты в холдинге инсектицидную смесь вносят на посевы с помощью вертолета. Можно также для обработки использовать самолет, но потери рабочей жидкости из-за значительного сноса препарата ветром могут быть большими. Также можно применять высококлиренсный опрыскиватель, но провести обработку посевов кукурузы на большой площади в оптимальные сроки довольно сложно.

На базе хозяйства «Опытное» (Полтавская область, Украина) совместно с представителями Веселоподильской опытно-селекционной станции проводилось демонстрационное испытание препарата Кораген на площади 10 га. Основная задача опыта – определение биологической эффективности применения препарата по сравнению с конкурентными продуктами и контролем. Также определяли экономическую эффективность обработки с учетом получения дополнительного урожая. Опрыскивание проводили в фазу цветения (22 июля) высококлиренсным опрыскивателем с нормой выброса рабочей жидкости 250 л/га.

В ходе опытов установлено, что повреждения стеблей и початков в варианте, где использовался препарат Кораген, составили 1,5 и 8,3 % соответственно. В вариантах с другими препаратами эти показатели были вдвое больше – 3,1 и 18,6 %. На контроле каждое второе растение было повреждено стеблевым мотыльком. Также хорошие показатели были у инсектицида Белт® (0,1-0,15 л/га). Преимущество этого препарата в том, что он контролирует все поколения кукурузного стеблевого мотылька и совки, проявляет трансламинарное действие на личинки второго-третьего поколения, находящиеся снизу листа. Однако Белт® не контролирует стадию яйца, поэтому в некоторых случаях для защиты растений целесообразно использовать комбинацию инсектицидов Протеус® и Белт®. Учитывая чрезвычайно мощный овицидный эффект Протеус®, его следует применять для первой обработки против отдельной генерации вредителя, а для второй обработки использовать Белт®. Последний проявляет нокдаун-эффект – через час вредители вдвое уменьшаются в размере и погибают.

При массовом появлении основных насекомых-вредителей, таких как совки, в СП «Агродом» против них проводится авиационная обработка препаратами Кораген и Нурел Д [75].

Для защиты кукурузы от чешуекрылых и других вредителей компания «Сингента» вывела на рынок в 2018 г. новый двухкомпонентный инсектицид Амплиго, который подавляет вредителей быстро, действие длится не менее трех недель. Преимуществом данного препарата является то, что он уничтожает вредителей практически на всех этапах их развития [57].

В ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области применяется система защиты кукурузы от вредных организмов, в том числе вредных насекомых. Эффективность использования инсектицидов против вредных насекомых представлена на рис. 16.

Мероприятия по химической защите кукурузы от вредителей проводятся также и в странах дальнего зарубежья. Так, во Франции и Италии – основных производителях кукурузы в Западной Европе – против кукурузного стеблевого мотылька обрабатывают более 30 % площадей кукурузы. В результате исследований, проведенных во Франции, установлено, что потери урожая от повреждения

кукурузным стеблевым мотыльком могут достигать до 1,5 т/га. В северной части страны на посевах кукурузы развивается только одно поколение кукурузного стеблевого мотылька, поэтому здесь инсектицид применяют однократно – в пик лёта этого вредителя. В южной части Франции кукурузный стеблевой мотылек развивается в двух поколениях, что несколько затрудняет его контроль. В Италии также имеются существенные проблемы с контролем этого вредителя в посевах кукурузы.

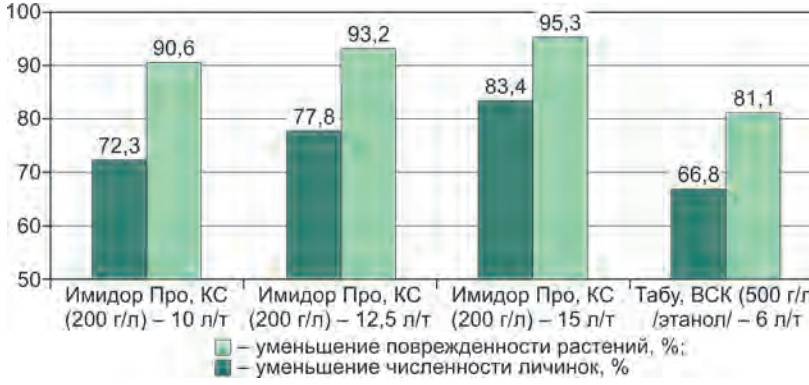


Рис. 16. Биологическая эффективность применения инсектицида Имидор Про при защите семян кукурузы от вредных насекомых [61]

Против кукурузного стеблевого мотылька применяются и агротехнические методы защиты. Например, во время уборки используются жатки Geringhoff, позволяющие измельчать стебли кукурузы не только поперек, но и вдоль. При таком измельчении, если на полях «проскакивает» кукурузный стеблевой мотылек, он не будет иметь возможности перезимовывать в секущихся стеблях культуры [75].

Таким образом, в зависимости от условий возделывания кукурузы, биологического потенциала поля и применяемых гибридов можно подобрать индивидуальный набор препаратов, позволяющий реализовать максимальный потенциал растений культуры, защитить их от вредителей и получить запланированный урожай с лучшей рентабельностью.

8. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Для защиты кукурузы от вредителей эксперты дают следующие рекомендации: соблюдать севооборот, выбирать и использовать здоровый семенной материал, проводить предпосевную обработку фунгицидами, своевременно проводить весенние подкормки и очищать участок после уборки от остатков растительной части кукурузы [71].

8.1. Применение устойчивых гибридов

Ученые проводят исследования по выявлению устойчивости гибридов кукурузы к вредителям. Результаты исследований наиболее перспективных гибридов кукурузы селекции ФГБНУ «НЦЗ имени П.П. Лукьяненко», предлагаемых для возделывания в предгорной зоне Республики Адыгея, на устойчивость к наиболее опасным вредителям, кукурузному стеблевому мотыльку и хлопковой совке приведены в табл. 20.

Таблица 20

Устойчивость гибридов кукурузы к вредителям в 2017-2018 гг., баллы [29]

Вредитель	Гибрид Краснодарский			
	370 МВ	377 АМВ	385 МВ	395 СВ ВЛ
Стеблевой мотылек	4	4	5	4
Хлопковая совка	5	4	4	4

Исследования показали, что наибольшая устойчивость к воздействию и повреждению растений кукурузы стеблевым мотыльком отмечена у гибрида Краснодарский 385 МВ (5 баллов). У гибридов Краснодарский 370 МВ, 377 АМВ и 395 СВ ВЛ показатель составил 4 балла. К повреждениям хлопковой совкой наибольшую устойчивость (5 баллов) показал гибрид Краснодарский 370 МВ. В целом все вышеуказанные гибриды кукурузы селекции ФГБНУ «НЦЗ имени П.П. Лукьяненко» имеют хорошую комплексную устойчивость к основным вредителям [29].

Следует отметить, что для проведения исследований по гибридной селекции кукурузы в нашей стране имеется большой генетический потенциал. Так, коллекция кукурузы ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР) насчитывает 1600 образцов, среди которых образцы с идентифицированными генами по всем 10 хромосомам, множественно маркированные и тестерные линии, тетраплоидные линии, образцы с трисомией, различными транслокациями и инверсиями, источники С, М и Т типов ЦМС, перекрестной несовместимости, доноров устойчивости к болезням, синтетики и доноры хозяйственно ценных признаков. Также коллекция содержит формы и линии с генами, детерминирующими признаки устойчивости к поражению болезнями и заселению вредителями [79].

В Государственный реестр селекционных достижений в 2020 г. включен 601 сорт семян кукурузы, при этом экспертами отмечается высокий генетический потенциал отечественной селекции (российские гибриды не уступают зарубежным, а по некоторым показателям даже превосходят их) [18, 80].

8.2. Перспективные методы биологического контроля вредителей кукурузы

Биологический контроль с середины XX в. нашел широкое применение в сельском хозяйстве в качестве средства защиты растений от вредителей. Биологические методы, используемые для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, условно делятся на применение приманок, зоологический метод и применение энтомофагов [81].

Применение приманок. Используют пищевые приманки для заманивания вредителей в заранее приготовленное место, где их легко можно уничтожить (например, для проволочника в качестве приманки используют картофелину или морковь, закопанную в землю не глубже 15 см от поверхности. Через несколько дней ее удаляют вместе с забравшимися туда личинками). Другой вид приманок – применение ловушек с феромонами и аттрактантами. Этот метод борьбы с насекомыми основан на их способности к коммуникации посредством запахов.

Зоологический метод заключается в привлечении на участок мелких животных и птиц, питающихся вредными насекомыми, их яйцами и личинками, к которым относятся насекомоядные птицы (воробьи, трясогузки и др.), лягушки, жабы, ежи, землеройки и кроты.

Применение энтомофагов – полезные насекомые, питающиеся насекомыми-вредителями и являющиеся их естественными природными врагами. Применение энтомофагов при выращивании сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы, позволяет обеспечить раннее обнаружение вредителей, снизить пестицидную нагрузку и сохранить экологическую чистоту урожая [81].

Снижение пестицидной нагрузки на окружающую среду является одной из приоритетных современных задач в земледелии. В связи с этим возрастает роль биологических средств защиты растений, в том числе кукурузы, от вредоносных объектов [81]. В основе биологической защиты растений кукурузы от вредных насекомых используются их естественные враги – хищники и паразиты [7]. Для биологической защиты этой культуры от стеблевого кукурузного мотылька основным средством является трихограмма (рис. 17) – насекомое-энтомофаг, уничтожающее около 160 видов вредителей растений в фазе яйца. Наиболее высокая активность трихограммы наступает при температуре воздуха 18-30 °С и относительной влажности 60-95 %. Норма выпуска трихограммы зависит от вида вредителя, его численности, плодовитости и количества яиц на растении [81].



Рис. 17. Трихограмма [81]

Против кукурузного мотылька и хлопковой совки в фазе выбрасывания метелки целесообразно проводить выпуск огневковой или совковой форм трихограммы в два срока: в начале и в период массового откладывания яиц вредителем. Норма внесения в первый выпуск составляет 50 тыс. самок на 1 га,

во второй – в зависимости от количества яйцекладок на 100 растений: до трех – 50 тыс. самок, от трех до пяти – 100 тыс., от шести до восьми – 150 тыс.; более восьми – 200 тыс. самок на 1 га.

Против лугового мотылька первый выпуск трихограммы проводят из расчета 50 тыс. самок на 1 га, второй и третий – из расчета один паразит на 10 яиц вредителя. Выпуск трихограммы следует проводить в утреннее или вечернее время в сухую безветренную теплую погоду. При соблюдении рекомендованной технологии эффективность биометода составляет около 80 % [75].

Высокоэффективным паразитом гусениц многих видов чешуекрылых вредителей (кукурузный мотылек, огородная совка, хлопковая совка, совки-гаммы и др.) является такой энтомофаг, как габробракон [7]. Перспективным биоагентом, позволяющим снизить химическую нагрузку на посевы кукурузы, является эктопаразит *Habrobracon hebetor Say* (*Hymenoptera, Braconidae*). Он известен как паразит более 60 видов чешуекрылых вредителей. Самки этого паразита обладают способностью проникать в различные отверстия, трещины, другие места (стебли, плоды, початки), где поселяются и питаются гусеницы фитофагов (стеблевой кукурузный мотылек, совка и др).

Габробракон (род *Bracon*) – типичный эктопаразит, весьма существенной экологической особенностью этого эктопаразита является то, что зимуют взрослые особи паразита в растительных остатках, трещинах коры и других природных приспособлениях. Кроме паразита яиц многих фитофагов – трихограммы, все большее распространение среди средств биологической защиты получает габробракон, хотя несколько уступает трихограмме по объемам применения. Известно, что габробракон заражает более 75 видов вредных чешуекрылых насекомых. Высокий уровень заражения наблюдается на гусеницах таких совок, как капустная, помидорная и хлопковая. Гусеницы этих совок обладают природной устойчивостью к действию всех известных инсектицидов, особенно начиная с третьего возраста. Кроме того, из-за санитарно-гигиенических требований к продукции возникает необходимость резкого сокращения применения инсектицидных препаратов. В этих условиях требуется увеличение объемов использования биологических средств защиты кукурузы. Но для существенного влияния на такие фитофаги, как хлопковая совка, и особенно кукурузный

стеблевой мотылек природных популяций габробракона недостаточно. Видимо, в регионах возделывания кукурузы необходимо специально выращивать в биолабораториях местные формы паразита с последующим расселением в агроценозы [82].

Технологической особенностью применения габробракона является норма расселения, которая составляет 500-700 взрослых особей на 1 га (в отличие от трихограммы). Показатель двигательной активности габробракона в десятки раз выше показателя двигательной активности и поисковой способности трихограммы.

Отмечается, что необходимая хозяйственная эффективность паразитирования габробраконом гусениц фитофагов достижима, если учитывать и соблюдать следующие условия:

– дальность распространения самок паразита из пункта выпуска на поле составляет 500-600 м;

– максимальная эффективность паразитирования габробракона (80-90 %) достигается при следующем соотношении: одна особь паразита на 5-15 гусениц совок.

Самки габробракона (в отличие от трихограммы) обладают уникальной природной способностью проникать в различные отверстия, трещины, другие места, где концентрируются гусеницы фитофагов (гусеницы стеблевого кукурузного мотылька и совок, которые концентрируются внутри стеблей, в плодах, початках и других естественных укрытиях). По мнению исследователей, это является важнейшей практической характеристикой габробракона – период интенсивного питания гусениц кукурузного мотылька приходится на фазу вегетации кукурузы, когда обработка химическими препаратами технически невозможна [82].

Работы ФГБНУ ВНИИБЗР, связанные с формированием коллекции энтомофагов, свидетельствуют, что эктопаразит *H. hebetor* (габробракон) – один из масштабно используемых в биологической защите растений биоагентов. Применение его в системе защиты таких сельскохозяйственных культур, как соя, кукуруза и другие будет способствовать повышению эффективности биологической защиты, так как паразитируемые им гусеницы старших возрастов плохо контролируются другими биоагентами. Применение габробракона

совместимо с биологическими и биорациональными препаратами, что делает его эффективным. При отсутствии обработок традиционными химическими инсектицидными препаратами осуществляется воспроизводство паразита в природной среде и обеспечивается пролонгированная биоценотическая регуляция чешуекрылых вредителей [7].

В работе [70] приведены результаты исследований, проведенных в Краснодарском крае по биологическому контролю основных вредителей кукурузы на основе комплексного применения феромонов, энтомопатогенных препаратов и выпуска паразитических перепончатокрылых *Trichogramma evanescens West* и *Habrobracon hebetor Say*. Сезонная динамика лёта, численность *Helicoverpa armigera* Hbn. и *Agriotes tauricus Heyd.* определялись с помощью феромонных ловушек, численность гусениц *Ostrinia nubilalis* Hbn. – на 15 растениях разных делянок в 6-7-кратной повторности. Для биологического контроля чешуекрылых вредителей массовое разведение эктопаразита *H. hebetor* проводили с использованием гусениц *Galleria mellonela* L. Отмечено, что существенный вред посевам кукурузы наносили тли (*Homoptera, Aphididae*), личинки жуков-щелкунов повреждали семена и всходы растений, что приводило к изреживанию посевов. При проведении исследований уточнен видовой состав вредителей кукурузы, определены динамика лёта и численность хлопковой совки и кукурузного мотылька, установлены оптимальные сроки проведения защитных мероприятий (выпуск энтомофагов, обработки биопрепаратами). Полевая оценка системы биологического контроля основных вредителей кукурузы в Краснодарском крае показала удовлетворительную эффективность взаимодополняющих приемов с использованием энтомофагов и биопрепаратов на основе энтомопатогенных бактерий и вирусов.

Результаты исследований показали, что эффективность биологической защиты кукурузы против стеблевого кукурузного мотылька на раннем гибриде составила 74,1 %, на позднем – 94, хлопковой совки – 72,2 и 77,8% соответственно [70].

8.3. Биологическая защита кукурузы от вредителей с применением БПЛА

Применение трихограммы для биологической защиты посевов кукурузы от стеблевого мотылька традиционным способом (используя для ее расселения авиацию) является достаточно затратным. Существенно сократить стоимость данной технологической операции, выполнять ее более оперативно позволит использование (вместо самолетов) беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [83].

Доказано, что двукратное расселение трихограммы, являющейся природным паразитом кукурузного мотылька, позволяет уничтожать его с эффективностью 88-92 % (соответствует однократной обработке системным химическим препаратом).

Исследования по изучению эффективности расселения трихограммы для защиты посевов кукурузы от стеблевого мотылька с применением БПЛА были проведены в условиях Белгородской области. Основной объем полевых испытаний был выполнен в период с 20 июля по 7 августа 2020 г. на двух опытных участках: Белгородского ГАУ (2,4 га) и ООО «Ивушка» Яковлевского района (6 га). Схема опыта для расселения трихограммы на посевах кукурузы с помощью БПЛА включала в себя контроль без применения трихограммы и варианты с применением трихограммы (табл. 21).

Таблица 21

Варианты расселения трихограммы с помощью БПЛА FIXAR 005 и Geoscan 401 (скорость ветра: 0; 1; 3 м/с) [83]

Норма внесения трихограммы, г/га	Высота полета БПЛА, м	Расстояние между галсами, м
1,5	20	20
1,5	25	20
1,5	30	20
1,5	20	20
1,5	25	20
1,5	30	20
3	20	20
3	25	20

Продолжение табл. 21

Норма внесения трихограммы, г/га	Высота полета БПЛА, м	Расстояние между галсами, м
3	30	20
3	20	20
3	25	20
3	30	20

Для учета заселения посевов кукурузы стеблевым мотыльком осуществлялся отбор 10 проб по 10 растений на наличие яйцекладок в фазе 6-8 листьев и после выметывания метелок (выброс метелки). В период проведения исследований погодные условия в июле-августе 2020 г. (температура в дневные часы составляла +33-35 °С) были неблагоприятными для гусениц кукурузного стеблевого мотылька, поэтому учеными и специалистами, проводившими исследования, были обнаружены только единичные экземпляры вредителей.

По результатам проведенных исследований был сделан вывод, что внесение в посевы кукурузы трихограммы с помощью БПЛА наиболее целесообразно выполнять при скорости ветра 0-1 м/с и высоте полета 25 м. Рекомендовано при применении БПЛА FIXAR 005 двукратное внесение трихограммы по 1,5 г/га, при большем заселении посевов кукурузы вредителем норма может быть увеличена до 2 г/га.

По мнению исследователей, в настоящее время наиболее эффективным специализированным химическим препаратом для защиты кукурузы от стеблевого мотылька является инсектицид Амплиго, МКС (0,3 л/га). На 01.08.2020 средняя рыночная стоимость 1 л данного препарата составляла 12500 руб., стоимость 1 г трихограммы – 150 руб. Стоимость услуги компании FIXAR (выполнение сотрудником работ по расселению трихограммы и эксплуатация БПЛА) – 300 руб/га.

Сравнительный анализ экономической эффективности по защите посевов кукурузы на зерно от стеблевого мотылька, выполненный учеными и специалистами по результатам исследований в условиях Белгородской области, показал, что проведение защитных мероприятий высокорентабельно даже при условии применения дорогостоящих инсектицидов – уровень рентабельности составил 157 %, в то время как при расселении трихограммы с использованием ави-

ации и БПЛА FIXAR 005 он еще выше – в 3,8 и 5,8 раза соответственно. Применение БПЛА (вместо традиционной авиации) для биологической защиты кукурузы от стеблевого мотылька позволяет сократить производственные затраты в 1,5 раза.

Разработанный по результатам исследований регламент использования БПЛА для расселения трихограммы на посевах кукурузы предполагает агротехнологические требования и технологические параметры дифференцированного внесения трихограммы (табл. 22).

Таблица 22

Агротехнологические требования и технологические параметры дифференцированного внесения трихограммы с помощью БПЛА [83]

Наименование	Значение
Норма внесения трихограммы, г/га	3 (при 2-кратном внесении по 1,5 г/га)
Способ расселения энтомофага – сыпучая смесь трихограммы и манки	1:3
Плотность распределения сбрасываемой трихограммы, тыс. шт/га	110
Высота полета БПЛА, м	25
Расстояние между галсами, м	20
Скорость ветра, м/с	0-1
Скорость полета БПЛА в работе, км/ч	70
Время полета БПЛА, мин	75
Расчетная площадь обработки БПЛА FIXAR 005 в день, га	До 500

9. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ВРЕДИТЕЛЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Применяемая в Республике Татарстан зерновая технология возделывания кукурузы позволяет получать кукурузный силос с питательностью 0,3-0,33 корм. ед. в 1 кг. Технологией предусматривается точный учет гидротермических ресурсов района; минимализация обработки почвы; интегрированная борьба с сорняками, вредителями и болезнями; применение новых комплексов машин; внесение расчетных доз удобрений; использование хорошо проверенных раннеспелых гибридов; своевременный сев в качественно подготовленную почву; соблюдение норм высева семян с равномерным расположением их в рядке сеялками точного высева; своевременный уход за посевами, подкормка и др.; своевременная уборка кукурузы на силос или на зерно. Для уменьшения потерь урожая кукурузы большое внимание уделяется защите посевов от сорняков, вредителей и болезней. Из-за особенностей этой пропашной культуры, растения которой вначале развиваются медленно, а рядки смыкаются поздно, всходы сорняков (появляются одновременно со всходами культуры) получают хорошие условия для развития. В течение всего периода вегетации чувствительность кукурузы к сорнякам меняется: до фазы 2-3 листьев сорняки не препятствуют развитию растений культуры, но далее, до фазы 8-10 листьев, могут нанести серьезный урон урожаю, снизить качество корма. Критический период развития кукурузы в условиях республики начинается с фазы 3-4 листьев и длится практически весь июнь [84].

В Республике Татарстан на полях повсеместно распространены такие сорные растения, как осот, бодяк полевой, вьюнок полевой, молочай, щирица, пырей ползучий, щетинник, марь белая, ярутка полевая, пастушья сумка, сурепка желтая, подмаренник цепкий. Для защиты посевов кукурузы от этих злостных сорняков применяются как агротехнические, так и химические способы.

На качественно вспаханных и очищенных еще с осени полях с помощью культивации проводится послепосевное и довсходовое боронование. Эта операция выполняется с применением легких борон типа ЗОР-07 и сетчатых борон БСО-4 на сцепке с СГ-21. Если на почве образовалась корка, при появлении всходов сорных растений в период вегетации обязательно применяются почвенные гербициды (до или после сева). Опыт хозяйств республики показал, что наиболее эффективно внесение почвенных гербицидов сразу после сева (создается защитный экран в течение 30 дней).

В зависимости от наличия сорняков и степени уплотнения почвы проводятся одна-две междурядные обработки с внесением аммиачной селитры (не менее 200 кг/га). Первая культивация – в фазе 3-4 листьев кукурузы на глубину 7-8 см, вторая (более мелкая) – в фазе 7-9 листьев. При второй обработке с легким окучиванием растений заделываются всходы сорняков «второй волны» в рядках и облегчается доступ воздуха к корням кукурузы. В случае высокой степени засоренности полей одних агротехнических приемов недостаточно.

Для химической обработки при выборе гербицида учитываются видовой состав сорных растений и степень засоренности каждого конкретного поля. При сильной засоренности полей многолетними корнеотпрысковыми сорняками (осот, бодяк) применяется гербицид сплошного действия Раундап (4 л/га) обычно осенью, после уборки предшественника, или рано весной, перед предпосевной обработкой почвы. Почвенные гербициды Мерлин, Дуал Голд, Беркут применяются как до сева (под предпосевную культивацию), так и до появления всходов кукурузы (с заделкой в почву или без нее). Если эффективность почвенных гербицидов недостаточна, применяются послевсходовые (страховые) препараты Титус, Базис, Хармони, Банвел, Милагро, Каллисто. Для гербицидов Майстер и Каллисто имеются некоторые ограничения: их используют до фазы 6-7 листьев кукурузы. Также применяются баковые смеси гербицидов (табл. 23).

С помощью Банвела (системный гербицид) хорошо уничтожаются вьюнки и осоты. Современные препараты отличаются высокой эффективностью, но для полного использования их преимуществ в защите посевов кукурузы агрономы республики ежегодно перед началом весенне-полевых работ проходят обучение на недельных курсах при Минсельхозе Республики Татарстан. К проведению

занятий по 32-часовой программе приглашаются ученые Российской академии наук и Академии наук Республики Татарстан, в частности по защите растений – профессор Р.И. Сафин. Также сезонно, по срокам проведения ухода за растениями, организуются семинары для агрономов с приглашением специалистов и ученых.

Таблица 23

Применение баковых смесей гербицидов Банвел + Милагро и Банвел + Ураган

Банвел + Милагро (0,3-0,5 + 0,7-0,8 л/га)	
Препарат Банвел	Препарат Милагро
Уничтожение многолетних, двудольных однолетних сорняков	Уничтожение однолетних злаковых сорняков
Банвел + Ураган (0,3-0,5 + 1,5-2 л/га)	
Полное искоренение трудноистребимых многолетних и однолетних сорных растений на паровых полях	

В условиях республики наибольший урон урожаю кукурузы могут нанести проволочники, личинки шведской мухи, гусеницы кукурузного стеблевого и лугового мотыльков, озимой совки. Проволочники – личинки жуков-щелкунов – повреждают высеянные семена и проростки, тем самым сильно изреживая посевы. Личинки шведской мухи, повреждая точку роста растений кукурузы, способствуют прекращению их роста, кущению или гибели. При недостаточном количестве тепла в период начального роста растений урон от этих вредителей увеличивается. Стебли молодых растений повреждаются гусеницами озимой совки, верхняя часть этих растений усыхает, а пасынки не успевают образовать початки. При внедрении гусениц кукурузного стеблевого мотылька в стебли и основания початков стебли надламываются, метелки и початки усыхают.

Для защиты кукурузы от сорняков (марь белая, овсюг, ромашка, мышей, щирица, корневищные виды) вносят гербициды (Дуал Голд, Гезагард, Клоцет, Беркут и др.) под предпосевную культивацию или до всходов кукурузы (после сева с боронованием или без него). Для качественного закрытия влаги проводится предпосевная культивация на глубину заделки семян с применением борон БЗТ-1, культиваторов КПС-4, «Смарагд» с плоскорежущими лапами, КБМ-10,5 и КБМ-15 (в зависимости от способа осенней обработки почвы).

Некоторые фитосанитарные мероприятия проводятся в период «сев – всходы – 5 лист у растений кукурузы». На 3-4 день после сева с целью подавления однолетних и многолетних сорных растений проводится боронование поперек поля или по диагонали к направлению посева с применением средних борон ЗБЗСС-1. В фазе 3-4 листьев у кукурузы выполняется боронование легкими (или средними) боронами в один след поперек рядков (скорость агрегата – не более 3-4 км/ч) против однолетних сорняков. При появлении всходов проводится первая междурядная обработка на глубину 8-10 см с защитной зоной 10-12 см культиваторами КРН-5,6. При необходимости вносятся почвенные гербициды для образования защитного экрана. При необходимости в фазе 3-5 листьев проводят опрыскивание против вьюнка полевого, куриного проса, осотов и щирицы гербицидами Базис, Титус, Каллисто, Милагро, Банвел – в зависимости от засоренности посевов.

В этот период времени могут быть опасны такие вредители, как шведская муха, озимая совка и луговой мотылек. При совпадении сроков гербицидной обработки и применения инсектицидов используются баковые смеси, в состав которых входят Карбофос-500 и Децис Профи. Если такая обработка не была проведена, то в фазе 5 листьев – выметывания метелок – цветения посевы кукурузы опрыскиваются против стеблевого и лугового мотыльков одним из разрешенных пестицидов.

В послеуборочный период для защиты будущих посевов кукурузы от проволочников, озимой совки, шведской мухи, сорняков проводится лущение стерни дисковыми лемешными лущильниками с последующей вспашкой отвальными, чизельными плугами или плоскорезами-глубокорыхлителями (в зависимости от наличия сорняков, типа почвы и принятой технологии ее обработки). Для усиления эффекта защиты от осотов, вьюнка полевого после лущения стерни в фазе розеток сорняков при температуре не ниже 15 ºС проводят опрыскивание поля гербицидом глифосатной группы (против осотов) и системным гербицидом Банвел (против вьюнка – Банвел или баковая смесь Банвел + Милагро).

Опыт агрохолдинга показал, что химическая защита кукурузы от комплекса вредных объектов эффективна [84].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кукуруза является важнейшей сельскохозяйственной культурой, посевные площади которой в Российской Федерации расширяются. Для получения высоких урожаев и сохранения качества продукции требуется обеспечение защиты посевов кукурузы от сорных растений и вредителей.

Увеличение занятых под кукурузу площадей требует постоянного совершенствования технологий выращивания этой культуры, в том числе инновационных технологий защиты с применением современных высокоэффективных средств защиты от сорняков, болезней и вредителей. Решение этой задачи связано прежде всего с необходимостью проведения анализа, систематизации и обобщения информации о технологиях, содержащих результаты исследований ученых ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» и других научно-исследовательских и образовательных учреждений Минобрнауки России, РАН и Минсельхоза России.

Проведенные в ФГБНУ «Россорго» исследования показали, что увеличение использования раннеспелых гибридов с относительно низкой уборочной влажностью обеспечивает сокращение затрат на послеуборочную доработку продукции, значительно повышает экономическую эффективность производства кукурузы на зерно.

Для оптимизации фитосанитарного состояния почвы и посевов (снижение степени засоренности сорняками, поражаемость болезнями и повреждаемость вредителями) при возделывании кукурузы рекомендуется использовать севообороты. Важное место в технологии занимают внесение удобрений и обработка почвы, способствующие росту и развитию кукурузы, повышению конкурентоспособности ее в борьбе с сорной растительностью. Особенно важно замещение химических препаратов продуктами биотехнологий. Так, применение жидкого микробиологического удобрения Ризобакт (на основе клубеньковых, ризосферных и филлосферных штаммов различных видов бактерий) позволяет активизировать снабжение растений биологическим азотом, фосфором, калием и микроэлементами; пре-

дотвращать полегание; повысить устойчивость к недостатку влаги, заморозкам и перезимовке; защитить от возбудителей, корневой гнили, снежной плесени и других заболеваний; снизить развитие бактериоза на 40-60 %.

Многолетние исследования ученых и специалистов Рязанского НИИСХ свидетельствуют, что потери урожая зерна кукурузы от сорной растительности при отсутствии защитных мероприятий значительные – 30-40 % (иногда этот показатель может достигать 50 %). По другим источникам, в зависимости от видового состава сорняков, плотности заселения, продолжительности конкурентных взаимоотношений культуры с сорняками урожайность зерна кукурузы уменьшается на 25-40 % (иногда на 70-80 %).

По биологическим особенностям сорные растения подразделяются на малолетние (однолетние, зимующие и двулетние) и многолетние. Различаются они по степени вредоносности в отношении культурных растений и сложности защиты от них. Наиболее вредоносные трудноискоренимые сорные растения – многолетние корнеотпрысковые (бодяк полевой, осот желтый, вьюнок полевой и др.).

Очистить от нежелательной растительности посевы кукурузы позволяют гербициды. Многообразие и биологические особенности сорняков делают практически невозможным создание универсального гербицида, поэтому для обеспечения эффективной защиты в случае сильной засоренности полей различными видами сорняков необходимо подбирать сочетания гербицидов для баковых смесей.

Среди гербицидов, разрешенных к использованию на кукурузе, имеются довсходовые и послевсходовые. Действие почвенных (довсходовых) гербицидов основано на том, что действующее вещество находится на поверхности почвы, поглощается проростками сорных растений, в результате чего они погибают. Продолжительность действия гербицида (после внесения) при оптимальных условиях – до 40 дней и более. Послевсходовые гербициды на посевах кукурузы необходимо вносить в фазе 2-3 листьев.

Анализ информационных источников показал, что для лучшего развития растений кукурузы без сорняков используют гербициды довсходового и раннепослевсходового типа. Препарат Люмакс компании «Сингента» позволяет контролировать многие виды злаковых

и двудольных сорняков в течение всего сезона при однократной обработке. Для контроля трудноискоренимых сорняков в послевсходовый период компания предлагает новый универсальный гербицид Элюмис.

Наиболее эффективной системой защиты кукурузы считается комплексная (интегрированная), сочетающая в себе агротехнические, биологические, химические, экологические и другие методы, а также возделывание устойчивых сортов и гибридов, поддерживающих численность вредных организмов ниже порога вредоносности. Такая система защиты кукурузы от сорняков и вредителей отличается научно обоснованным комплексным подходом, наличием мониторинговой системы, использующей естественные механизмы регуляции (устойчивые сорта и гибриды, прогноз и профилактика вредных факторов и др.). Примером инновационного метода может служить применение биологического стимулятора роста и развития растений – Стиммунола ЕФ, разработанного в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт растений», обладающего полифункциональным действием, системно повышающего устойчивость растений к комплексу патогенных микроорганизмов, уменьшающего стрессовое воздействие пестицидов и других неблагоприятных факторов среды, способствующего увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур. При совместном использовании с гербицидами не уменьшает эффективности действия последних на сорные растения.

Качество используемых химических препаратов, а также производственный опыт предприятий, на которых их изготавливают, оказывает значительное влияние на успех в защите посевов кукурузы. Так, одно из российских инновационных предприятий – компания «Агро Эксперт Груп» (все химическое производство расположено в г. Волгограде) выпускает препараты Протект Форте, Кинг Комби, Лигат, Тотал 480 и другие, которые разрабатываются в научном центре компании с учетом запросов сельскохозяйственных предприятий.

Важным фактором, позволяющим получать высокие урожаи кукурузы, является ранний контроль сорных растений в посевах культуры.

Инновационный подход к контролю многолетних сорняков в отличие от однолетних заключается в знании закономерностей дви-

жения углеводов в растении. По результатам исследований ученых, против многолетних сорных растений наиболее эффективно применение системных гербицидов осенью, когда преобладает отток запасных питательных веществ из надземной части растений в корневую систему.

Среди инновационных методов также можно отметить снижение пестицидной нагрузки путем увеличения в интегрированной системе защиты кукурузы от сорняков доли биологизированных средств вместо химических.

К инновационным методам защиты посевов кукурузы от вредителей относятся такие, как применение устойчивых гибридов, биологический контроль вредителей (применение приманок, в том числе с использованием ловушек; зоологический метод – привлечение мелких животных и птиц, питающихся вредными насекомыми, их яйцами и личинками; применение энтомофагов – полезных насекомых, питающихся насекомыми-вредителями, являющимися их естественными природными врагами).

Против таких вредителей, как кукурузный стеблевой мотылек, хлопковая совка и другие эффективно применение трихограммы, габробракона и других энтомофагов. В результате исследований учеными доказано, что двукратное расселение в посевах кукурузы трихограммы позволяет уничтожать кукурузный мотылек с эффективностью 88-92 % (соответствует однократной обработке системным химическим препаратом). Анализ экономической эффективности по защите посевов кукурузы на зерно от стеблевого мотылька, выполненный учеными и специалистами на основе исследований в условиях Белгородской области, показал, что проведение защитных мероприятий высокорентабельно даже при условии применения дорогостоящих инсектицидов (рентабельность 157 %), в то время как при расселении трихограммы с использованием авиации и беспилотного летательного аппарата FIXAR 005 рентабельность была еще выше (в 3,8 и 5,8 раза соответственно).

На основе проведенных анализа и обобщения информации по защите кукурузы от сорных растений и вредителей предлагаются следующие выводы:

■ ученым и специалистам ФГБНУ «Россорго», ФГБНУ «ВНИИЗР», ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» и других научно-исследовательских и образовательных учреждений Минобрнауки России, РАН и Минсельхоза России целесообразно продолжать совершенствовать инновационные средства защиты сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы, от сорной растительности и вредителей (гербициды, инсектициды, биологические средства и др.), перспективные методы и технологии, обеспечивающие сохранение урожая зерна кукурузы, выведение устойчивых сортов и гибридов;

■ необходимо продолжать аналитическое сопровождение реализации подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства кукурузы в Российской Федерации» ФНТП, а также научно-информационное обеспечение и популяризацию развития и совершенствования технологий производства, в том числе защиты от сорных растений и вредителей, кукурузы.



ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. – М., 2017. – 52 с.

2. **Давыдова С.А., Вахания В.И., Курасов В.С.** Анализ состояния и перспективные направления развития селекции и семеноводства кукурузы: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 92 с.

3. Ценность кукурузы, сорговых культур и их урожайность в зависимости от приемов выращивания / В.Е. Ториков, А.В. Дронов, В.В. Ториков [и др.] / ФГБОУ «Брянский ГАУ» [Электрон. ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsennost-kukuruzy-sorgovyh-kultur-i-ih-urozhaynost-v-zavisimosti-ot-priemov-vyraschivaniya/viewer (дата обращения: 15.07.2021).

4. **Гуйда А.Н.** Ранний контроль сорняков в посевах кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://www.apk-news.ru/rannij-kontrol-sornyakov-v-posevah-kukuruzy/ (дата обращения: 29.04.2021).

5. Предварительные данные Росстата об итогах уборочной кампании в 2020 г. в Российской Федерации [Электрон. ресурс]. URL: https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/318420 (дата обращения: 22.04.2021).

6. **Плугов А.** Российский рынок кукурузы – тенденции и прогнозы [Электрон. ресурс]. URL: https://ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-kukuruzy---tendencii-i-prognozy/ (дата обращения: 22.04.2021).

7. Технологии биологической защиты сельскохозяйственных культур: науч. изд. / А.М. Асатурова, И.С. Агасьева, И.В. Балахнина [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 128 с.

8. **Даренских С.** Защита кукурузы в сложных агроклиматических условиях текущего года [Электрон. ресурс]. URL: https://glavagronom.ru/articles/zashchita-kukuruzy-v-slozhnyh-agroklimaticheskih-usloviyah-tekushchego-goda (дата обращения: 22.04.2021).

9. **Кондратьева О.В., Федоров А.Д.** Воспроизводство кукурузы отечественной селекции в Российской Федерации // Наука без границ и языковых барьеров: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Орел: ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина», 2021. – С. 228-234.

10. **Кондратьева О.В., Слинько О.В.** Основные агробиологические особенности кукурузы // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». – Саратов: ООО «Амирит», 2021. – С. 324-329.

11. Защита кукурузы при интенсивной технологии ее возделывания // Защита и карантин растений. – 2011. – № 5. – С. 17-24 [Электрон. ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-kukuruzy-pri-intensivnoy-tehnologii-ee-vozdelyvaniya (дата обращения: 29.04.2021).

12. Кукуруза: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг. [Электрон. ресурс]. URL: https://ab-centre.ru/news/kukuruza-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg (дата обращения: 15.07.2021).

13. Структура посевных площадей кукурузы в России по федеральным округам в 2019 г. [Электрон. ресурс]. URL: https://yandex.ru/images/search?text=%D (дата обращения: 03.06.2021).

14. **Шевцова Н.Е.** Земля возвращает сторицей // Информ. бюл. Минсельхоза России. – 2019. – № 12. – С. 38-39.

15. **Кондратьева О.В., Слинько О.В**. Выращивание кукурузы отечественной селекции в Российской Федерации // Аграрная наука – сельскому хозяйству: В 2-х книгах. – Барнаул, 2021. – С. 164-165.

16. **Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В.** Защита кукурузы от вредителей и болезней // Защита растений от вредных организмов: матер. 10-й Междунар. науч.-практ. конф. (г.Краснодар, 21-25 июня 2021 г.). – Краснодар, 2021. – С. 187-190.

17. **Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В.** Технологические приемы внесения удобрений в процесс закладки зерна кукурузы // Теория и практика современной аграрной науки: сб. IV Национ. (Всерос.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Новосибирский ГАУ, 2021. – С. 123-126.

18. **Чилашвили И.М.** Оценка нового исходного материала для селекции ранних и среднеранних гибридов кукурузы // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 79 (05) [Электрон. ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page (дата обращения: 15.07.2021).

19. Характеристика новых раннеспелых гибридов кукурузы / А.В. Гульняшкин, Е.В. Шкарбутко, Н.А. Лемешев [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». – Саратов: ООО «Амирит», 2021. – С. 97-101.

20. **Kondratieva O.V., Fedorov A.D., Slinko O.V., Voityuk V.A.** Current engineering support of corn cultivation // IOP Conference Series: Materials Science and Engiheering. – 2021. – С. 035647.

21. **Петухов Д.А., Свиридова С.А., Негреба О.Н.** Результаты исследований инновационных технологий борьбы с сорняками на посевах кукурузы на зерно // Техника и оборуд. для села. – 2018. – № 7. – С. 22-26.

22. **Соловьева Н.Ф.** Технологии и технические средства для возделывания кукурузы на зерно. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 80 с.

23. Система обработки почвы при возделывании кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://rosng.ru/post/content-sistema-obrabotki-pochvy-pri-vozdelyvanii-kukuruzy (дата обращения: 18.06.2021).

24. Перспективная ресурсосберегающая технология возделывания кукурузы на зерно: методические рекомендации / В.Н. Багринцева, Е.Ф. Сотченко,

А.Г. Горбачева [и др.]; под руководством акад. Россельхозакадемии В.С. Сотченко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 72 с.

25. Технология возделывания кукурузы на зерно [Электрон. ресурс]. URL: https://omskdizel.ru/technic/agrotekhnologii/tekhnologiya-vozdelyvaniya-kukuruzy-na-zerno/ (дата обращения: 29.04.2021).

26. Биотехнология поля / А.А. Попов, С.В. Жемякин, Н.Г. Демидас [и др.]. – СПб, 2018-2019. – 44 с.

27. **Мнатсаканян А.А., Чуварлеева В.Г., Волкова А.С.** Урожайность зерна кукурузы на фоне различных систем основной обработки почвы // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». – Саратов: ООО «Амирит», 2021. – С. 364-369.

28. Технология выращивания кукурузы на зерно и силос в Центральной и Восточной Европе [Электрон. ресурс]. URL: https://www.agronom.co.ua/texnologiya-vyrashhivaniya-kukuruzy-na-zerno-i-silos-v-centralnoj-i-vostochnoj-evrope/ (дата обращения: 18.06.2021).

29. **Мамсиров Н.И., Мнатсаканян А.А., Малич И.Ю.** Оценка эффективности возделывания высокоурожайных и перспективных гибридов кукурузы в Адыгее // Эффективный АПК. – 2021. – № 2 (4) – С. 54-56.

30. **Веневцев В.З., Захарова М.Н., Рожкова Л.В.** Защита посевов кукурузы на зерно от сорной растительности в условиях Рязанской области // Владимирский земледелец. – 2016. – № 4 (78). – С. 36-37.

31. **Веневцев В.З., Захарова М.Н., Рожкова Л.В.** Эффективность применения гербицидов после всходов посевов кукурузы на зерно // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 4. – С. 55-58.

32. Гербициды от сорняков на кукурузе // АПК Эксперт. – 2020. – № 8 (128). – С. 56-57.

33. Защита от сорных растений [Электрон. ресурс]. URL: https://www.rosagrochim.ru/crops/kukuruza/zashchita-ot-sornykh-rasteniy-kukuruzy/ (дата обращения: 29.04.2021).

34. **Брухаль Ф., Гаврилов С., Коломиец В**. Защита кукурузы от сорняков // Спецвыпуск. Пропозиция. Кукуруза: от семян до прибыли. – 2016. – С. 30-34 [Электрон. ресурс]. URL: https://propozitsiya.com/zashchita-kukuruzy-ot-sornyakov (дата обращения: 29.04.2021).

35. Сорняки и болезни на посевах кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://sdexpert.ru/archive/project/sornyaki-i-bolezni-na-posevakh-kukuruzy/ (дата обращения: 18.06.2021).

36. **Киданова Ю.Д., Наконечная А.В., Дмитренко Н.Н.** Эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края // Защита растений от вредных организмов: матер. 10-й Между-

нар. науч.-практ. конф. (г. Краснодар, 21-25 июня 2021 г.). – Краснодар, 2021. – С. 175-177.

37. Сорные растения и меры борьбы с ними [Электрон. ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/202371739/?page (дата обращения: 29.04.2021).

38. Яровые ранние сорняки // АПК Эксперт. Растениеводство. – 2021. – № 5-9 (12). – С. 24-25.

39. Основные трудности при подборе гербицидов для технологии защиты кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://agrovesti.net/lib/tech/growing-corn/osnovnye-trudnosti-pri-podbore-gerbitsidov-dlya-tekhnologii-zashchity-kukuruzy.html (дата обращения: 29.04.2021).

40 **Кротова А.** Проблемы при использовании системных гербицидов [Электрон. ресурс]. URL: https://direct.farm/post/3892 (дата обращения: 15.07.2021).

41. Элюмис. Комплексное решение в системе защиты кукурузы от сорняков [Электрон. ресурс]. URL: https://www.syngenta.ru/crops/corn/20140314-elumis (дата обращения: 29.04.2021).

42. **Бедловская И.В., Веретельник Е.Ю., Белоруцкий А.Ю.** Оценка эффективности применения послевсходового гербицида в посевах кукурузы // Защита растений от вредных организмов: матер. 10-й Междунар. науч.-практ. конф. (г. Краснодар, 21-25 июня 2021 г.). – Краснодар, 2021. – С. 39-42.

43. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч. 1. Пестициды: издание официальное. – М.: Минсельхоз России, 2021. [Электрон. ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru (дата обращения: 18.06.2021).

44. **Михайликова В.В., Стребкова Н.С.** Анализ применения пестицидов в Российской Федерации в 2019 г. // Защита растений от вредных организмов: матер. 10-й Междунар. науч.-практ. конф. (г. Краснодар, 21-25 июня 2021 г.). – Краснодар, 2021. – С. 242-244.

45. Классификация методов борьбы с сорными растениями [Электрон. ресурс]. URL: https://universityagro.ru/ (дата обращения: 29.04.2021).

46. **Тимченко И., Пинегин В.** Защита кукурузы от сорняков [Электрон. ресурс]. URL: https://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php?ID=6696 (дата обращения: 29.04.2021).

47. **Артохин К.С**. Оптимизация применения пестицидов в современных системах защиты растений // Защита растений от вредных организмов: матер. 10-й Междунар. науч.-практ. конф. (г. Краснодар, 21-25 июня 2021 г.). – Краснодар, 2021. – С. 22-24.

48. **Кравченко Р.В**. Засоренность посевов кукурузы в зависимости от основной обработки почвы и гербицидов в условиях зоны достаточного увлажнения Центрального Предкавказья // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 82 (08) [Электрон. ресурс]. URL: http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/77.pdf (дата обращения: 03.06.2021).

49. Современные системы интегрированной защиты сельскохозяйственных растений: науч. аналит. обзор / Д.О. Морозов, С.А. Коршунов, А.А. Любоведская [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 92 с.

50. Комплексная защита кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://zemlyakoff.com/kultury/kompleksnaya-zashhita-kukuruzy/ (дата обращения: 29.04.2021).

51. Комплексная система защиты кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: file:///D:/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF% (дата обращения: 29.04.2021).

52. Защита от сорных растений [Электрон. ресурс]. URL: https://www.rosagrochim.ru/crops/kukuruza/zashchita-ot-sornykh-rasteniy-kukuruzy/ (дата обращения: 29.04.2021).

53. **Рябчинская Т.А., Бобрешова И.Ю., Саранцева Н.А., Наумов М.М.** Стиммунол ЕФ – регулятор роста нового поколения [Электрон. ресурс]. URL: https://rynok-apk.ru/articles/plants/stimmunol-ef-/ (дата обращения: 18.06.2021).

54. Стиммунол Е.Ф. Регламент применения – биологический эффект / ФГБНУ «ВНИИЗР» [Электрон. ресурс]. URL: http://stimmunol.ru/ (дата обращения: 18.06.2021).

55. **Багринцева В.Н.** Новый гербицид для защиты кукурузы // Кукуруза и сорго. – 2010. – № 2. – С. 13-14.

56. **Шнейдер А.Ю., Дунаева Ю.С.** Каллисто в современной технологии защиты кукурузы от сорняков // Защита и карантин растений. – 2009. – С. 51.

57. Комплексная программа-2019 для кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://agroinvestgrupp.ru/assets/files/protect.pdf (дата обращения: 29.04.2021).

58. Визион – гербицид для защиты кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://direct.farm/post/7951 (дата обращения: 29.04.2021).

59. **Герасимова Л**. Система защиты кукурузы за год не подорожала // Защита растений (on-line газета) / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 2018. – № 6 (271). – С. 13-16.

60. Инновационная защита зерновых, кукурузы и картофеля для омских аграриев от «Агро Эксперт Груп» [Электрон. ресурс]. URL: http://agrotime.info/?p=14869 (дата обращения: 15.07.2021).

61. **Лысенко Н.Н., Матвейчук П.Н., Матвейчук П.В.** Хозяйственные и технологические основы получения высокого урожая зерна кукурузы в Орловской области // Вестник ОрелГАУ. – 2017. – № 4 (67), август. – С. 17-24.

62. Кукуруза [Электрон. ресурс]. URL: https://universityagro.ru (дата обращения: 15.07.2021).

63. **Артохин К.С., Иващенко В.Г.** Особенности диагностики фитофагов, патогенов и сорных растений в системе защиты посевов кукурузы (методологические и практические аспекты) // Вестник защиты растений. – 2018. – № 4 (98). – С. 5-12.

64. Особенности эффективной системы защиты кукурузы от сорняков [Электрон. ресурс]. URL: http://www.kaicc.ru/node/353 (дата обращения: 29.04.2021).

65. Комплексная система защиты кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: http://www.agro-40.ru/novosti/188-kompleksnaya-sistema-zaschity-kukuruzy.html (дата обращения: 15.07.2021).

66. **Турин Е.Н.** Борьба с многолетними сорняками // Эффективный АПК. – 2021. – № 4 (6). – С. 23.

67. **Морозов Д., Коршунов С., Любоведская А**. Интегрированная система защиты растений – мировой тренд и фактор конкурентоспособности продукции [Электрон. ресурс]. URL: https://www.agropromyug.com/tekhnologii-rastenievodstva.html (дата обращения: 15.07.2021).

68. **Можейко О**. Враг моего врага – мой друг: как мир борется с вредителями // Эффективный АПК. – 2021. – № 4 (6). – С. 44-45.

69. Вредители и болезни кукурузы и меры борьбы с ними [Электрон. ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page (дата обращения: 15.07.2021).

70. Оценка биологической эффективности биологических средств защиты растений против основных вредителей кукурузы / И.С. Агасьева, Е.Ф. Федоренко, М.В. Нефедова, В.Я. Исмаилов // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 124-129.

71. **Южанинова Л.** Защитить кукурузу [Электрон. ресурс]. URL: https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/zaschitit-kukuruzu.html (дата обращения: 29.04.2021).

72. Большая злаковая тля // АПК Эксперт. Растениеводство. – 2021. – № 5-9 12). – С. 44.

73. Диагностика проблем выращивания кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://www.agronom.co.ua/diagnostika-problem-vyrashhivaniya-kukuruzy/ (дата обращения: 18.06.2021).

74. **Медведева И**. Агромониторинг [Электрон. ресурс]. URL: https://direct.farm/post/8598 (дата обращения: 15.07.2021).

75. **Иваненко С.** Тактика и стратегия защиты кукурузы от вредителей [Электрон. ресурс]. URL: https://www.agroone.info/publication/taktika-i-strategija-zashhity-kukuruzy-ot-vreditelej/ (дата обращения: 29.04.2021).

76. Обследование полей кукурузы в послеуборочный период / ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» [Электрон. ресурс]. URL: https://ggiskzr.by/news/365.html (дата обращения: 15.07.2021).

77. **Михайликова В.В., Кретинин С.В.** Информационное обеспечение мониторинга защитных мероприятий // Защита растений от вредных организмов: матер. 10-й Междунар. науч.-практ. конф. (г. Краснодар, 21-25 июня 2021 г.). – Краснодар, 2021. – С. 244-246.

78. **Разумейко И.Н.** Использование инсектицидов на кукурузе в ЦЧР // Там же. – С. 305-306.

79. Генетический потенциал коллекции кукурузы ВИР для гибридной селекции / Э.Б. Хатефов, М.Р. Гоникова, Г.М. Асадова [и др.] // Научное обеспече-

ние устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». – Саратов: ООО «Амирит», 2021. – С. 278-284.

80. Государственный реестр охраняемых селекционных достижений: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 512 с.

81. Биологические меры борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур. Применение энтомофагов и биопрепаратов. – Бишкек, 2018 [Электрон. ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/202371739/? =ru (дата обращения: 18.06.2021).

82. Габробракон против вредителей растений // Эффективный АПК. – 2021. – № 4 (6). – С. 45.

83. Резюме по результатам выполнения научного проекта «Разработка регламента использования БПЛА для применения трихограммы на посевах кукурузы» [Электрон. ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/202371739/?page=ru (дата обращения: 03.06.2021).

84. **Хайруллин А.Н.** Защита кукурузы – дело доходное // Защита и карантин растений. – 2012. – № 4. – С. 14-16.

85. Машины для возделывания и уборки кукурузы на зерно [Электрон. ресурс]. URL: https://www.newtechagro.ru.html (дата обращения: 18.06.2021).

86. Мировое лидерство кукурузы: рекомендации по возделыванию [Электрон. ресурс]. URL: http://kosmais.ru/growing.html (дата обращения: 15.07.2021).

87. В России хотят нарастить производство отечественных гибридов кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://specagro.ru/news/202104/v-rossii-khotyat-narastit-proizvodstvo-otechestvennykh-gibridov-kukuruzy (дата обращения: 18.06.2021).

88. Эффективность применения минеральных, микробиологических удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот в качестве некорневой подкормки с целью повышения урожайности и качества продукции зерновых и масличных культур: практ. реком. / Деревягин С.С., Ярошенко Т.М., Стрижков Н.И. и др. – Саратов, 2018. – 14 с.

89. Машинно-технологическое обеспечение возделывания кукурузы: аналит. обзор / Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Гольтяпин В.Я., Петухов Д.А., Давыдова С.А., Коноваленко Л.Ю. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 96 с.

90. Технология возделывания кукурузы [Электрон. ресурс]. URL: https://agrovesti.net/lib/tech/growing-corn/tekhnologiya-vozdelyvaniya-kukuruzy.html (дата обращения: 29.04.2021).

91. **Слинько О.В., Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Войтюк В.А**. Формирование селекционно-семеноводческой базы – необходимое условие увеличения производства кукурузы // PERFECT AGRICULTURE. – № 4. – С. 56-58.

92. Технология возделывания кукурузы: рекомендации / Национальная ассоциация производителей семян кукурузы и подсолнечника. ГНУ «Краснодарский НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко». – Краснодар, 2016. – 40 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. Биологические особенности кукурузы и тенденции расширения посевных площадей 5
2. Особенности технологии возделывания кукурузы 9
2.1. Размещение кукурузы в севообороте 9
2.2. Внесение удобрений 10
2.3. Система обработки почвы 16
3. Влияние сорной растительности и вредителей на урожайность кукурузы 19
4. Сорная растительность в посевах кукурузы и особенности гербицидной защиты 22
4.1. Влияние основной обработки почвы и применения гербицидов на засоренность посевов кукурузы (на примере Ставропольского края) 31
5. Инновационные методы в комплексной (интегрированной) системе защиты кукурузы от сорняков 42
5.1. Современный подход к защите кукурузы от сорных растений 44
5.2. Метод раннего контроля сорняков в посевах кукурузы 52
5.3. Инновационный подход к контролю многолетних сорняков 60
5.4. Снижение пестицидной нагрузки. 65
6. Основные вредители посевов кукурузы 68
7. Инсектицидная защита 74
8. Инновационные методы защиты кукурузы от вредителей. 78
8.1. Применение устойчивых гибридов 78
8.2. Перспективные методы биологического контроля вредителей кукурузы 79
8.3. Биологическая защита кукурузы от вредителей с применением БПЛА 84
9. Применение инновационных технологий защиты кукурузы от сорной растительности и вредителей в Республике Татарстан 87
Заключение 91
Литература 96

Николай Петрович Мишуров, Вячеслав Филиппович Федоренко,
Ольга Вячеславовна Кондратьева, Анатолий Дмитриевич Федоров,
Дмитрий Анатольевич Петухов, Олеся Викторовна Слинько,
Вячеслав Александрович Войтюк
(ФГБНУ «Росинформагротех»);
Виктория Игоревна Старчак
(ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ

Аналитический обзор

Редакторы: *И.С. Горячева, М.Н. Жукова*

Обложка художника *П.В. Жукова*

Компьютерная верстка *Т.П. Речкиной*

Корректор *В.А. Белова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 09.09.2021 Формат 60×84/16
Печать офсетная Бумага офсетная
Гарнитура шрифта «Times New Roman»
Печ. л. 6,5 Тираж 500 экз. Изд. заказ 412 Тип. заказ 677

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-1656-2



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

В Информационном бюллетене Министерства сельского хозяйства России узнаете:

- **о проведении аграрной политики страны;**
- **о мерах государственной поддержки аграриев;**
- **о развитии аграрного производства в регионах;**
- **о новых агротехнологиях и достижениях науки и техники;**
- **о новом в жизни сельских территорий.**

В приложении – документы Правительства России и Минсельхоза России.

Подписку можно оформить через редакцию.
Стоимость подписки на 2021 г. с учетом доставки по Российской Федерации – 5289,24 руб. с учетом НДС (10%); за полугодие – 2644,62 руб. с учетом НДС (10%)

Телефоны для справок:
8 (496) 531-19-92,
(495) 993-55-83,
(495) 993-44-04.
e-mail: market-fgnu@mail.ru



