

УДК 632.954:633.1

## ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ В БОРЬБЕ С СОРНЯКАМИ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР

© 2013 г. Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков

*Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии РАСХН  
143050 п/о Большие Вяземы, Московская обл., Россия  
E-mail: spiridonov@vniif.ru*

Поступила в редакцию 08.06.2012 г.

Представлены результаты многолетних стационарных мониторинговых наблюдений за формированием ценоза сорной растительности в посевах различных сельскохозяйственных культур в условиях ЦФО РФ с учетом его функционально зависимых изменений от состояния погодно-климатических факторов вегетационных сезонов и агротехнических особенностей ведения растениеводства в регионе. Обобщен многолетний опыт успешного создания отечественных комбинированных гербицидных препаратов, содержащих 2–3 действующих вещества в синергистически активных соотношениях, позволяющих успешно бороться с засоренностью посевов зерновых культур. Показано, что по уровню биологической и хозяйственной эффективности отечественные препараты не уступают образцам аналогичной направленности зарубежных фирм. Вместе с тем, применение отечественных гербицидов обходится хозяйству значительно дешевле, чем использование ряда зарубежных препаратов при равнозначной эффективности. Научно обоснована оптимальная технология применения гербицидов при борьбе с засоренностью посевов озимой пшеницы с использованием осеннего опрыскивания с помощью малообъемного монодисперсного опрыскивателя разработки ГНУ ВНИИФ.

*Ключевые слова:* комбинированные гербициды, оптимизация технологии применения гербицидов, озимая пшеница.

### ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития растениеводства основными факторами формирования полевого (пашенного) агрофитоценоза являются севооборот с обязательным участием районированных сортов культурных растений, принятая в хозяйстве система обработки почвы и рациональное использование агрохимикатов, включая применение удобрений и химических средств защиты растений (ХСЗР). При этом все защитные мероприятия, направленные против сорной растительности должны основываться на результатах оценки фитосанитарной ситуации данного посева, которая определяется либо по результатам предварительного обследования, проведенного перед осуществлением мер защиты, либо на основании данных ежегодного систематического прогноза ее состояния. Таким образом, учитывая характеристику фитосанитарной ситуации посевов конкретного поля, можно рассчитать объем и оценочную стоимость проводимых защитных

мероприятий, требуемых для успешной борьбы с существующим ценозом сорняков при использовании методических приемов их рационального исполнения.

Основными методами защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорняков являются агротехнические мероприятия, химическая прополка и биологический способ. Многолетний опыт борьбы с сорняками убедительно показал, что наиболее надежным и стабильным подходом к решению данной проблемы является научно обоснованное сочетание или чередование проведения всех трех методов. Анализ ситуации в российском сельском хозяйстве подтвердил, что химический метод защиты посевов культурных растений от сорняков на данном этапе развития растениеводства в стране является приоритетным приемом как с позиций гарантированного сохранения урожая, так и оперативного функционирования производственной службы защиты растений. Этим обусловлена замена традиционно применяемых

средств на более современные препараты, обладающие хорошо выраженной селективностью и должным уровнем хозяйственной эффективности при относительно низкой токсикологической нагрузке на объекты окружающей среды. Достаточно своевременным и перспективным направлением развития проблемы химизации защиты сельскохозяйственных растений от сорняков является целевое создание эффективных, экологически малоопасных фитотоксикантов, активно подавляющих большинство представителей многовидового сорнякового ценоза с учетом расширения новых поисковых исследований в области научно обоснованной комбинаторной химической технологии использования действующих веществ (д.в.) из числа уже известных и вновь синтезируемых гербицидных структур. Некоторым практически важным результатам многолетних работ отдела гербологии ГНУ ВНИИФ в направлении поиска средств борьбы с сорняками в посевах зерновых колосовых культур, прежде всего озимой пшеницы, в условиях ЦФО РФ, посвящено настоящее сообщение.

При создании высокоэффективных гербицидных препаратов, удовлетворяющих вышесформулированным требованиям, необходимо располагать следующими сведениями:

а) особенностями формирования видового и количественного состава сорнякового ценоза в посевах зерновых колосовых культур (озимой пшеницы и др.) для конкретного региона;

б) общими представлениями о физико-химических и биологических свойствах исходных д.в., входящих в качестве компонентов разрабатываемых композиционных препаратов;

в) о существующих способах и приемах их применения с использованием современных ресурсосберегающих технологий.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Создание высокоэффективных гербицидных препаратов как средств борьбы с сорняками в растениеводстве или для уничтожения нежелательной растительности на землях несельскохозяйственного пользования в индустриальной сфере сопряжено с проведением исследований в нескольких параллельных направлениях, каждое из которых требует особой методической основы. В данной работе использовали 3 взаимосвязанных методических блока, дополняющих друг друга на разных этапах решения целевой проблемы в целом, включавших мониторинговые исследования уровня засоренности опытных полей, вегетационные испытания веществ в условиях лаборатории искусственного климата и биологические испытания препаратов в реальных условиях полевого эксперимента.

Методические приемы мониторинговых исследований уровня засоренности опытных полей предусматривают проведение детальных качественных и количественных оценок, достоверно отражающих и прогнозирующих состав и вредоносность сорного компонента в агроценозе полей, составляющих важную часть мониторинга уровня засоренности сельхозугодий. Такой мониторинг включает в себя ряд методических подходов надежного и качественного учета состояния и перспектив развития сорного компонента в посевах сельхозкультур, во многом зависящего от площади обследуемых территорий в соответствии с конкретными задачами и целенаправленностью проводимых исследований с учетом всестороннего изучения агрофитоценозов земельных площадей и его динамики изменений в зависимости от природных, а также антропогенных факторов.

Главная цель этих работ состоит в достижении полного, исчерпывающего отражения гербицидной ситуации в агроэкологических системах растениеводства ряда регионов и отдельных хозяйств, а также на земельных территориях иного целевого назначения, не связанного с сельским хозяйством. В зависимости от целенаправленности и объема конкретных мониторинговых исследований оценка уровня засоренности изучаемых территорий условно подразделяется на три типа (рис. 1).

Оценка засоренности по первому типу представляет собой стационарные исследования, позволяющие проводить систематическое многолетнее изучение эффективности вновь созданных и эталонных гербицидов или оценивать уровень засоренности поля в зависимости от внешних факторов (агротехники, внесения удобрений и ХСЗР).

В каждом конкретном случае учет засоренности проводят на учетных площадках, которые располагаются по наибольшей диагонали (или по двум диагоналям) обследуемого участка поля. Учетные площадки могут быть постоянными или скользящими. Постоянные площадки выделяют и закрепляют колышками, а скользящие (пробные) площадки выделяют при каждом учете заново, используя учетные рамки размером от 1.0 до 0.25 м<sup>2</sup> в зависимости от степени засоренности участков, определяемой глазомерно. На учетных площадках подсчитывают общее количество сорных растений, а также дифференцированно число экземпляров каждого вида; в случае необходимости количественный учет дополняется весовым (определением сырой массы надземных органов растений в сумме или по отдельности для каждого вида). Количество сорняков оценивают в шт./м<sup>2</sup>, биомассу – в г/м<sup>2</sup>.

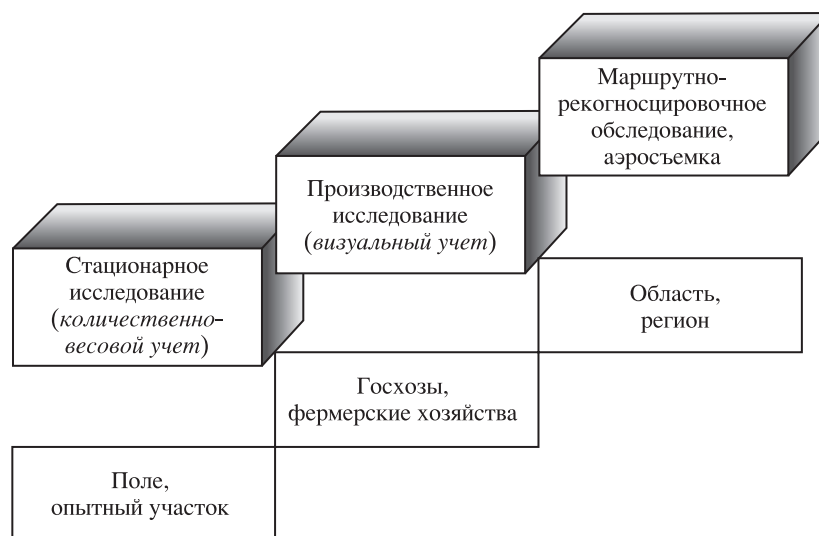


Рис. 1. Градация уровней мониторинга и учетов засоренности посевов сельхозкультур.

Оценка засоренности по второму типу – это визуальные обследования производственных посевов для получения сведений по общей засоренности полей в разных хозяйствах. Полученные при этом данные позволяют принимать объективные решения о целесообразности проведения защитных мероприятий и перспективности использования рекомендованных или вновь создаваемых гербицидных препаратов для борьбы со сложившимся ценозом сорняков в посевах конкретной сельскохозяйственной культуры в пределах обследуемого хозяйства.

В каждом конкретном случае визуальные (глазомерные) методы оценки уровня засоренности полей можно использовать в авторском исполнении (А.И. Мальцева, А.М. Туликова, М.В. Маркова, Б.М. Смирнова и др.) исследователей, как приблизительные рекогносцировочные способы описания общей сорняковой ситуации на полях хозяйства, необходимой для планирования объема мероприятий по борьбе с сорняками в посевах основных сельхозкультур. Такие глазомерно-численные методы, выраженные в баллах по соответствующим авторским шкалам [1, 2], способны дать общие представления об относительной численности сорняков в сравнении с густотой стеблестоя культуры (например, в посевах зерновых колосовых) или о степени проективного покрытия сорного компонента относительно культурных растений. Следует отметить, что глазомерно-численные методы малопригодны для обследования посевов пропашных культур, в случае которых приходится опираться в основном на количественно-весовой учет, каким бы он ни казался трудоемким.

Оценку засоренности по третьему типу проводят на основе гербологического маршрутно-рекогносцировочного обследования крупного региона. Основная цель такого обследования – установление общего характера засоренности достаточно обширной территории (области, региона) с выявлением границ распространения наиболее вредоносных видов сорняков для последующего планирования объема использования ХСЗР, включая вновь разработанные комбинированные гербицидные препараты, в широких пределах исследованных сельскохозяйственных районов. Методически этот тип оценки выполняют с использованием глазомерно-численных методов (включая аэрофотосъемку) для описания общего характера засоренности полей и более точного количественно-весового метода для детализации случаев, требующих специального ассортимента средств борьбы с сорняками и неординарных мероприятий по их реализации на практике.

Вегетационные испытания веществ в условиях лаборатории искусственного климата (ЛИК) включают в себя разработку композиционных гербицидных препаратов в части оценки уровня биологической активности их препаративных форм и по отдельности каждого из составляющих композицию компонентов с использованием различных видов тест-растений как культурного, так и сорнякового типов.

Испытания различных классов химических соединений и их смесевых препаративных форм проводили при почвенном и послеуборочном применении в условиях регулируемых гидротермического и светового режимов с использованием стандартных почвенных субстратов, включающих различные количественные параметры

по содержанию гумуса, минерального состава, а также показателей кислотности почвенного раствора.

Тест-растения выращивали в бумажных парафинированных стаканах разового пользования диаметром 80 мм и вместимостью 600 см<sup>3</sup>, заполненных опытными образцами почв. Условия выращивания: освещенность 25 кЛк в течение 16 ч при температуре 25 °С (день) и 8-часовом периоде без освещения с температурой 20 °С (ночь); относительная влажность воздуха в камере ЛИК (марки “Фетч”, ФРГ) составляла 75% при ежедневном поливе почвы в вазонах обессоленной водой по весу до уровня 60% ПВ.

Обработку тест-растений в вазонах испытанными гербицидными препаратами проводили с помощью разработанного и изготовленного в ГНУ ВНИИФ экспериментального опрыскивателя ОП-5, снабженного пневматическими распылителями, который настраивали на режим эксплуатации, максимально приближенный к производственным условиям (норма расхода рабочей жидкости 200–400 л/га при среднем по объему размере образующихся капель 200 мкм [3]). При вращающемся столе (30 об/мин) с вазонами тест-растений заливали в мерные емкости (медицинские шприцы) двух пневматических распылителей по 2.5–5 мл рабочей жидкости (в зависимости от установленного режима работы) и начинали процесс опрыскивания, во время которого каждое растение в вегетационных сосудах проходило 8–10 раз под факелом распыла, создаваемого двумя распылителями, при этом все опрыскиваемые объекты равномерно обрабатывали направленными на них воздушно-капельными струями рабочего раствора. Через 20 сут обработанные гербицидами опытные растения срезали и определяли их массу, которую сравнивали с аналогично полученными данными для контрольных растений, не подвергавшихся обработке гербицидными препаратами, вместо которых использовали чистую воду для полива.

На основании данных по биологической активности композиционных препаратов, включавших в свой состав более одного активного начала (д.в.) наряду с различного рода адьювантами, рассчитывали характер биологического (физиологического) взаимодействия активных компонентов, составляющих композицию, для оценки уровня их синергизма, антагонизма или аддитивности, т.е. простого сложения эффектов от каждого из д.в., составляющих смеси препараты. Следует отметить, что для указанного расчета можно использовать только результаты сравнительных испытаний, при которых данные по активности каждого из компонентов, состав-

ляющих смесь композицию, получены в опытах с нормами применения индивидуальных веществ, в полной мере идентичными (или достаточно близкими) их содержанию в испытываемой дозе композиционного препарата.

В гербологии принято оценивать уровень синергистического (антагонистического) взаимодействия с помощью математических зависимостей, предложенных в [4].

Пример расчета для двухкомпонентных композиций (А + В):

$$E = x + \frac{y(100 - x)}{100} \quad \text{или} \quad E = x + y - \frac{xy}{100},$$

где E – “ожидаемый” эффект от композиционного препарата (А + В); x – % снижения засоренности от применения индивидуального гербицида А в близкой дозировке его в составе композиции; y – % снижения засоренности от применения индивидуального гербицида В в близкой дозировке его в составе композиции.

Пример расчета по формулам Колби-Лимпела для трехкомпонентной композиции (А + В + В):

$$E = x + y + z - \frac{xy + xz + yz}{100} + \frac{xyz}{10000},$$

где E – “ожидаемый” эффект от композиционного препарата (А + В + В); x – % снижения засоренности от применения гербицида А индивидуально при дозировке, близкой к его содержанию в составе композиции; y – % снижения засоренности от применения гербицида В в порядке аналогичном предыдущему; z – % снижения засоренности от применения гербицида В в том же порядке.

Когда фактический эффект от смеси 2-х или более гербицидов значительно больше “ожидаемого” E, рассчитанного по формулам, то можно говорить о синергизме компонентов композиции в характере биологического (физиологического) взаимодействия; если фактический эффект, полученный в эксперименте, заметно ниже “ожидаемого” E, то наблюдают антагонизм компонентов смеси; в случае “ожидаемого” E, совпадающего с результатом фактического экспериментального значения, можно судить об аддитивности взаимодействия компонентов смеси.

Биологические испытания препаратов в реальных условиях полевого эксперимента проводили следующим образом. Отобранные на этапе вегетационных экспериментов в условиях ЛИК препараты включали в многолетние (не менее 3-х лет) полевые деляночные испытания при различных почвенно-климатических условиях в посевах зерновых колосовых культур. В исследованиях использовали классические оценки биологической (технической) и хозяйственной эффективности

изучаемых гербицидных композиций нового поколения в сравнении с ранее известными гербицидами, разрешенными для широкомасштабного применения в растениеводстве РФ. В этих испытаниях особое внимание уделяли выявлению преимуществ новых гербицидных препаратов по показателям эффективности и конкурентности в цене, а также более приемлемой экологической безопасности производственного применения по сравнению с известными гербицидными препаратами. В процессе таких испытаний проводили поиск наиболее эффективных способов применения препаратов. В частности, было проведено широкомасштабное изучение разработанного во ВНИИФ малообъемного способа применения гербицидов с помощью вращающихся распылителей, обеспечивающих распыление рабочих растворов жидкости на однородные капли требуемого размера при расходе жидкости от 5 до 200 л/га.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

*Засоренность посевов озимой пшеницы в современных условиях практики растениеводства.* Ситуация с засоренностью в современном российском сельском хозяйстве довольно сложная. По данным Россельхозцентра, в Российской Федерации в 2011 г. из 8695.5 тыс. га посевов озимых колосовых культур, оперативно обследованных на засоренность, 82% были засорены в несколько раз больше экономического порога вредоносности (ЭПВ), при этом в ЦФО РФ из обследованных на засоренность 1982.4 тыс. га озимых культур до 80% показали значительное превышение ЭПВ [5]. Совместно с коллегами из региональных институтов РАСХН был проведен систематический анализ современной ситуации с засоренностью в растениеводстве РФ, который показал, что средние потери урожая продукции зерновых колосовых культур от сорняков изменяются от 20 до 25%, пропашных культур – от 35 до 45%, овощных – до 70% [6].

Из причин, приводящих к такой ситуации, считаем необходимым выделить следующие:

- повсеместный переход от научно обоснованных севооборотов к сокращенным плодосменам, в том числе с преобладанием в некоторых регионах до 60% зерновых колосовых культур;
- несвоевременную и часто некачественную обработку почвы;
- недостаточное обоснование целенаправленных мер борьбы с имеющимся на конкретном поле ценозом сорняков.

Трудности успешного решения проблемы заключаются чаще всего в том, что практически на

каждом поле в посевах различных сельскохозяйственных культур присутствуют от 20 до 35 и более видов сорняков, которые существенно отличаются между собой по физиолого-биохимическим свойствам и по пластичности приспособления к условиям произрастания. В табл. 1 приведен перечень наиболее вредоносных для сельхозкультур сорняков, борьба с которыми достаточно проблематична в условиях основных зерносеющих регионов России. Из 32 наиболее опасных для сельхозкультур и трудноискоренимых видов особо проблемными оказались из двудольных сорняков 7 корнеотпрысковых видов, из злаковых – 5 видов; против них в настоящее время с переменным успехом развивается систематический поиск новых гербицидных препаратов.

Эффективность борьбы с сорняками осложняется, как отмечено выше, высокой приспособляемостью сорного компонента агрофитоценоза к изменению среды обитания. В частности, видовой и количественный состав сорнякового ценоза будет существенно меняться не только от технологии выращивания той или иной сельскохозяйственной культуры, но и от конкретно складывающихся особенностей погодно-климатических условий вегетационных сезонов. Посевы сельскохозяйственных культур в характерные для европейского Нечерноземья вегетационные сезоны при обильных атмосферных осадках в 2–3 раза сильнее зарастают сорняками, чем в засушливые периоды, вследствие чего ущерб урожаю от сорняков оказывается существенно больше (рис. 2).

Аномально засушливый вегетационный сезон 2010 г., сопровождавшийся высокими температурными показателями, повсеместно спровоцировал в следующем сезоне 2011 г. обильное прорастание мари белой (*Chenopodium album* L.), которая преобладала в сорняковом ценозе практически всех сельскохозяйственных культур в условиях европейского Нечерноземья (рис. 3).

Потепление климата, наблюдаемое в последние десятилетия, способствовало миграции в северные регионы РФ теплолюбивых южных видов сорняков: щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.), ежовника обыкновенного (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), мальвы приземистой, низкой или мальвы незамеченной, просвирника пренебреженного (*Malva pusilla* Smith; *M. neglecta* Wallr.), бурачника лекарственного (*Borago officinalis* L.), латука компасного (*Lactuca serriola* L.), молочая остроуго, лозного (*Euphorbia esula* L.; *E. virgata* Waldst. et Kit.), паслена черного (*Solanum nigrum* L.), льнянки обыкновенной (*Linaria vulgaris* L.), галинсоги реснитчатой (*Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake) и др. Мягкие усло-

**Таблица 1.** Список наиболее проблемных видов сорняков, произрастающих в различных зерносеющих регионах России

Астровые (Сложноцветные)	Мареновые
Амброзия многолетняя ( <i>Ambrosia psilostachya</i> DC.)	Подмаренник цепкий ( <i>Galium aparine</i> L.)
Амброзия полыннолистная ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	Фиалковые
Амброзия трехраздельная ( <i>Ambrosia trifida</i> L.)	Фиалка полевая ( <i>Viola arvensis</i> Murr.)
Бодяк полевой ( <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)	Фумаревые (Дымянковые)
Бодяк щетинистый ( <i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bess.)	Дымянка лекарственная ( <i>Fumaria officinalis</i> L.)
Василек синий ( <i>Centaurea cyanus</i> L.)	Норичниковые
Горчак ползучий ( <i>Acroptilon repens</i> (L.) DC.)	Льнянка обыкновенная ( <i>Linaria vulgaris</i> L.)
Крестовник обыкновенный ( <i>Senecio vulgaris</i> L.)	Вьюнковые
Латук татарский ( <i>Lactuca tatarica</i> (L.) C.A. Mey.)	Вьюнок полевой ( <i>Convolvulus arvensis</i> L.)
Мелколепестник канадский ( <i>Erigeron canadensis</i> L.)	Лютиковые
Осот огородный ( <i>Sonchus oleraceus</i> L.)	Живокость полевая или сокирка обыкновенная ( <i>Delphinium consolida</i> L.; <i>Consolida regalis</i> S.F.Gray)
Осот полевой ( <i>Sonchus arvensis</i> L.)	Маковые
Полынь обыкновенная ( <i>Artemisia vulgaris</i> L.)	Мак самосейка ( <i>Papaver rhoeas</i> L.)
Полынь Сиверса ( <i>Artemisia sieversiana</i> Willd.)	Просвирниковые
Ромашка непахучая ( <i>Matricaria inodora</i> L.)	Канатник Теофраста ( <i>Abutilon theophrasti</i> Med.)
Капустные (Крестоцветные)	Молочайные
Гулявник Лезеля ( <i>Sisymbrium loeselii</i> L.)	Молочай лозный ( <i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.)
Дескурения Софии ( <i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl)	Пасленовые
Гречишные	Паслен черный ( <i>Solanum nigrum</i> L.)
Горец вьюнковый ( <i>Polygonum convolvulus</i> L.)	Мятликовые
Горец почечуйный ( <i>Polygonum persicaria</i> L.)	Ежовник обыкновенный ( <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.)
Горец птичий ( <i>Polygonum aviculare</i> L.)	Костер, виды ( <i>Bromus</i> spp.)
Горец развесистый ( <i>Polygonum lapathifolium</i> L.)	Лисохвост мышехвостный ( <i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.)
Яснотковые (Губоцветные)	Метлица полевая ( <i>Apera spica-venti</i> (L.) Beauv.)
Пикульник, виды ( <i>Galeopsis</i> spp.)	Мятлик однолетний ( <i>Poa annua</i> L.)
Чистец болотный ( <i>Stachys palustris</i> L.)	Овсяг пустой ( <i>Avena fatua</i> L.)
Маревые	Просо, виды ( <i>Panicum</i> spp.)
Лебеда раскидистая ( <i>Atriplex patula</i> L.)	Пырей ползучий ( <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski)
Марь белая ( <i>Chenopodium album</i> L.)	Сорго алеппское, гумай ( <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.)
Солянка обыкновенная, курай ( <i>Salsola australis</i> R. Br.)	Щетинник, виды ( <i>Setaria</i> spp.)

вия перезимовки повсеместно способствовали увеличению и повышению уровня вредоносности зимующих видов сорняков: ромашки непахучей (*Matricaria inodora* L.), бодяка полевого (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осота полевого (*Sonchus arvensis* L.), вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis* L.), звездчатки средней (*Stellaria media* (L.) Vill.), подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.), пастушьей сумки обыкновенной (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.), ярутки полевой (*Thlaspi arvense* L.), фиалки полевой (*Viola arvensis* Murr.), чистеца болотного (*Stachys palustris* L.), мятлика однолетнего (*Poa annua* L.), а также пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) и др. (рис. 4).

По подсчетам ученых Отделения защиты растений РАСХН, средние потери урожая сельскохозяйственных культур в растениеводстве России в пересчете на зерно до сих пор находятся на уровне 40 млн. т/год, из которых на сорные растения приходится до 40% потерь. Из этого следует, что борьба с сорняками в посевах сельскохозяйственных культур является одной из главных и приоритетных задач в плане оздоровления фитосанитарной ситуации посевов. Об этом убедительно свидетельствуют многолетние экспериментальные данные авторов, полученные в последние годы (2006–2010 гг.) в условиях Подмосквья по доле вкладу средств защиты в сохранение урожая зерна озимой пшеницы и ярового ячме-

ня, которые свидетельствовали о главенствующей роли гербицидов в данных обстоятельствах (рис. 5). Результаты многолетних экспериментов, проведенных в посевах озимой пшеницы и ярового ячменя в условиях Подмосквья, показали, что долевой вклад в суммарную защиту урожая зерна озимой пшеницы от применения протравителей, гербицидов, фунгицидов и инсектицидов составил 19, 32, 27 и 22%, ярового ячменя – 22, 37, 16 и 27% соответственно.

*Химический метод борьбы с сорняками в современных условиях практики растениеводства.* Сложившаяся в земледелии Российской Федерации ситуация с засоренностью полей в промышленных масштабах может, с точки зрения авторов, улучшиться только с помощью научно обоснованного химического метода, которому в ближайшие годы нет альтернативы. Наш многолетний опыт достаточно эффективной борьбы с многовидовым ценозом сорняков в посевах практически всех сельскохозяйственных культур основывается, главным образом, на использовании смесевых гербицидов, содержащих в своем составе 2–3 д.в., различающихся механизмами действия и селективностью (табл. 2), в композицию с которыми включают также специально подобранные активные адьюванты. Концепция создания таких композиционных препаративных смесей была разработана авторами в начале

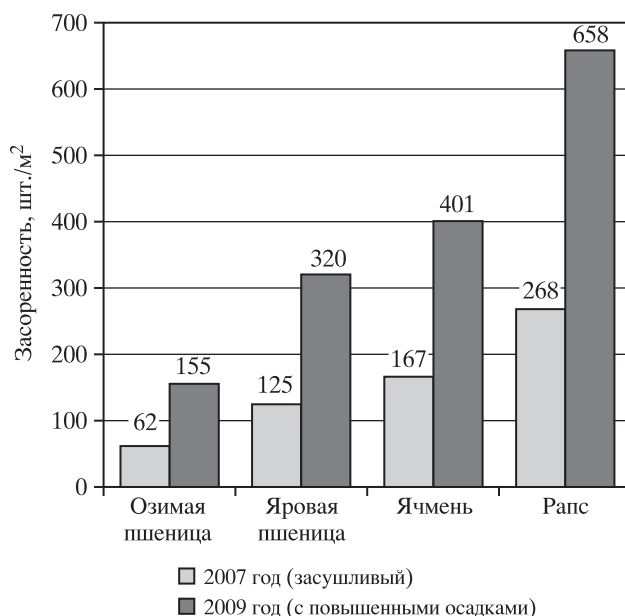


Рис. 2. Сравнительная засоренность посевов культур в условиях вегетационных сезонов (июль) 2007 и 2009 гг. (Московская обл., ГНУ ВНИИФ).

1990-х гг. Одним из условий количественного обоснования целесообразности включения тех или иных действующих веществ в препаративную композицию являлась оценка уровня синергизма их совокупного действия в общей биологической

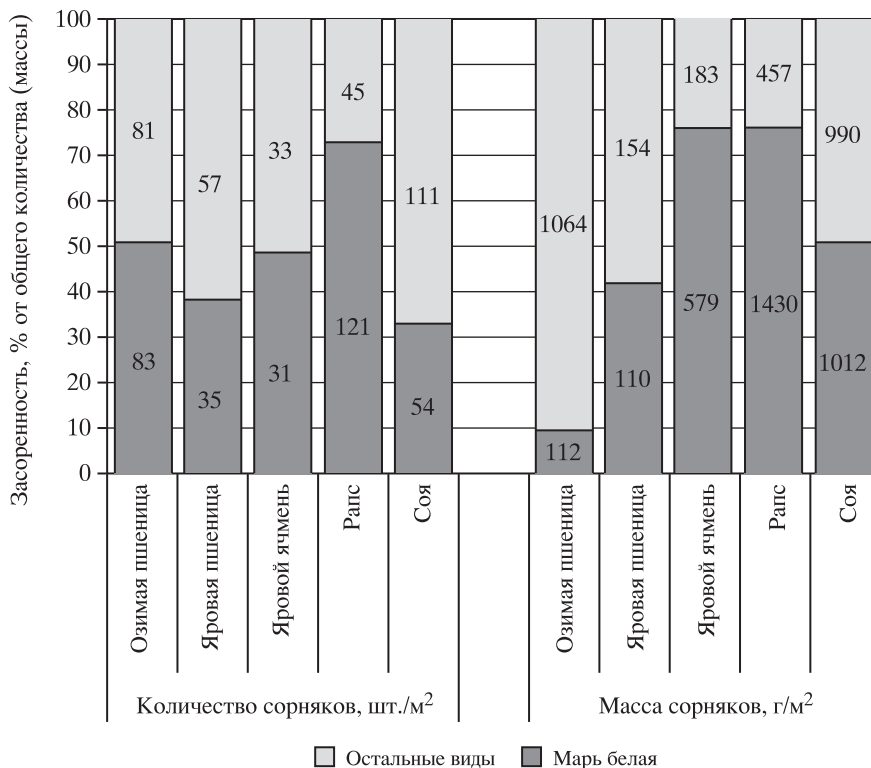


Рис. 3. Сравнительная засоренность посевов различных культур марью белой к середине вегетационного сезона 2011 г. (Московская обл., ГНУ ВНИИФ).

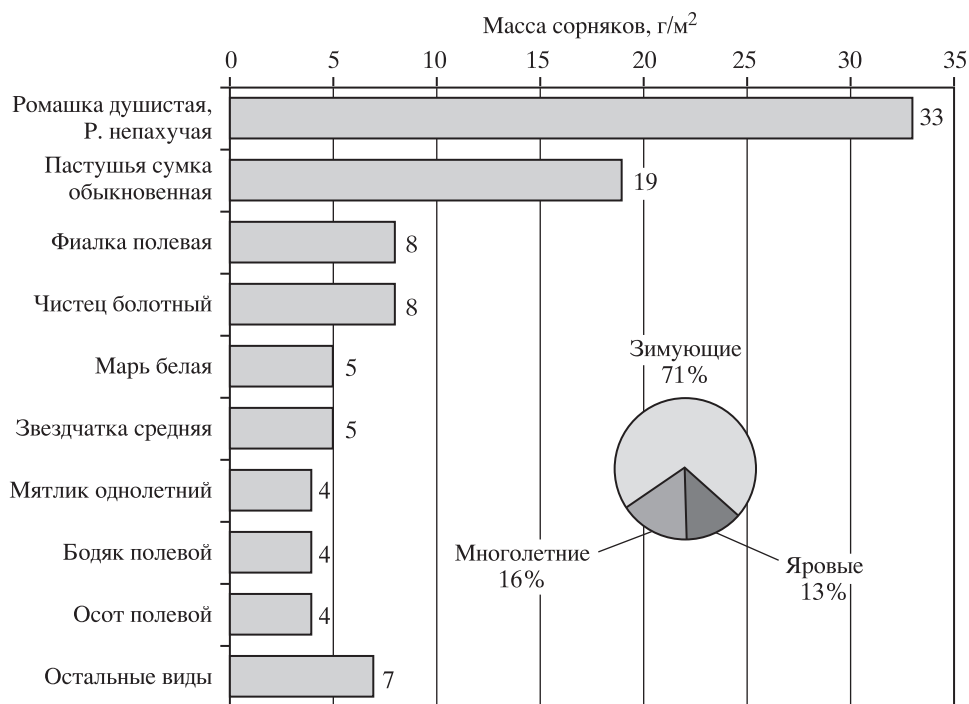


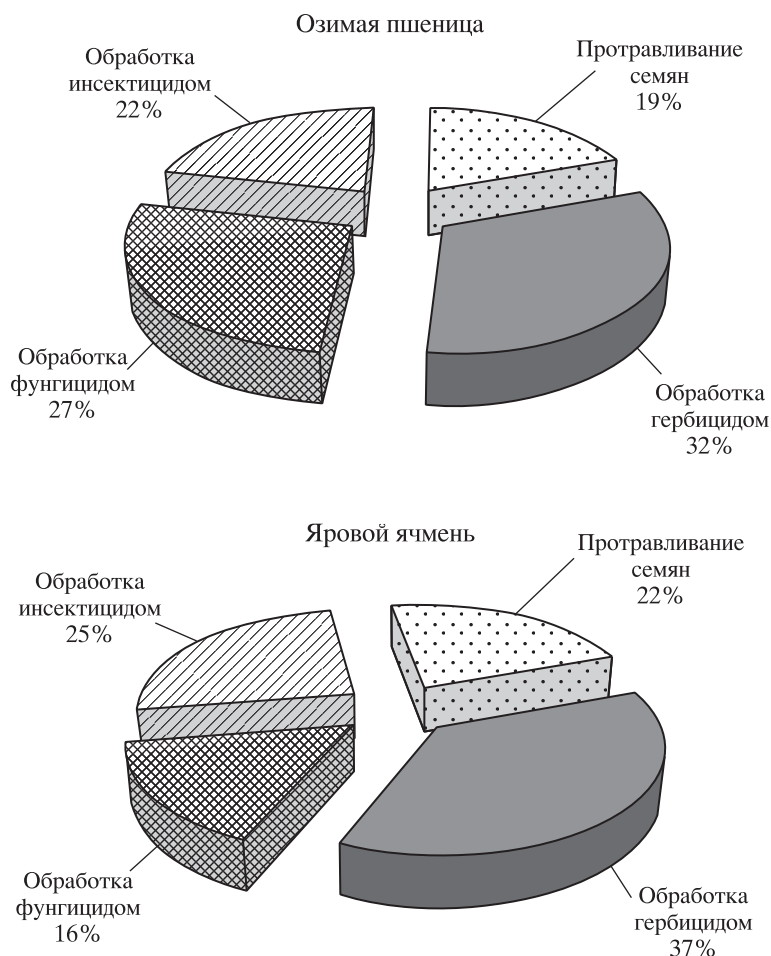
Рис. 4. Засоренность посевов озимой пшеницы (Московская обл., ГНУ ВНИИФ, вегетационный сезон 2010 г.).

эффективности, определяющего возможность снижения токсикологических нагрузок гербицидов на окружающую среду. При создании таких комплексных препаратов необходимо обращать внимание на достижения более высоких показателей биологической и хозяйственной эффективности приема, его конкурентоспособности по цене, снижению вероятности экологического риска при его реализации на практике, например, уменьшению остаточного последствие гербицидов на последующие чувствительные культуры севооборотов.

Констатируя факт, что вновь поступающие до настоящего времени на сельскохозяйственный рынок страны гербициды четвертого поколения (некоторые производные сульфонилмочевины и имидазолинонов) обладают уникальной биологической активностью и отличаются узкой избирательностью по отношению ко многим сельскохозяйственным культурам и высокой стойкостью к деградации во многих типах почв, в качестве базового компонента в комплексных композициях были использованы гербицидные соединения из производных феноксиуксусной, аминоклорпириновой или хлорбензойной кислот, к которым добавляли в научно обоснованных (синергистических) количествах сульфонилмочевинные или имидазолиновые компоненты. Основную экспериментальную работу по скринингу таких композиций проводили в контролируемых условиях лаборатории искусственного климата и отбирали

в полевые опыты только наиболее интересные образцы. С помощью такого методологического подхода авторами была создана и запатентована целая серия композиционных препаратов: фенфиз и дифезан (совместно с коллективом ФГУП ВНИИХСЗР), ковбой, кросс и кронос (совместно с фирмой “Каре”) [7, 8], трифезан, димогран, гранж и гепар (совместно с фирмой “Голицыно Агро”) [9–13], ДФЗсупер, горчак и атрон ПРО (совместно с фирмой “Агрусхим”). Считаем, что разработанный нами концептуальный подход к созданию такого рода препаратов был правильным. Подтверждением этого является ситуация, сложившаяся с гербицидами на рынке России: в последнее 10-летие ассортимент средств борьбы с сорняками пополнился многочисленными комплексными препаративными формами производства зарубежных и отечественных фирм-производителей пестицидов, в состав которых входит до 2–3-х действующих веществ, обеспечивающих высокую эффективность в подавлении широкого видового разнообразия сорной растительности, в том числе в посевах зерновых культур и на землях несельскохозяйственного пользования (табл. 2). По результатам наших сравнительных многолетних полевых опытов многие гербициды из числа перечисленных, рекомендованные для использования в одинаковых целях растениеводческого направления, по биологической и хозяйственной эффективности оказались практически на одном и том же уровне (рис. 6). В то же время стоимость





**Рис. 5.** Долевой вклад средств защиты в сохранение урожая зерна озимой пшеницы и ярового ячменя от вредных объектов (Московская обл., ГНУ ВНИИФ, 2006–2010 гг.).

гектарной нормы применения разработанных нами отечественных препаратов, как правило, в 2–3 раза меньше соответствующих зарубежных средств аналогичного типа из-за того, что с учетом эффекта синергизма гектарные дозы составляющих компонентов – например, дикамбы и сульфонилмочевин в их составе удалось заметно скорректировать в меньшую сторону (рис. 7). По этой же причине отмечено практически во всех почвенно-климатических зонах РФ, в том числе Черноземной, отсутствие отрицательного последствия от применения отечественных комбинированных препаратов по сравнению с аналогичными зарубежными (рис. 8). При создании препарата ДФЗсупер с помощью вышеописанной методики удалось, не снижая биологической и хозяйственной эффективности, снизить почти в 2 раза исходные дозы дикамбы и метсульфурон-метила, что позволило практически полностью решить проблему отрицательного последствия этого гербицида на чувствительные культуры севооборотов в южных регионах РФ.

*Возможные способы повышения эффективности применения комбинированных гербицидов в посевах озимой пшеницы.* С целью снижения риска отрицательного последствия на чувствительные культуры севооборотов от применения изученных комбинированных гербицидных препаратов авторами проведены многочисленные полевые эксперименты по осеннему использованию этих гербицидов в посевах озимой пшеницы. Цель этих экспериментов заключалась в решении двух задач: оценке биологической и хозяйственной эффективности по отношению к зимующим видам сорняков в сравнении с традиционным весенним сроком их применения; продления времени от их применения до посева чувствительных культур на 7–8 мес., тем самым существенно снизить риск отрицательного фитотоксического действия их остатков в почве.

Результаты многолетних полевых экспериментов, проведенных в различных почвенно-климатических регионах РФ, позволили выявить некоторые закономерности:

Таблица 2. Перечень гербицидных препаратов, обсуждаемых в работе

Название препарата	Состав препаративной формы гербицида	Эффективная доза испытания гербицида	Разработчик препарата
Аккурат Экстра, ВДГ (75%)	680 г/кг тифенсульфурон-метила + 70 г/кг метсульфурон-метила	35 г/га	фирма "Кеминова А/С"
Атрон ПРО, ВДГ (32.5%)	250 г/кг имзапира + 75 г/кг сульфометурон-метила	1.5 л/га	фирма "Агрусхим"
Гепар, СП (54.6%)	540 г/кг кислотного эквивалента (к.э.) калиевой (К) соли глифосата + 3 г/кг хлорсульфурана + 3 г/кг метсульфурон-метила	2.0 кг/га	ГНУ ВНИИФ и "Голицыно Агро"
Горчак, ВГР (35%)	88.5 г/л к.э. дикамбы + 88.5 г/л к.э. пиклорама в виде аминных солей + 177 г/л клопиралида	1.5 л/га	фирма "Агрусхим"
Гранж, ВДГ (65%)	525 г/кг к.э. К-соли глифосата + 105 г/кг сульфометурон-метила + 20 г/кг хлорсульфурана	3.0 кг/га	ГНУ ВНИИФ и "Голицыно Агро"
Дерби 175, СК (17.5%)	100 г/л флуметсулама + 75 г/л флорасулама	70 мл/га	фирма "Дау АгроСайенс"
Димогран, ВДГ (62.2%)	570 г/кг к.э. К-соли дикамбы + 29 г/кг к.э. хлорсульфурана и 23 г/кг к.э. хлорсульфоксима в виде диметилэтаноламинных (ДМЭА) солей	120 г/га	ГНУ ВНИИФ и "Голицыно Агро"
Дифезан, ВР (36.3%)	344 г/л к.э. дикамбы + 18.8 г/л к.э. хлорсульфурана в виде диэтилэтаноламинных (ДЭЭА) солей	180 мл/га	ФГУП ВНИИХСЗР и ГНУ ВНИИФ
ДФЗсупер, ВГР (38.6%)	359 г/л к.э. дикамбы + 27 г/л к.э. метсульфурон-метила в виде ДМЭА-солей	120 мл/га	фирма "Агрусхим"
Ковбой, ВГР (38.6%)	368 г/л к.э. дикамбы + 17.5 г/л хлорсульфурана в виде ДЭЭА-солей	190 мл/га	фирма "Каре"
Кронос, ВГР (16.4%)	108 г/л ДЭЭА-соли хлорсульфоксима + 55 г/л ДЭЭА-соли хлорсульфурана	140 мл/га	фирма "Каре"
Кросс, ВГР (13.9%)	92 г/л ДЭЭА-соли хлорсульфоксима + 47 г/л ДЭЭА-соли хлорсульфурана	150 мл/га	фирма "Каре"
Линтур, ВДГ (70%)	659 г/л к.э. натриевой соли дикамбы + 41 г/кг триасульфурона	170 г/га	фирма "Сингента"
Магнум, ВДГ (60%)	600 г/кг метсульфурон-метила	10 г/га	фирма "Август"
Пик, ВДГ (75%)	750 г/кг просульфурона	25 г/га	фирма "Сингента"
Секатор, ВДГ (18.7%)	12.5 г/кг йодосульфурон-метил-натрия + 50 г/кг амидосульфурона + 125 г/кг мефенпир-диэтила в качестве антидота	170 г/га	фирма "Байер Кроп-Сайенс"
Секатор Турбо, МД (37.5%)	25 г/л йодосульфурон-метил-натрия + 100 г/л амидосульфурона + 250 г/л мефенпир-диэтила в качестве антидота	100 мл/га	фирма "Байер Кроп-Сайенс"
Серто Плюс, ВДГ (75%)	250 г/кг тритосульфурона + 500 г/кг дикамбы	200 г/га	фирма "БАСФ АГ"
Трифезан, ВГР (30.6%)	270 г/л к.э. ДЭЭА-соли дикамбы + 18 г/л к.э. хлорсульфурана и 18 г/л метсульфурон-метила в виде ДЭЭА-солей	150 мл/га	ГНУ ВНИИФ и "Голицыно Агро"
Фенизан, ВР (38.2%)	360 к.э. дикамбы + 22.2 г/л к.э. хлорсульфурана в виде ДЭЭА-солей	180 мл/га	фирма "Щелково Агрохим"
Фенфиз, ВР (31.2%)	310 г/л к.э. диметиламинной соли 2,4-Д + 2.3 г/л к.э. ДЭЭА-соли хлорсульфурана	1.5 л/га	ФГУП ВНИИХСЗР и ГНУ ВНИИФ

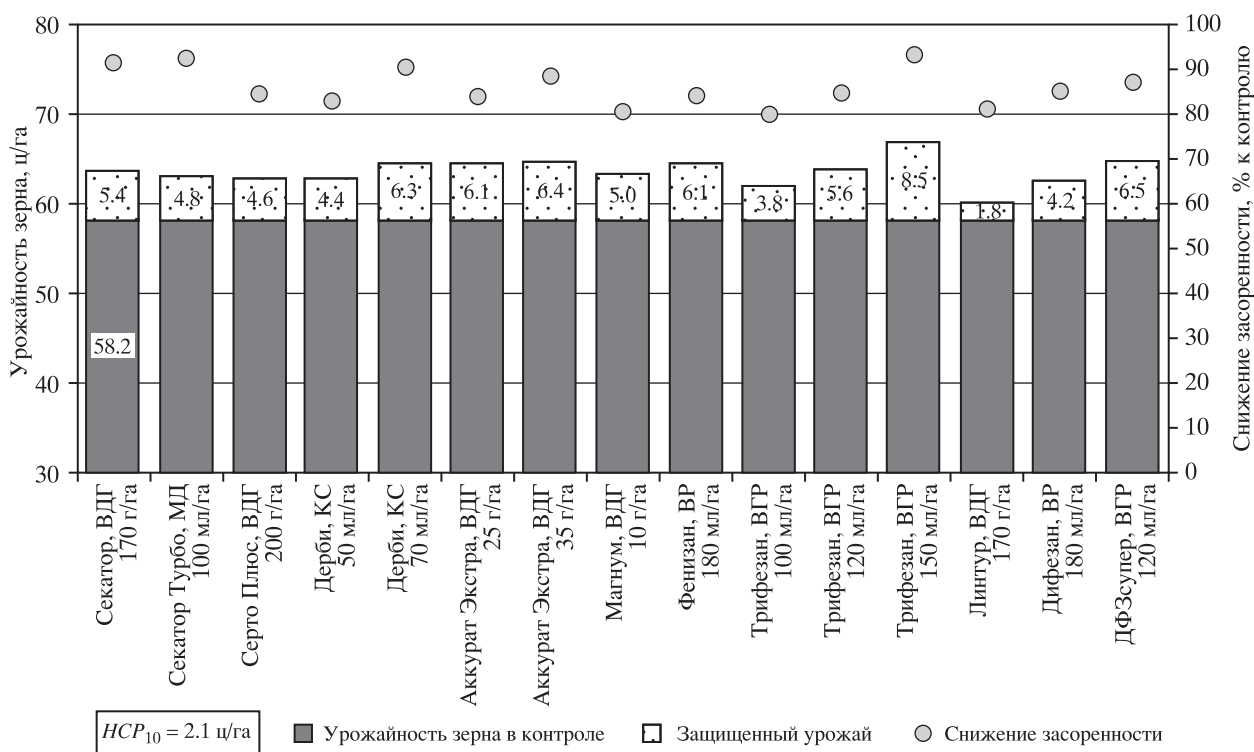


Рис. 6. Сравнительная биологическая и хозяйственная эффективность различных гербицидов в борьбе с сорняками в посевах озимой пшеницы сорта Московская 39 (Московская обл., 2008–2010 гг.).

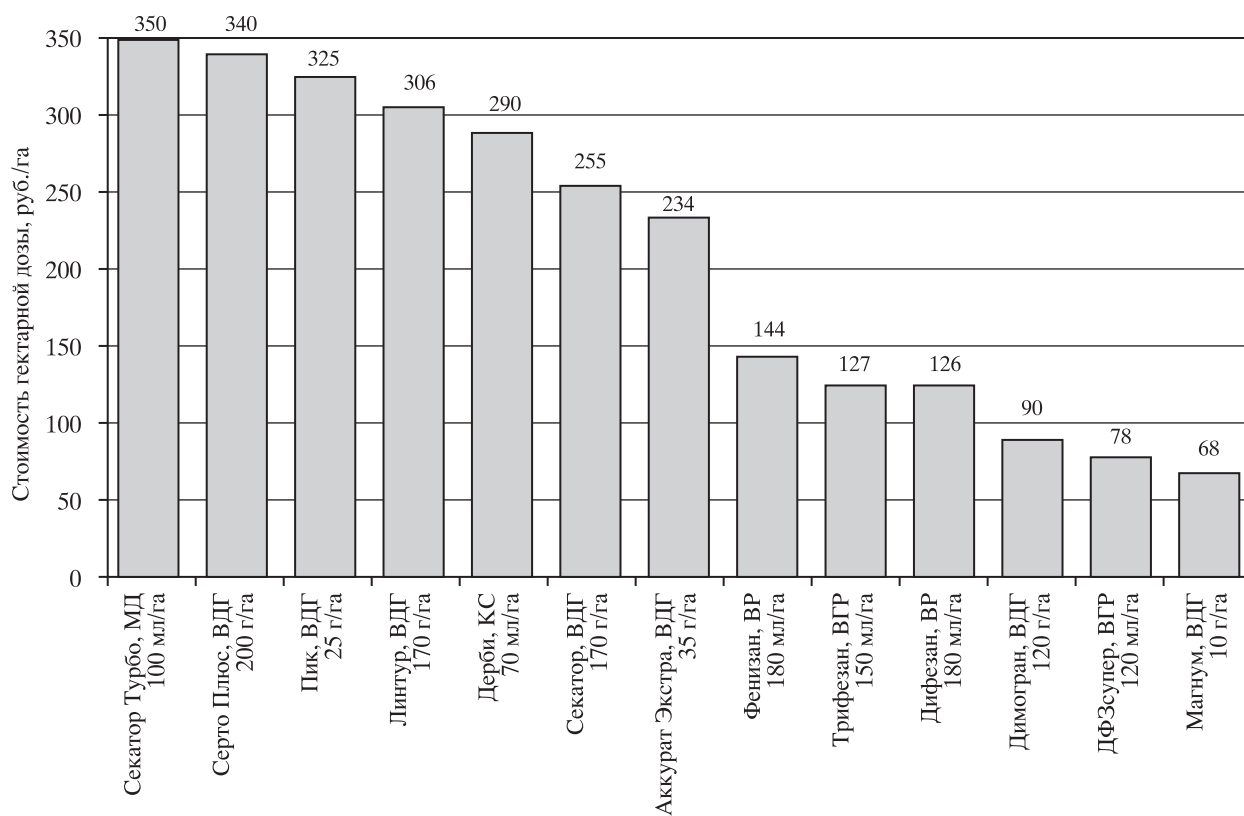
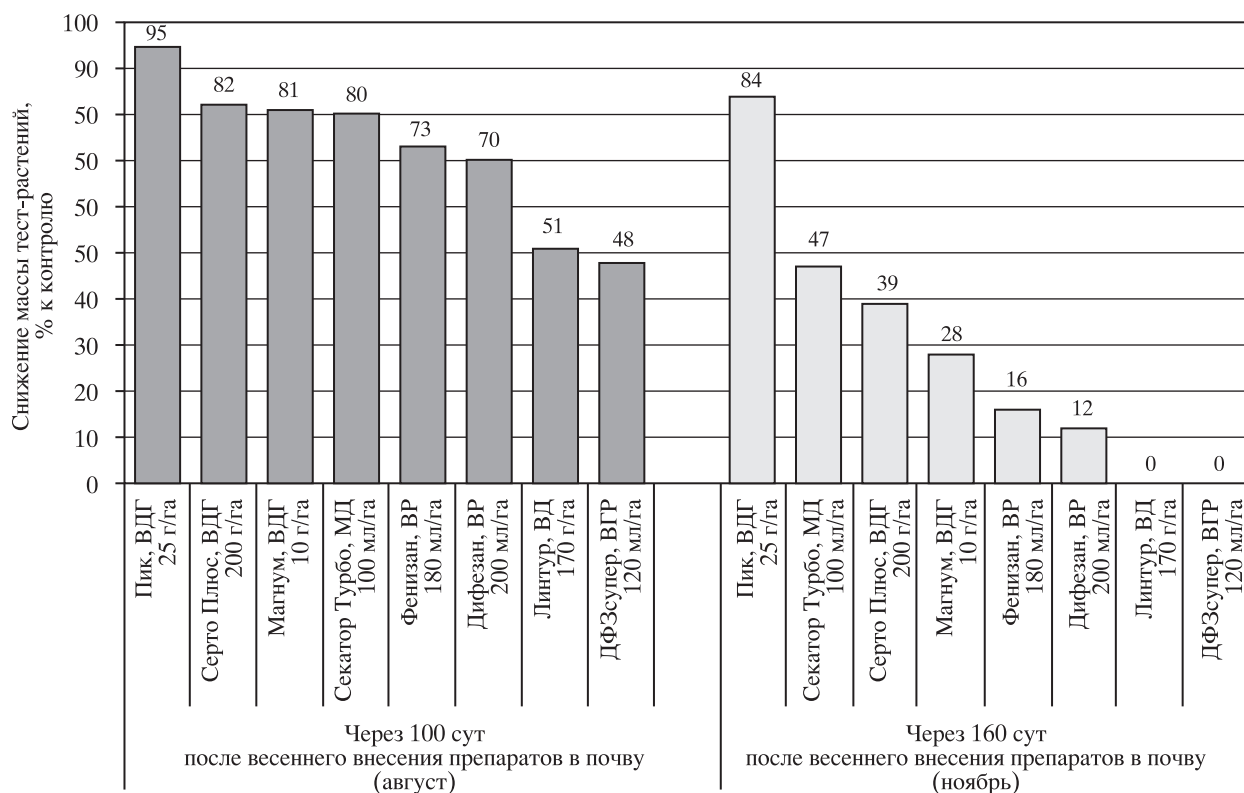


Рис. 7. Стоимость гектарной дозы гербицидных препаратов, применяемых в посевах зерновых колосовых культур.



**Рис. 8.** Изменение биологической активности сульфонилмочевинных гербицидов при различных сроках их контактов с черноземной почвой.

– все изученные комбинированные гербицидные препараты, содержащие в своем составе дикамбу с какой-либо сульфонилмочевинной отдельно или в комплексе нескольких сульфонилмочевинных структур с почвенным механизмом действия (хлорсульфурон, метсульфурон-метил, амидо-сульфурон, тритосульфурон и триасульфурон), по биологической и хозяйственной эффективности при осеннем применении были практически так же эффективны, как и при традиционном весеннем сроке обработки, и мало отличались между собой (рис. 9);

– в регионах с мягкой зимой и теплыми зимами “окнами” (Краснодарский край) осенний срок применения гербицидов по биологической и хозяйственной эффективности уступал весеннему, т.к. активные ингредиенты препаратов в осенне-зимний период почти полностью детоксицируются в черноземной почве, и их следовые остатки в пахотном горизонте не сдерживают появление первой весенней волны двудольных видов сорняков;

– гербицидные комбинированные препараты, содержащие в своем составе только д.в. на основе феноксиуксусной или хлорбензойной кислот, из производных сульфонилмочевины – тифен-сульфурон-метил или, например, трибенурон-метил, нельзя применять осенью из-за их быстрой

детоксикации в почве, что определяет низкую биологическую эффективность приема в целом к концу последующего весенне-летнего периода вегетации озимой пшеницы.

Одним из реальных путей повышения экономической выгоды от применения современных системных гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур является снижение норм расхода рабочей жидкости при опрыскивании обрабатываемых полей [14]. Авторами проведено исследование по влиянию норм расхода рабочей жидкости на эффективность отечественных гербицидов фенизана, ВР и ДФЗсупер, ВГР, полученных с помощью малообъемного опрыскивателя с вращающимися распылителями (фирма “Заря”) как при осеннем, так и весеннем применении в посевах озимой пшеницы в условиях Московской обл. (рис. 10). Показано, что при осеннем и традиционном весеннем применении фенизана, ВР и ДФЗсупер, ВГР изменение объема рабочей жидкости в ряду разбавлений ее биологически эффективной гектарной нормы, содержащейся в препаративной форме от 5 до 25–50–100 и 200 л/га (эталон), при условии обеспечения достаточной монодисперсности распыла, практически не сказывалось на уровне как биологической (технической), так и хозяйственной (урожайность зерна) эффективности. Необходимо при этом отметить,

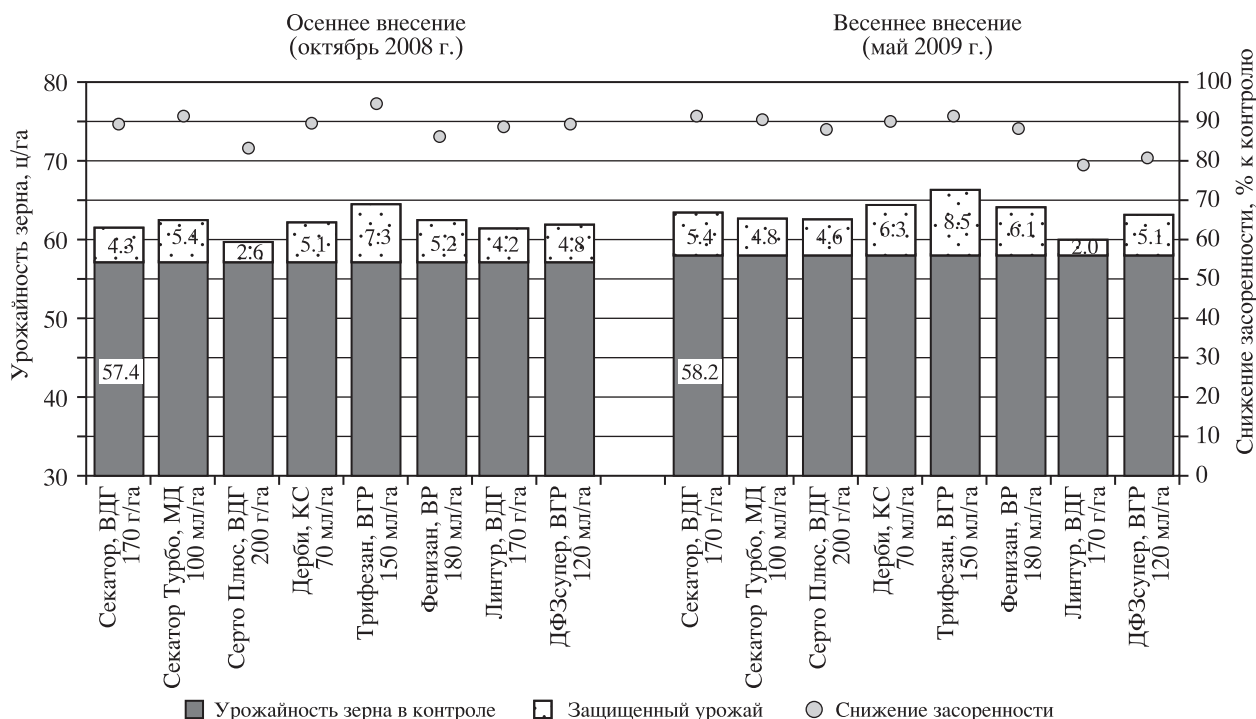


Рис. 9. Сравнительная эффективность различных гербицидных препаратов при разных сроках применения в борьбе с сорняками в посевах озимой пшеницы сорта Московская 39 (Московская обл., 2008–2009 гг.).

что снижение норм расхода рабочей жидкости с 200 до 25 л/га при требуемом качестве ее распыления позволяет повысить производительность наземной техники при обработке посевов в 1.5 раза, до 5 л/га – в 2–3 раза. Следует также указать, что, снижая расход рабочей жидкости более, чем на порядок, необходимо уменьшать при этом до такого же уровня и расход поверхностно активных веществ (ПАВ), присутствующих в препаративной форме пестицидов, т.е. и в этом случае существенно уменьшаются затраты средств на обработку, особенно при использовании современных довольно дорогостоящих ПАВ.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетние стационарные мониторинговые наблюдения за формированием ценоза сорной растительности в посевах различных сельскохозяйственных культур в условиях ЦФО РФ позволили сделать ряд обобщающих выводов:

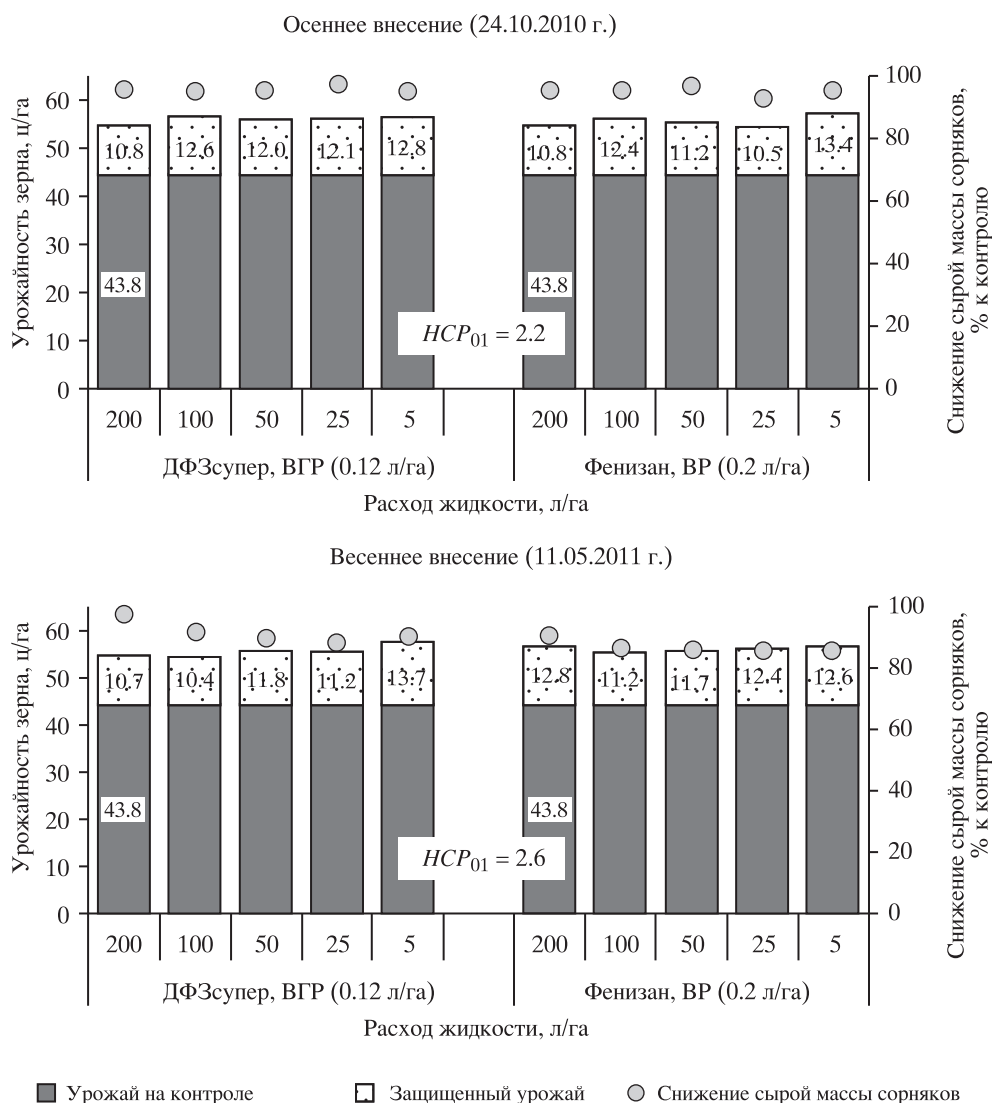
– установлено, что мягкие условия перезимовки вследствие потепления климата повсеместно способствуют увеличению зимующих видов сорняков: ромашки непахучей (*Matricaria inodora* L.), пастушьей сумки (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.), звездчатки средней (*Stellaria media* (L.) Vill.), фиалки полевой (*Viola arvensis* Murr.), осота полевого (*Sonchus arvensis* L.), ярутки полевой (*Thlaspi arvense* L.), мятлика однолетнего (*Poa*

*annua* L.) в посевах озимой пшеницы, доля которых в ценозе сорной растительности может достигать более 70%;

– отмечена миграция в северные агроклиматические регионы южных видов сорняков: щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.), ежовника обыкновенного (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), мальвы приземистой, низкой или мальвы незамеченной, просвирника пренебреженного (*Malva pusilla* Smith; *M. neglecta* Wallr.), бурачника лекарственного (*Borago officinalis* L.), латука компасного (*Lactuca serriola* L.), молочая остроуго, молочая лозного (*Euphorbia esula* L.; *E. virgata* Waldst. et Kit.), паслена черного (*Solanum nigrum* L.), галинсоги реснитчатой (*Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake) и льнянки обыкновенной (*Linaria vulgaris* L.);

– повсеместно отмечено увеличение численности в сорняковом ценозе зерновых культур мари белой (*Chenopodium album* L.) и ромашки непахучей (*Matricaria inodora* L.) в вегетационные сезоны с явно выраженным дефицитом осадков;

– отмечена тенденция, особенно в засушливые сезоны, увеличения численности и, как следствие, уровня вредоносности многолетних корнеотпрысковых и корневищных видов сорняков – бодяка полевого (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осота полевого (*Sonchus arvensis* L.), вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis* L.) и пырея ползучего (*Agropyron repens* (L.) Beauv.; *Elytrigia repens* (L.) Nevski).



**Рис. 10.** Сравнительная эффективность препаратов ДФЗсупер, ВГР (ООО «Агрэхим») и фенизана, ВР (ЗАО «Щелково Агрэхим») при осеннем и весеннем внесении в посевы озимой пшеницы сорта Немчиновская 24 в зависимости от нормы расхода рабочей жидкости (Московская обл., 2010–2011 г.).

Приведено научное обоснование и практическое подтверждение перспективности создания комбинированных отечественных гербицидных препаратов, содержащих 2–3 действующих вещества в синергистических соотношениях, для успешного решения проблемы борьбы с многовидовым ценозом сорняков в посевах зерновых культур.

Многолетний опыт успешного создания отечественных комбинированных гербицидных препаратов свидетельствует:

- по уровню биологической и хозяйственной эффективности разработанные препараты не уступают лучшим аналогам зарубежных фирм-производителей пестицидов (Байер КрoпСайенс, БАСФ, Сингента);

- они отличаются более низкой стоимостью гектарной нормы применения;

- вследствие научно обоснованной оптимизации взаимодействия их действующих веществ (эффект синергизма) они обладают существенно меньшим отрицательным последствием на чувствительные культуры севооборотов, особенно в нейтральных почвах.

Исследования по оптимизации технологий применения разработанных отечественных комбинированных гербицидов позволили рекомендовать в практику следующие эффективные приемы их использования:

- с целью успешной борьбы с зимующими видами сорняков в посевах озимой пшеницы рекомендуется осеннее применение ряда препаратов, в том числе из представителей вновь разработанных форм;

– при изменении диапазона норм расхода рабочей жидкости с 5 до 200 л/га не отмечено существенных изменений в показателях биологической и хозяйственной эффективности при равнозначной экологической безопасности приема, при этом снижение нормы расхода рабочего раствора с 200 до 5 л/га позволяет повысить производительность наземной обработки посевов от 1.5 до 2 и более раз, а также снизить более чем на порядок расход дорогостоящих ПАВ в препаративной форме.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спиридонов Ю.Я., Шестков В.Г., Раскин М.С., Никитин Н.В., Протасова Л.Д., Ларина Г.Е., Спиридонова Г.С., Черкашин В.И. Методические указания по проведению производственных испытаний гербицидов (методическое издание). М.: Защита и карантин растений, 2004. 24 с.
2. Спиридонов Ю.Я., Шестков В.Г. Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе. М.: РАСХН-ГНУ ВНИИФ, 2006. С. 8–23.
3. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный Город, 2009. С. 81–117.
4. Colby J.R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations // Weeds. 1967. V. 15. № 1. P. 20–22.
5. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2011 году и прогноз развития вредных объектов в 2012 году. М., 2012. 207 с.
6. Спиридонов Ю.Я. О путях повышения эффективности и стабильности применения некоторых гербицидов ЗАО “Щелково Агрохим” в посевах озимой пшеницы // Аргументы защиты. 2012. № 3. С. 2–4.
7. Спиридонов Ю.Я., Раскин М.С., Кольцов Н.С., Галактионова Г.В., Сорокин В.И., Самусь М.В., Андреева Н.А. Гербицидный состав для зерновых культур (Фенфиз): Пат. 2028053, РФ от 09.02.1995 г.
8. Кольцов Н.С., Спиридонов Ю.Я., Егоров Б.Ф., Галактионова Г.В., Шестаков В.Г., Раскин М.С., Андреева Н.А. Гербицидный состав (Дифезан): Пат. 2106782, РФ от 20.03.1998 г.
9. Кольцов Н.С., Спиридонов Ю.Я., Ремизов А.С., Галактионова Г.В., Шестаков В.Г. Гербицидный состав для борьбы с сорными растениями (Димогран): Пат. 2304387, РФ от 20.08.2007 г.
10. Кольцов Н.С., Спиридонов Ю.Я., Ремизов А.С., Галактионова Г.В., Шестаков В.Г. Синергетическая гербицидная композиция и способ борьбы с нежелательной растительностью на землях несельскохозяйственного применения (Гранж): Пат. 2317707, РФ от 27.02.2008 г.
11. Кольцов Н.С., Спиридонов Ю.Я., Ремизов А.С., Галактионова Г.В., Шестаков В.Г., Спиридонова Г.С. Гербицидный состав и способ борьбы с сорной растительностью (Трифезан): Пат. 2337547, РФ от 10.11.2008 г.
12. Кольцов Н.С., Спиридонов Ю.Я., Ремизов А.С., Галактионова Г.В., Шестаков В.Г., Спиридонова Г.С. Гербицидный состав и способ борьбы с сорными растениями (Трифезан-Н): Пат. 2337548, РФ от 10.11.2008 г.
13. Спиридонов Ю.Я., Кольцов Н.С., Шестаков В.Г., Ремизов А.С., Галактионова Г.В., Спиридонова И.Ю. Гербицидная композиция и способ борьбы с сорной растительностью в паровом поле (Гепар): Пат. 2402907, РФ от 10.11.2010 г.
14. Никитин Н.В., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Научно-практические аспекты технологии применения современных гербицидов в растениеводстве. М.: Печатный город, 2010. 200 с.

## Development and Effective Use of Combined Domestic Herbicides for Weed Control in Plantations of Spiked Cereals

**Yu.Ya. Spiridonov, V.G. Shestakov**

*All-Russian Research Institute of Phytopathology, Russia Academy of agricultural Sciences,  
p/o Bol'shie Vyazemy, Moscow oblast, 143050 Russia.  
E-mail: spiridonov@vniif.ru*

Long-term stationary monitoring observations of the formation of weed cenoses in plantations of different agricultural crops in the Central Federal District of Russia were performed with consideration for the cenosis changes functionally dependent on the weather and climatic factors of vegetation seasons and the agricultural characteristics of crops production in the region. The long-term experience on the development of domestic combined herbicides containing 2–3 active ingredients in synergistically active relationships for the successful control of infestation of cereal crops was generalized. It was shown that the domestic preparations are competitive in biological and economic efficiency with the best analogous products of foreign firms. At the same time, the domestic herbicides are much less expensive than some foreign preparations of equivalent efficiency and environmental acceptability. An optimal technology for the application of herbicides to control the infestation of winter wheat by fall spraying using a low-volume monodisperse sprayer developed by the All-Russian Institute of Phytopathology was scientifically proved.

*Key words: combined herbicides, optimization of herbicide application technology, winter wheat.*