

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ НАУЧНОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ» НАН БЕЛАРУСИ

На правах рукописи

УДК 633.171: 632.934: 632.51

Якимович
Елена Анатольевна

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ
ПОСЕВОВ ПРОСА ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ**

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Специальность: 06. 01. 11 - защита растений

Научный руководитель - кандидат
сельскохозяйственных наук,
доцент **С. В. СОРОКА**

ПРИЛУКИ Минского р-на, 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ	5
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1 Распространенность и вредоносность сорных растений в агроценозах полевых культур	8
1.2 Регулирование сорного ценоза в посевах проса	18
Выводы	25
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	26
2.1 Метеорологические условия в годы исследований и фенология развития проса	26
2.2 Агротехника закладки опытов и методика проведения учетов и наблюдений	30
2.3 Характеристика изучаемых гербицидов	33
ГЛАВА 3 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ПРОСА	35
3.1 Видовой состав и распространенность сорных растений в посевах проса	35
3.2 Критический период вредоносности сорных растений как обоснование сроков применения гербицидов	41
3.3 Целесообразность применения гербицидов на основании порогов вредоносности сорных растений	55
Выводы	64
ГЛАВА 4 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ГЕРБИЦИДОВ В ЗАЩИТЕ ПОСЕВОВ ПРОСА ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ	66
4.1 Применение гербицидов до всходов культуры	67
4.2 Применение гербицидов в период вегетации культуры	71
4.3 Сочетание агротехнических и химических мероприятий в защите посевов проса от сорной растительности	86
Выводы	90
ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ПРОСА	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
Основные научные результаты диссертации	94
Рекомендации по практическому использованию результатов	96
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	97
Список использованных источников	97
Список публикаций соискателя	115
ПРИЛОЖЕНИЯ	117

ВВЕДЕНИЕ

В последнее десятилетие XX века в Беларуси наблюдается постепенное изменение климата, связанное с ростом среднегодовой температуры воздуха, что по прогнозам ученых отрицательно скажется на развитии сельскохозяйственных культур. Основное снижение урожайности (особенно яровых зерновых культур) будет вызвано засушливыми условиями, в связи с чем возрастает необходимость в расширении посевных площадей таких культур как кукуруза и просо, которые обладают повышенной засухоустойчивостью [96].

Просо одна из самых засухоустойчивых культур мирового земледелия. На 1 кг сухого вещества растение расходует 277 л воды (для сравнения кукуруза - 349 л, клевер – 720 л, зерновые – 520 л) [69, с. 24]. Современные скороспелые сорта проса вполне могут формировать урожайность зерна на уровне 2 – 5 т/га и 30 – 50 т/га зеленой массы [81].

Просо – ценная кормовая культура, которая может быть использована как в чистом виде, так и в смеси с бобовыми культурами [72]. Зеленая масса растений по химическому составу приближается к вико-овсяной смеси и содержит в среднем 3,4% протеина, 3,2 - белка, 0,7 - жира, 6,6 - клетчатки, 2 - золы. В 1 кг просяной соломы содержится 0,40 - 0,45 кормовых единиц и 24 г протеина, тогда как в овсяной соответственно 0,31 и 14 [85], [133, с. 5].

Возделывание проса в Беларуси позволило бы отойти от его закупок за рубежом и восстановить сырьевую базу для производства такой крупы как пшено, достоинством которого является высокая питательность: оно содержит до 80% крахмала, 12% белка, 3,5% жира, 0,1% сахара. По содержанию белка просо занимает одно из первых мест среди других круп и уступает лишь пшенице (16%), а по содержанию жира – только овсяной крупе (4,5%) и кукурузе (4,3%) [42, с. 3], [149, с. 18], [234, с. 52, таблица 17].

Растянутый период сроков сева позволяет широко использовать просо для пересева погибших озимых и яровых культур, а также в качестве пожнивной и поукосной культуры, а убирают его позже всех основных сельскохозяйственных культур, когда комбайны уже свободны [7], [42, с. 3], [69, с. 24], [85].

Просо является малозатратной культурой. Экономические расчеты показали, что чистый доход от возделывания проса в 2 - 3 раза превышает показатели таких культур, как овес и яровая пшеница, даже при более низкой его урожайности [81], [82].

Потребность нашей республики в просе составляет 100 - 120 тыс. тонн ежегодно, в том числе 40 - 45 тыс. тонн в виде крупы [86].

Посевные площади проса в Беларуси в первой половине XX века стабильно росли: в 1913 году они составляли 25 тыс. га, в 1932 г. - 39,4, в 1940 – 47,1, в 1953 – 66,8 тыс. га. Начиная с 1955 г. стали резко снижаться и к 1973 г. полностью сократились [85]. На сегодняшний день посевы проса в республике увеличились с 0,6 тыс. га в 1997 г. до 9,7 тыс. га в 2003 г. и 5,3 тыс. га в 2004 г. (приложение А). За последние 5 лет наблюдается тенденция к постепенному увеличению урожайности проса в среднем по республике, однако в целом она остается на достаточно невысоком уровне – 14,7 – 17,3 ц/га.

Среди основных причин, сдерживающих получение высоких урожаев этой культуры, является засоренность посевов. Из зерновых культур оно наиболее сильно страдает от сорной растительности [36], [206, с. 67]. Особенно вредоносны сорняки на первых этапах развития культуры. Связано это с ее замедленным ростом в первые 10 - 12 дней после всходов, а если к тому же температура воздуха в это время ниже 15⁰С, то растения проса впадают в анабиоз и в таком состоянии могут находиться достаточно долго, пока температура не повысится. При таких условиях сорные растения являются сильными конкурентами [65].

Недобор урожая проса от сорняков достигает 10 - 15%, а при сильной засоренности 50 - 80%. Опасны сорняки как в засушливых, так и в достаточно влажных погодных условиях [39], [206, с. 68].

Агротехнические мероприятия не всегда дают желаемый эффект, поэтому в подавлении сорняков в посевах проса усиливается значение гербицидов.

Для химической прополки проса в основном применяются гербициды 2,4-Д, 2М-4Х и их аналоги [71, с. 127-232]. Эти препараты подавляют такие виды сорняков как марь белая, редька дикая, пастушья сумка, ярутка полевая, но виды горца, пикульника, фиалки, бодяк полевой, осот полевой, ромашка непахучая, звездчатка средняя и другие устойчивы к гербицидам данной группы.

Гербициды в посевах сельскохозяйственных культур должны применяться на основе объективной информации о фитосанитарной ситуации в агроценозах и оценке ожидаемого экономического ущерба. Для этого необходимо определить видовой состав и распространенность сорных растений в посевах проса, что позволит прогнозировать ассортимент перспективных для изучения гербицидов, применение которых, в свою очередь, с учетом порогов и критических периодов их вредоносности, позволит максимально снизить потери урожая культуры. Поэтому биологическое обоснование и разработка мероприятий по рациональному и эффективному применению гербицидов в защите посевов проса от сорных растений в условиях Беларуси весьма актуально.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Возделывание проса в Беларуси в последнее время приобретает особую актуальность, поскольку позволяет восстановить сырьевую базу для производства такой крупы как пшено и отказаться от его закупок за рубежом [81]. Растянутый период сроков сева позволяет широко использовать просо для пересева кукурузы, озимых и яровых культур. Современные скороспелые сорта проса вполне могут формировать урожайность зерна на уровне 20–50 ц/га и 300–500 ц/га зеленой массы.

Рост производства зерна проса ограничивается главным образом засоренностью посевов этой культуры. Однако данные, касающиеся видового состава, критических периодов и порогов вредоносности сорных растений в посевах проса, отсутствуют. Агротехнические мероприятия не всегда дают желаемый эффект, поэтому в подавлении сорняков в посевах проса усиливается значение гербицидов. В связи с этим, формирование современного ассортимента гербицидов с учетом видового состава сорных растений и биологическое обоснование их рационального применения весьма актуально.

Связь работы с крупными научными программами. Исследования выполнены в 2001-2004 гг. в Республиканском унитарном предприятии «Институт защиты растений» НАН Беларуси в лаборатории гербологии по заданию «Разработать и внедрить систему управления фитосанитарным состоянием агроценозов сельскохозяйственных культур в условиях интенсивного антропогенного воздействия в целях устойчивого роста урожая, повышения его качества, ресурсосбережения и охраны природы» (номер госрегистрации 1997609).

Цель и задачи исследований. Цель исследований - биологическое обоснование и разработка мероприятий по рациональному и эффективному применению гербицидов в защите посевов проса от сорных растений в условиях Беларуси. Для ее решения были поставлены следующие задачи:

1. Уточнить видовой состав и распространенность сорных растений в посевах проса.
2. Определить вредоносность сорных растений и разработать пороги их вредоносности.
3. Изучить динамику появления сорных растений и определить критический период их вредоносности.
4. Изучить спектр действия, биологическую и хозяйственную эффективность перспективных гербицидов и их смесей в посевах проса.
5. Дать экономическую оценку применения гербицидов в посевах проса.

Объект и предмет исследования. Объектом исследований являлись сорные растения в посевах проса. Предмет исследования – вредоносность сорных

растений, спектр действия гербицидов, их биологическая и экономическая эффективность.

Гипотеза. Предполагалось, что внесение гербицидов с учетом засоренности посевов проса и спектра действия гербицидов, динамики появления и фазы развития сорняков, порогов и критического периода их вредоносности позволит максимально снизить потери урожая зерна и повысить рентабельность защитных мероприятий.

Методология и методы проведенных исследований. Видовой состав, распространенность, вредоносность сорных растений и эффективность приемов защиты культуры оценивали по общепринятым в гербологии методикам.

Научная новизна и значимость полученных результатов. Впервые определен видовой состав и распространенность сорных растений в посевах проса с выделением доминирующих видов в разрезе агроклиматических зон республики, что открывает возможности прогнозирования необходимого ассортимента гербицидов.

Впервые определена вредоносность сорных растений в посевах проса, разработаны пороги их вредоносности, что позволяет определить целесообразность применения средств защиты растений.

Изучена динамика формирования засоренности и впервые установлены критические периоды вредоносности. На основе этого уточнены сроки внесения гербицидов в посевах проса.

Впервые изучена биологическая эффективность новых послевсходовых гербицидов и установлено их влияние на урожайность проса, дана экономическая оценка их применения.

Практическая значимость полученных результатов. Биологически обоснованы и разработаны мероприятия по рациональному и эффективному применению гербицидов в посевах проса, которые могут быть использованы в хозяйствах республики.

Данные о видовом составе и распространенности сорных растений могут быть использованы для планирования закупок необходимого ассортимента гербицидов при проведении защитных мероприятий.

На основании результатов исследований для широкого производственного применения в посевах проса в «Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь..., 2005» включены гербициды агритокс, в.к., линтур, ВДГ, секатор, ВДГ.

Биологическое обоснование применения гербицидов позволяет снизить засоренность посевов проса на 79,6–90,8% и сохранить 8,4–9,3 ц/га урожая зерна. Чистый доход составляет 53,1–60,4 дол. США/га, рентабельность - 158,3–222,9%.

Разработанные нами мероприятия по химической защите проса от сорной растительности включены в рекомендации «Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков» (2005 г.).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Видовой состав и распространенность сорных растений в посевах проса для обоснования выбора гербицидов.

2. Пороги и критический период вредоносности сорных растений как биологическая основа рационального применения гербицидов.

3. Формирование ассортимента гербицидов и их смесей с целью снижения потерь зерна проса от сорных растений до экономически неощутимого уровня.

Личный вклад соискателя. Исследования по теме диссертации выполнены автором лично.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертации доложены на заседаниях Ученого совета РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси в 2002-2004 гг., на 12-й республиканской научно-практической конференции «Научно-технический прогресс и проблемы гуманизма», (Минск, 2002 г.), на республиканской конференции молодых ученых НАН Беларуси (Минск, 2003 г.), международной научно-практической конференции «Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений» (Горки, 2003 г.), международной научно-практической конференции «Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия» (Жодино, 2004 г.), международной научно-практической конференции молодых ученых «Адаптивное растениеводство, проблемы и решения» (Самохваловичи, 2004 г.), международной научной конференции «Актуальные проблемы агрономии и пути их решения» (Горки, 2005 г.), 8-й международной научно-практической конференции «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы» (Гродно, 2005 г.).

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, из них 2 статьи в журналах, 5 статей в сборниках научных трудов, 5 материалов международных научно-практических конференций, 2 обзорные информации. Общее количество страниц опубликованных материалов 76.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 126 страницах машинописного текста, содержит 45 таблиц, 2 рисунка. Состоит из введения, общей характеристики работы, основной части (5 глав), заключения, рекомендаций производству, списка использованных источников и приложений. Список литературы состоит из 252 источников, из них 29 на иностранных языках. В приложении – акты практической ценности работы.

ГЛАВА 1

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Распространенность и вредоносность сорных растений в агроценозах полевых культур

Сорными растениями называют растения, не культивируемые человеком для своих целей, но исторически приспособившиеся произрастать в условиях обрабатываемой почвы и возделываемых культурных растений и наносящие им экономический вред [79, с. 5]. Но не всякое сорное растение может быть полевым сорняком. При постоянной обработке почвы оно должно выдерживать различные повреждения и обеспечивать себе совместное существование с культурными растениями, то есть все условия жизни сорняка должны быть согласованы с условиями, создаваемыми для культурных растений [53, с. 6]. На полях Беларуси встречается более 300 видов сорняков. Из них 30 - 40 видов являются наиболее распространенными и злостными [122], [156].

В связи с тем, что в течение 20 лет просо в республике не высевалось, сведения по распространенности, вредоносности и регулированию численности сорных растений в его посевах недостаточны. Учитывая, что по агротехнике возделывания оно ближе всего к зерновым культурам, была сделана попытка анализа научных исследований отечественных и зарубежных ученых по этим вопросам в посевах зерновых культур.

По результатам маршрутных обследований, проведенных сотрудниками лаборатории гербологии РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси в 1996 - 2000 гг., в посевах картофеля на 1 м² произрастает 98,4, кукурузы – 313,6, озимой ржи – 143,4, овса – 134,5, ячменя – 171,7, яровой пшеницы – 132,5, люпина – 166,3, озимой пшеницы – 124,2, льна-долгунца – 115,2 сорных растений [43], [71].

Особенность ущерба, наносимого сорняками, по сравнению с болезнями и вредителями заключается в том, что сорняки в большинстве случаев являются не паразитами, а конкурентами культурных растений за совместно используемые питательные вещества, свет, влагу. Это в свою очередь, облегчает задачу определения непосредственного ущерба, причиняемого урожаю сорной растительностью [90].

Накопление семян сорняков в почве обусловлено большой семенной плодовитостью сорных растений и способностью семян длительное время сохранять жизнеспособность в почве. Установлено, что запас семян сорных растений в пахотном слое колеблется от 0,3...4 млрд. на 1 га [134, с. 9].

В Республике Беларусь количество семян сорняков в почве составляет 129 – 155 млн. шт/га, значительная часть которых (45 %) находится на глубине 0 –

10 см, а 35 - 40 % – на глубине 10 – 20 см. Незначительное различие между этими слоями связано с ежегодной вспашкой [62], [123].

Сорные растения обладают высокой плодovitостью. Одно растение подорожника большого может дать 320 - 390 тыс. семян, осота полевого – 19-30, ромашки непахучей – 45, мари белой – 100-700, мари многосемянной – до 3 млн., чернобыльника – до 10,5 млн. шт., одно мощно развившееся растение проса куриного образует до 13 тыс. зерновок, щетинника сизого - около 5 тыс. семян [79, с. 9], [98, с. 36], [181, с. 8-25], [138, с. 7].

Некоторые виды сорняков обладают гетерокарпией (марь белая, овсюг обыкновенный), т.е. имеют 3 – 4 типа семян, отличающихся друг от друга не только морфологически, но и периодом покоя [30].

Семена сорных растений имеют растянутый период прорастания. У большинства сорняков семена могут сохранять свою всхожесть в сухом состоянии годами, даже десятками лет. Так, семена ярутки полевой сохраняют всхожесть в почве до 9 лет, донника – до 70 лет, мари белой, редьки дикой, гречишки выюнковой – 10 лет после их попадания в почву. В воде семена некоторых сорняков сохраняются до 3 – 5 лет (марь белая, осот розовый и др.) [30], [138, с. 7]. Зерновки проса куриного в почве сохраняют жизнеспособность 8 - 10 лет, в воде – до 44 месяцев [79].

Вследствие засорения почвы корневищами, корнями и остатками сорняков резко увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество обработки почвы, посева и ухода за культурами [128].

Просо особенно страдает от специализированных, сходных с ним по ряду биологических свойств и морфологических признаков, сорняков, таких как просо куриное, щетинник сизый и зеленый. Эти сорняки развивают мощную корневую систему и с ними сложно бороться в период вегетации культуры. Семена живокости полевой, молочая-солнцегляда, горчицы полевой, подмаренника цепкого, пикульника трудноотделимы от проса. Попадая в большом количестве при уборке и обмолоте в зерно, они снижают качество урожая, а также и качество крупы [36], [206, с. 67-68]. Как сообщает Г.П. Васьковский [18], при наличии 112 шт/м² и массе сорняков 1917 г/м² в посевах проса засоренность зерна в бункере составила 19%. По данным Р.А. Аликперова [5] в семенных фондах колхозов в одном килограмме зерна проса обнаруживали от 50 до 137 тыс. семян сорняков: мари белой, щирицы обыкновенной, гречишки развесистой, куриного проса, мышея сизого, выюнка полевого и др.

Сорные растения являются местообитанием и временным источником питания многих вредителей сельскохозяйственных культур, различных грызунов, способствуют распространению возбудителей многих грибных и бактериальных болезней культурных растений [98, с. 17], [181, с. 4].

Некоторые насекомые развиваются сначала на сорняках, а уже потом переходят на культурные растения. Так совка-гамма откладывает яйца на сорняки семейства сложноцветных, крестоцветных, яснотковых (особенно часто на осоте) [3, с. 11]. Кукурузный или стеблевой мотылек, поражающий просо, кукурузу и другие культурные растения, перезимовывает в стеблях щирицы, чернобыльника, полыни, осота. Засоренные просом куриным поля являются основной средой, где размножается просяной комарик, который потом перелетает на посевы проса посевного [204, с. 137-139].

Множество возбудителей болезней растений (ржавчина, головня, разные виды плесени) распространяются также через сорняки [80, с. 6]. Возбудитель бактериоза проса перезимовывает на семенах и листьях просовидных сорняков, главным образом проса куриного [204, с. 145].

Имея более мощную корневую систему, сорные растения забирают из почвы большое количество влаги и питательных веществ как из верхних, так и из нижних слоев. Только одно растение овсюга потребляет влаги в полтора раза больше, чем растение пшеницы. На выращивание одной весовой единицы зеленой массы сорняк потребляет воды в 400 - 500 раз больше, чем культурное растение, что является серьезным фактором, особенно в засушливые годы [190]. Пырей ползучий потребляет влаги почти в 3 раза больше, чем яровая пшеница, в 2 раза больше, чем овес и в 4 раза больше, чем просо [66, с. 135]. О величине потребления влаги можно судить по транспирационному коэффициенту. Известно, что у ярутки полевой он равен 650 - 700, мари белой – 800 - 850, горчицы полевой – 870 - 900, полыни горькой – 950 - 1000, пырея ползучего – 1100 - 1200. У культурных растений этот коэффициент значительно ниже: у проса – 200 - 300, кукурузы – 230 - 270, пшеницы – 460 - 510, овса – 600, льна – 400 - 430 [12, с. 7].

В ходе естественной эволюции сорные растения выработали способность поглощать из почвы для создания единицы массы значительное количество элементов питания [175]. Марь белая, ярутка полевая, звездчатка средняя и др. извлекают из почвы столько же азота и фосфора и в несколько раз больше калия, чем пшеница, рожь, ячмень, кукуруза [11, с. 12]. Редька дикая усваивает из почвы вдвое больше азота и фосфорной кислоты, вчетверо больше извести, чем овес. Бодяк полевой при наличии 10 стеблей/м² усваивает из почвы 140 кг/га азота, 30 фосфора, 120 калия, тогда как картофель при урожае 150 ц/га – соответственно 60, 30 и 100 кг/га [138, с. 5]. Подмаренник цепкий, марь белая, метлица полевая, горчица полевая используют азот удобрений значительно интенсивнее, чем пшеница, просо и лен [177]. По данным некоторых исследователей, подземная корневая конкуренция за воду и питательные вещества более вредоносна, чем надземная [218].

При засоренности посевов от 100 до 200 растений/м² вынос азота сорняками составляет 60 - 140 кг/га, фосфора – 20 - 30 и калия – 100 - 140 кг/га [87].

Сорняки затеняют посевы и снижают количество солнечной энергии, достигающей листовой поверхности культурных растений. При наличии сорняков в среднем ярусе освещенность ячменя и картофеля снижалась соответственно на 17,7 и 23,6% в сравнении с посевами, свободными от сорняков. Растения ячменя, озимой пшеницы, свеклы, льна-долгунца при сильном затенении развиваются, не образуя семян [173, с. 8].

Высокая засоренность из года в год приводит к накоплению в почве токсичных веществ, выделяемых растениями, что снижает всхожесть семян культурных растений, уменьшает выживаемость всходов, замедляет первоначальный рост всходов и приводит к снижению урожая. Особенно вредоносны вьюнок полевой, бодяк полевой, пырей ползучий. Разлагающиеся остатки пырея токсичны для последующих культур [112], [127]. При среднем уровне урожая зерновых 35 ц/га установлено, что каждые 10 г/м² сухого вещества корневищ пырея ползучего в почве приводят к потерям урожая на 0,6 - 1,0 ц/га [99].

Одним из основных источников засорения полей семенами сорняков, особенно пропашных культур, остается органика [110]. Органические удобрения (навоз, солома) увеличивают численность сорняков на 60 - 80%, потенциальную засоренность на 25 - 40% [44].

Для уменьшения засоренности органическими удобрениями необходимо правильное приготовление и хранение навоза и компостов. Установлено, что при температуре 40...43 С⁰ семена сорняков мари, лебеды и др. в навозе крупного рогатого скота погибают за 45 дней, в навозе свиней - за 3 недели [115].

Удобрения изменяют интенсивность конкуренции между культурными и сорными растениями [10]. При этом, если реакция на удобрения культурного компонента агрофитоценоза, представленного, как правило, растениями одного или двух видов легко прогнозируема, то реакция сорного компонента определяется его структурой, которая имеет гораздо более высокий уровень видового разнообразия. Это является одной из основных причин весьма противоречивых литературных данных об эффективности регулирующего воздействия удобрений на сорный компонент агрофитоценоза [44].

Под влиянием отдельных удобрений и их сочетаний изменяется ботанический состав сорняков. Отмечаются азотопозитивные (щирца запрокинутая, марь белая, горец шероховатый) и азотнегативные (торица полевая, звездчатка средняя), фосфатпозитивные (крестовник обыкновенный, горец шероховатый) и фосфатнегативные (редька дикая, торица полевая),

калийпозитивные (марь белая, осот полевой, горец шероховатый) и калийнегативные (редька дикая, звездчатка средняя, торица полевая) сорняки [11, с. 13], [52, с. 168-169], [74], [89, с. 33], [179].

Определенное влияние оказывает способ внесения минерального удобрения. Так, плотность щетинника зеленого снижается в посевах ячменя, если азотные удобрения вносятся ленточным способом вместе с семенами по сравнению со сплошным применением [230]. Внесение удобрений в рядки по сравнению со сплошным внесением в посевах кукурузы увеличивало эффективность питательных веществ, снижало их вымывание и подавляло сорняки [229].

В различных почвенно-климатических зонах отмечено увеличение количества и массы сорняков в посевах озимой ржи, яровой пшеницы, овса и кукурузы при внесении полного минерального удобрения [24], [70], [118], [140]. Вместе с тем в опытах Г.А. Соловьева [150] эта зависимость сохраняется на посевах проса лишь в ранние фазы его развития, к уборке урожая сырая и сухая масса сорняков на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ заметно снижалась. Так, если на контроле без удобрений к уборке урожая насчитывали до 50 шт/м² сорняков, то на фонах $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 20 - 30 шт/м².

Наблюдениями Е.В. Четвергова [191] установлено, что при внесении аммиачной селитры в дозе N_{60} просо, затеняя другие виды, начинает успешно конкурировать с сорняками, общая засоренность его заметно снижается, но увеличивается доля многолетников.

Азотные удобрения способствуют появлению сорняков в посевах проса, но при этом даже от малых норм гербицида, а также от угнетения самой культурой погибают по сравнению с исходным учетом на 88 - 91%, а масса их снижается на 91 - 95%. При внесении фосфорных удобрений сорные растения более устойчивы, масса их после химической прополки уменьшается на 76 - 90% [192], [193].

Наиболее сильное изменение видового состава сорняков при внесении минеральных удобрений наблюдается на почвах, плохо обеспеченных питательными веществами; на богатых почвах, внесение удобрений больше влияет на биомассу сорняков, чем на количественно-видовой состав [30].

Особенно сильно конкурентные взаимоотношения проявляются в агрофитоценозе близких по биологическим особенностям культур. Например, злаковые сорняки более вредоносны для злаковых культур, чем двудольные; двудольные сорняки для двудольных культур вредоноснее злаковых; смешанный тип засоренности из двудольных и злаковых сорняков во всех случаях вредоноснее, чем однотипный [112], [113].

Исследования ученых показали, что наличие 50 растений/м² метлицы обыкновенной в посевах озимой пшеницы не снижает ее урожайности, при 250

шт/м² ощущалась умеренная вредоносность, а при 750 - 1000 урожай зерна обычно не получали [23]. Другими авторами установлено, что 20 растений горца вьюнкового на 0,09 м² снижали урожай пшеницы на 15,8%, 8 растений щирицы поникшей на 30,5 см рядка снижали урожай семян сои на 15 - 26%, 48 шт/м² овсюга снижали урожай пшеницы на 20%, 120 штук овсюга/м² снижали урожай ячменя на 20% [22], [99]. При наличии на 1 м² 11 побегов горчака ползучего урожай зерна озимой пшеницы снижается на 28 - 30%, при 26 - на 48 - 50, при 70 - на 70 - 75% [180, с. 3]. При произрастании 5 шт/м² мари белой урожайность ячменя снижалась на 0,17 т/га, а при 185 шт/м² мари белой и осота полевого - на 1,34 т/га (на 25%) [12, с. 6]. В посевах кукурузы была обнаружена более высокая конкуренция со стороны мари, чем проса куриного [231].

Особенно значимую конкуренцию в посевах создают многолетние сорняки. Так, 4 растения пырея ползучего/м² по вредоносности равнозначны 20 растениям мари белой, 4 растения осота полевого - 40 растениям пикульника жабрея [172]. При засоренности посевов осотом розовым (2 - 3 шт/м²) урожай пшеницы снижался на 10 - 12%, более 5 шт/м² - до 30 - 50%, а 75 растений/м² снижали урожай на 71,6% по сравнению с не засоренными участками [22].

Вредоносность сорняков (их способность снизить урожай культур) складывается из одновременного действия многих факторов: использования элементов питания, воды, затенения культурных растений, аллопатического влияния корневых выделений и других факторов и зависит от численности сорняков [100], [180, с. 3], метеорологических условий [16], [54], условий обработки и подготовки почвы, чаще всего эти факторы действуют совместно [6].

На сегодняшний день многочисленные опыты доказали, что сорта культур могут различаться по их конкурентоспособности [184], [210], [232], хотя данный признак может сильно различаться в зависимости от года и местности [215]. Конкуренция озимой пшеницы и проса с сорными растениями снижается при возделывании высокостебельных сортов [212], [207]. В зависимости от сорта снижение урожая зерна пшеницы вследствие конкуренции с видами овсюга колеблется от 17 до 62% [213], овса - от 8 до 67% [219]. Сортные различия связаны главным образом со скоростью роста растений и накоплением ими массы на ранних этапах развития [211], [219].

На численность сорняков сказывается и увеличение густоты стояния культуры. С увеличением норм высева проса количество сорняков снижается [5, 68]. Так при норме 3,5 млн./га семян на 1 м² в посевах проса насчитывали 30 сорняков, а при норме 5,5 млн./га их число снижалось до 20 шт/м² [65]. Увеличение нормы высева проса с 11 до 17 кг/га снизило биомассу щирицы на 25% [207].

В условиях Приморского края разреженные посевы зерновых культур (4 млн. всхожих зерен/га) способствовали быстрому развитию проса куриного, в загущенных же посевах (8 млн. всхожих зерен) пшеницы, ячменя, овса происходит резкое снижение его массы, площади листьев, плодovitости. По мере загущения яровых зерновых плодovitость проса куриного снижается в 13 - 26 раз, высота растений - в 10 раз, надземная масса проса сокращается в 7 - 9 раз и составляет 11 - 20% массы ее вне посева [201].

На сегодняшний день, чтобы описать потери урожая, созданы модели как простые функции одной или нескольких переменных, включая плотность сорняков, их массу, листовое покрытие и др. [45], [55], [58], [90], [214]. Были разработаны и другие модели, ориентированные на моделирование конкуренции с сорняками в более широком диапазоне условий [209], [226].

Наиболее удачной для выражения связи между засоренностью посевов сорняками и урожайностью сельскохозяйственных культур, по мнению Д.Е. Ванина, В.С. Зузы [16] является линейная функция. Коэффициенты корреляции (r) между засоренностью и урожайностью проса для линейной функции составляют по численности – 0,666, по массе – 0,914.

Между количеством питательных веществ, выносимых культурами и сорными растениями, существует обратная зависимость: чем больше этих веществ уносят сорные растения, тем меньше их приходится на долю культурных, и наоборот [90].

Нередко меньшее число сорных растений вызывает более сильное угнетение (явление риверсии) [22].

Масса сорных растений является более надежным критерием для оценки недоборов урожая от сорняков, чем их численность [16], [54], [129]. При этом, точность оценки урожая по массе сорняков по мере увеличения степени засоренности возрастает, поскольку сорняки при этом становятся основным фактором, влияющим на урожайность [55].

Величина коэффициента вредоносности, оцененная по количеству сорняков, в значительной степени зависит от конкурентоспособности конкретной культуры. В посевах таких культур, как соя, сахарная свекла, картофель и кукуруза, которые относительно слабо противостоят сорнякам, отдельный экземпляр сорного растения вызывает больший недобор урожая, чем, например, в посевах ячменя, пшеницы и подсолнечника [54].

Коэффициент вредоносности сорняков по данным В.С. Зузы [54] в посадках картофеля составляет – 1,5540 (по массе - 2,0021), сахарной свеклы – 1,2032 (- 2,7422), ранних яровых колосовых – 0,1059 (- 0,0535), озимой пшеницы – 0,1540 (- 0,1250), проса - 0,1248 (- 0,1454).

Недобор урожая от сорняков по данным многолетних исследований для ячменя составляет 11, гороха – 22, подсолнечника – 39, проса – 47, кукурузы – 66, сои – 70, сахарной свеклы – 83% [56].

По данным В.Н. Жукова [40, с. 78] коэффициент вредоносности (В%) (% снижения урожайности от одного сорного растения на 1 м²) для многолетних двудольных сорняков в посевах гороха, озимого тритикале, проса, ячменя, озимой пшеницы составил -0,12...-0,15%. В посевах яровой пшеницы и гречихи они в 2 раза выше. Коэффициент вредоносности однолетних сорных видов существенно ниже - -0,01...-0,04%. В среднем за годы исследований потери урожая сельскохозяйственных культур от сорной растительности составили 3,0% (озимая пшеница), 3,1% (озимый тритикале), 3,3% (ячмень), 5,5% (просо), 7,0% (кукуруза), 18,3% (гречиха).

Как сообщает А.М. Шпанев [199], для многолетних видов сорняков в посевах проса коэффициент вредоносности равнялся 2,9%, однолетних - 0,8%. Общие потери проса от сорных растений за 3 года составили 8,9 ц/га (25,7%).

Вредоносность сорняков изменяется в зависимости от состава сорно-полевого агрофитоценоза и метеорологических условий. По мере движения на север и запад европейской части страны, то есть к зонам с лучшей влагообеспеченностью, но с более прохладным климатом, вредоносность сорняков в посевах злаковых культур существенно увеличивается. Помимо климатических факторов здесь свою роль играют изменения в составе сорной растительности в сторону уменьшения численности теплолюбивых злаковых просовидных сорняков [16]. По данным Л.И. Сорока, С.В. Сорока [153] в засушливых условиях сорные растения в посевах овса более вредоносны.

На основе показателей вредоносности сорных растений определено большинство порогов вредоносности и на сегодняшний день различают:

биологический порог вредоносности – такое количество сорняков (шт/м²) при превышении которого наблюдается достоверное снижение урожая сельскохозяйственных культур [154], [174];

фитоценотический порог вредоносности – такое обилие сорняков, при котором они не причиняют культурным посевам вреда [173, с. 14];

хозяйственный (статистический) порог вредоносности – при котором потери от сорняков обычно не превышают 3 - 6% фактического урожая [48], [173, с. 14];

экономический порог вредоносности (ЭПВ) – то минимальное количество сорняков, полное уничтожение которых обеспечивает получение прибавки урожая окупающей затраты на истребительные мероприятия и уборку дополнительной продукции. При этом прибавка урожая обычно превышает 5 - 7% фактического урожая. На полях с низкой урожайностью или низкой стоимостью основной продукции экономический порог вредоносности

сорняков определяется прибавкой урожая в 8 - 12%. Для ряда технических культур (лен-долгунец, сахарная свекла) она может опускаться до 2 - 4% [51, с. 89], [173, с. 14];

экономический порог целесообразности мер борьбы с сорняками, при котором планируется уровень рентабельности производства [47].

Л.И. Трепашко разработана методика расчета эколого-экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений [171, с. 67].

Учитывая разнообразие возделываемых культур, состав сорного агроценоза и другие факторы необходимо разрабатывать зональные или региональные экономические пороги вредоносности с учетом биологических особенностей культур и основных засорителей, типов севооборотов, уровней применения удобрений, почвенно-климатических условий [4].

Фитоценотический порог вредоносности в посевах ячменя по данным В.С. Терещука [167] составил: для мари белой на фоне минерального питания $N_{100-105}P_{65-78}K_{100-140} - 5,8$ экз./м², на фоне $N_{140}P_{80-100}K_{120-180} - 5,1$ экз./м²; для ромашки непахучей, соответственно, 42,5 и 56,8 экз./м².

ЭПВ для овсяга обыкновенного, ромашки непахучей, гречишки выюнковой, мари белой, пикульника обыкновенного, щирицы колосистой в посевах зерновых культур равен 12 – 15 экз./м²; для подмаренника цепкого, дымянки лекарственной, мака-самосейки – 60 – 70 экз./м² [21].

По данным российских исследователей на посевах проса коэффициент вредоносности сорняков при естественной засоренности колебался по годам исследований от 0,03 до 0,07 ц/га и зависел не только от количества сорняков на 1 м², но и от видового состава сообществ, а также степени развития сорных растений в посевах. Усредненный коэффициент, который равен 0,05 ц/га, дал возможность рассчитать экономические пороги вредоносности сорных растений и пределы целесообразности применения гербицидов в посевах проса. Так, экономический порог вредоносности сорных сообществ в посевах проса для использования 2,4-Д аминной соли составил 5 растений/м², для смеси 2,4-ДА + лонтрел – 21 сорняк/м². Экономический порог целесообразности для борьбы с двудольными сорняками с помощью 2,4-ДА и ее смеси с лонтрелом при естественной засоренности посевов проса равнялся 17 и 70 штук всех видов сорняков/м² [33], [148], [182], [183], [184].

Вредоносность сорняков определяется не только количеством и видовым составом сорняков, но и чувствительностью к ним культурных растений в определенные периоды вегетации.

Различные исследователи по-разному определяют критический период вредоносности сорных растений. Критическим периодом вредоносности сорняков называют продолжительность отрицательной реакции сорняков на культуру [136], [173, с. 16]. Критический период говорит нам как долго (какое

количество дней после посева или появления всходов культуры) сорняки могут находиться в посевах до того как начнут влиять на рост культуры [217]. Другие характеризуют его как «окно» в жизненном цикле культуры, когда необходимо проводить борьбу с сорными растениями [216].

Длительность такого периода зависит от вида культурного растения [50], [109], [157], погодных условий [186] и многих других факторов, и начало приурочено к ранним фазам роста культур [22], [50], [136], [173, с. 16], [225].

В силу биологических особенностей всходы сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур могут появляться в течение всего вегетационного периода. Установлено, что чем раньше начинают вегетировать сорняки, тем более серьезными конкурентами они становятся для культурных растений [50], [136], [220].

Массовые всходы сорняков в посевах зерновых, появляющиеся во второй половине вегетации, уже не оказывают существенного отрицательного влияния на урожай культур. Борьба с ними в этот период преимущественно улучшает условия уборки культуры и предотвращает увеличение запаса семян сорняков в почве под следующую культуру. Напротив, в посевах таких культур, как лен-долгунец, сахарная свекла, картофель, овощные культуры, бурный рост сорняков во второй половине вегетации и выход их в верхний ярус посева снижает урожай как из-за ухудшения условий жизни культур и резко возрастающих потерь при уборке, так и ввиду снижения его качества [51, с. 91], [173, с. 16].

По данным зарубежных исследователей [222] критический период в посевах кукурузы различен для щирицы и проса куриного. Щирица более конкурентоспособный сорняк, чем просо куриное, и критический период начинался через 4-6 недель после появления всходов кукурузы, в случае же с просом куриным начало критического периода приходилось на 6 - 8 неделю.

Критический период вредоносности сорняков в посевах озимой пшеницы в среднем равен 75 дней их совместной вегетации – до фазы полного кущения культуры весной [154], [157], в посевах овса составляет 32 дня их совместной вегетации [151], в посевах ячменя находится между фазой полного выхода ячменя в трубку и фазой его колошения [169].

Российскими исследователями установлено, что в относительно благоприятных погодных условиях при дружном и раннем появлении сорняков критический период вредоносности в посевах проса соответствует фазе 3 - 5 листьев, при растянутом и запоздалом их появлении – фазе кущения проса [33], [183], [184].

По данным А.П. Исаева [65] особенно важна защита посевов на ранних этапах развития у короткостебельных сортов. Прополка в фазу 3 листьев культуры гарантирует получение максимальных урожаев проса. Прополка в

более поздние сроки (фазы кущения, трубкования и выметывания) сопровождались снижением урожайности для короткостебельного сорта Орловский карлик на 13 - 23%, высокостебельного сорта Орловское 92 на 6 - 11%.

Анализ литературных данных показал, что посевы сельскохозяйственных культур в Беларуси засорены в разной степени. Определение видового состава и распространенности сорных растений в посевах проса в республике не проводилось.

Разнообразие зарубежных данных по вредоносности сорных растений в посевах проса и зерновых культур, указывает на необходимость определения вредоносности и разработке порогов и критических периодов вредоносности сорных растений в посевах проса применительно к агроклиматическим особенностям республики.

1.2 Регулирование сорного ценоза в посевах проса

В современной технологии возделывания сельскохозяйственных культур важное место принадлежит борьбе с сорняками. Так как имеется много видов сорных растений с различными сроками прорастания семян и совершенно несходными жизненными циклами, борьба с такими популяциями сорняков требует интегрированного, системного подхода, включающего агротехнические, биологические и химические методы. При организации и разработке мер борьбы с сорняками необходимо изыскивать пути воздействия на агрофитоценоз, позволяющие создать лучшие условия для культурных растений, чтобы они подавляли сорные компоненты ценоза.

Решающая роль в интегрированной системе принадлежит агротехническим методам, в первую очередь, своевременному и качественному выполнению основной и предпосевной обработки почвы, правильному чередованию культур в севообороте, соблюдению оптимальных сроков и способов посева, очистке семенного материала от семян сорняков, применению удобрений, своевременной и доброкачественной уборке урожая [135].

Самым дешевым и не требующим больших капиталовложений мероприятием в борьбе с сорняками является соблюдение правильного чередования культур в севообороте [178]. По мнению В.П. Самсонова [144] севооборот оказывает положительное воздействие не только на культурные растения, но и на взаимодействие их с сорняками. При нарушении севооборота засоренность посевов возрастает в 2 - 5 раз. Севооборот также представляет возможность получения относительно чистых от сорняков посевов проса и экологически чистого зерна с полей, не подвергшихся обработке гербицидами [178].

По данным В.С. Зузы [56] количество сорняков в посевах конкретной культуры зависит главным образом от предшественников, а их масса, наоборот, определяется, в первую очередь, культурой, в посевах которой они растут.

Различные предшественники оставляют после себя почву в неодинаковой степени засоренной семенами сорных растений. Если принять засоренность посевов проса после яровой пшеницы за 100%, то: после нута она составила – 79,9%, после кукурузы – 69,8%, после озимой ржи – 64,7% [84]. Вико - овсяная смесь влечет за собой меньшую засоренность посева озимой пшеницы, чем многолетние травы [8].

Развитие сорняков сдерживает посев крестоцветных культур. При возделывании на 25% севооборотной площади крестоцветных культур в промежуточных посевах сырая масса сорняков уменьшается на 23 – 47%. Снижается засоренность полей такими сорняками, как пырей ползучий, марь белая, ромашка непахучая, торица полевая, хвощ полевой, и др. [187].

В первый год последействия поукосной редьки масличной сырая масса мари белой, ромашки непахучей и пастушьей сумки уменьшилась в посевах озимой ржи на 80 - 85% даже без применения гербицидов. У фиалки полевой, горца птичьего, торицы полевой это снижение составило 33 - 44%, в то время как у горца вьюнкового и звездчатки средней – 23 - 25% [203].

О положительном факторе конкурентоспособности культурных растений сообщает В.Ф. Самерсов [141]: озимая рожь при стеблестое 720 - 750 шт/м² способна очистить посевы на 26 - 50%, гречиха при сплошном севе, горчица, овес снижают засоренность посевов от 22 до 36%.

В борьбе с сорняками особенно велика роль обработки почвы. Считается, что рациональная и своевременная обработка почвы на 50 - 60% снижает засоренность посевов малолетними и многолетними сорняками [20].

Ускорить проведение зяблевой обработки почвы можно за счет широкого использования безотвальных орудий. Однако известно из производственной практики, что безотвальная обработка почвы может вызывать существенное увеличение засоренности посевов, особенно многолетними сорняками [43], [65], [84], [156]. На засоренных полях применение минимальной обработки под эту культуру, отказ от плоскорезной зяби приводит к значительному зарастанию посева сорняками и снижению урожая [116].

По данным некоторых авторов [20] такое негативное явление наблюдается лишь при нарушении срока, качества и кратности проведения безотвальных обработок, что часто имеет место на практике.

Борьба с сорняками агротехническими методами должна строиться, прежде всего, путем наиболее полного использования допосевного периода, когда поле свободно от высеваемых культур и имеется возможность широкого

сочетания провокационных предпосевных обработок почвы, уничтожающих сорные растения [5], [34], [125].

Засоренность посевов проса в определенной мере снижают приемы, провоцирующие ранние всходы сорняков. Рыхления и прикатывания почвы в допосевной период способствуют массовому прорастанию сорных растений, в том числе поздних яровых видов (куриное просо, щетинник), которые удаляются последующими обработками почвы [5], [49], [65], [84], [102], [103]. По данным Р.А. Аликперова [5] после трехкратной культивации число сорняков в посевах проса уменьшается в 3-4 раза.

Многочисленные исследования показывают, что засоренность посевов проса снижается от ранних сроков сева к средним и поздним [65], [102], [208]. Весьма ранний посев в непрогретую почву задерживает всходы на длительное время, в результате чего часть семян гибнет, а у оставшихся происходит истощение запасов питательных веществ [34], [36], [42, с. 34], [68].

Так, при посеве проса во второй декаде мая к уборке насчитывали 32 - 180 шт/м² сорных растений, в третьей декаде мая – 25 - 62 шт/м², в первой пятидневке июня – 15-34 шт/м² [65].

При посеве в оптимальные сроки всходы проса появляются быстро и дружно, они хорошо развиваются и дают мощные здоровые растения, которые в какой-то мере угнетают рост и развитие сорняков [102]. Оптимальные сроки сева совпадают с появлением теплолюбивых сорняков (щирицы, мышея, куриного проса и др.), которые начинают прорастать при устойчивом прогревании почвы на глубине 10 см до 12 - 15°C [38].

Из приемов подготовки почвы к посеву наибольшее значение для получения полноценных всходов имеет допосевное и послепосевное прикатывание, без чего полевая всхожесть значительно снижается (до 51%), увеличивается изреженность стеблестоя, которая не компенсируется за счет продуктивного кущения даже в увлажненные годы и является одной из основных причин низких урожаев культуры. На прикатанном поле температура почвы повышается на 1 - 2° по сравнению с неприкатанным. Вследствие этого улучшаются условия прорастания семян проса и на 1-2 дня раньше появляются всходы, повышается его конкурентоспособность с сорняками [124], [133, с. 66], [204, с. 102].

Для контроля численности сорняков в посевах зерновых культур используют боронование. Так, эффективность довсходового боронования в посевах ячменя составила 42% [143].

Боронование оказывает избирательное действие на сорняки. По данным Хохомовой Д.Е. [187], сочетание до и после всходов боронования в посевах ячменя снижает массу мари белой на 28%, пастушьей сумки – 31%, торицы полевой – 87%, ромашки непахучей – 46%, звездчатки средней – 16, видов

горца - 32%. Устойчивость сорняков к механической борьбе боронами тем больше, чем крупнее семена сорняков [52, с. 176].

Довсходовое боронование не только уничтожает проростки и всходы сорняков, но и разрушает почвенную корку, обеспечивает рыхление почвы. Но следует учесть, что механическая борьба с сорняками по затратам более энергоемка, чем применение гербицидов [52, с. 176].

По данным А.Ф. Якименко [204, с. 104] и Н.О. Костиковой [77], [78] боронование посевов проса позволяет уничтожать 80 - 90% проростков и всходов сорняков. Его проводят как до, так и после всходов культуры. К обработке до всходов приступают через 3 - 5 дней после посева, когда наклюнувшиеся семена имеют еще небольшие проростки. При этом применяют легкие и средние бороны. По сведениям других авторов [133, с. 66], боронование посевов до всходов – редко применяемый прием в технологии возделывания проса.

К боронованию посевов проса после появления всходов следует подходить осторожно, так как всходы проса мелкие, слабые и держатся на одном зародышевом корешке [204, с. 104]. Всходы можно бороновать, когда растения хорошо укоренятся и не изрежены [133, с. 66]. По данным Н.О. Костиковой [77], [78] при проведении боронования по всходам необходимо обязательно увеличивать норму высева. Однократная обработка в этот период позволяет снизить засоренность посевов на 23%, двукратная – на 45% [65].

По данным Н.К. Потапова [130] в годы с засушливой весной при слабой засоренности поля довсходовое боронование и применение гербицидов в посевах проса неэффективны. Во влажные годы, при сильной засоренности поля, данные приемы ухода за посевами обеспечивали прибавку урожая, причем наибольший эффект давало их совместное применение.

Просо в отличие от пшеницы, ячменя и овса помимо обычного рядового может высеваться широкорядным и ленточным способами. Широкорядные посевы позволяют получать зерно более высокого качества (особенно по размеру, что важно для целей семеноводства) с более высоким коэффициентом размножения, но по урожайности уступают рядовым [65].

На сплошных рядовых посевах сорняки вследствие большой густоты проса находятся в более угнетенном состоянии, чем на широкорядном [5], [36], [68].

В широкорядном и ленточном способах посева борьба с сорняками в значительной мере обеспечивается при проведении междурядных обработок. Междурядья обрабатывают 2 - 3 раза в зависимости от уплотнения почвы и появления сорняков [14], [42, с. 39-40], [204, с. 109].

Использование комплекса агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий не может обеспечить необходимой чистоты посевов. Значительная часть сорняков появляется после посева проса.

Эффективность такого агротехнического приема борьбы с сорняками как боронование невысока. Поэтому обойтись без применения гербицидов невозможно, особенно в годы, когда погодные условия в первой половине вегетации культуры характеризуются низкими температурами и просо становится неконкурентоспособным. Поэтому при узкорядных посевах основным методом борьбы с сорняками является химический. Причем эффективность гербицидов на таких посевах обычно выше, чем на ширококорядных. По данным З.В. Пустовой [139] при использовании гербицидов агритокс и 2,4-Д на обычном узкорядном посеве отмечалось стопроцентное уничтожение двудольных сорняков. На ширококорядном посеве показатели были ниже агритокс - 58 - 100%, 2,4-Д – 75 - 100%. Уничтожение сорняков на вариантах с использованием лонтрел 300 составило 49 - 89% для узкорядных посевов и 35 - 80% для ширококорядных.

Опыты И.М. Димова [35] показали, что только эффективная борьба против сорняков с использованием гербицидов позволила получить достоверную прибавку урожайности. Наибольшая прибавка урожайности проса получена при взаимодействии приемов: удобрения + гербициды + инсектициды и составила в годы с повышенным увлажнением вегетационного периода 130%, при среднем – 152% и при низком – 179% от контрольного варианта. В среднем за годы исследований прибавка урожайности от применения гербицидов составила 15,0 ц/га, удобрений + гербицидов 15,5 ц/га, гербицидов + инсектициды 14,5 ц/га, удобрения + гербициды + инсектициды 16,3 ц/га по сравнению с контролем.

Многочисленными исследованиями была установлена слабая чувствительность проса к ряду почвенных симм-триазиновых гербицидов и в особенности к пропазину, атразину, в нормах до 3 кг/га д.в. Эти гербициды оказались эффективны в борьбе с однолетними злаковыми и широколиственными сорняками [57], [93], [101], [176]. Устойчивость растений проса к этим гербицидам обусловлена способностью трансформировать их в процессе метаболизма в соединения, не способные ингибировать гормональные системы растений [206, с. 69].

Однако гербициды симазин и атразин обладают продолжительным токсическим последствием [93], [176] и в настоящее время их применение в посевах проса запрещено.

В конце 50-х – начале 60-х гг. начинают разрабатываться вопросы применения в посевах проса гербицидов группы 2,4-Д и 2М-4Х, которые на сегодняшний день хорошо изучены и эффективность их применения составляет 50 - 70% [5], [49], [59], [93], [117], [124], [125], [194], [200].

Разрешенные для применения на посевах проса гербициды 2М-4Х и 2,4-Д имеют узкий спектр, многолетнее повсеместное применение таких препаратов

на одних и тех же площадях увеличило численность видов сорняков, устойчивых к ним. Важно также отметить, что применение гербицидов группы 2,4-Д и 2М-4Х небезопасно с экологической точки зрения [26], [75], [76].

По реакции на многие гербициды просо в целом сходно с другими злаковыми растениями, обладающими фотосинтезом типа С4 (кукуруза, сорго) [206, с. 68], однако это более чувствительная к гербицидам культура, чем пшеница и рожь [164].

Среди злаковых культур просо обладает повышенной чувствительностью к 2,4-Д. Опрыскивание чистых от сорняков посевов в фазе кущения культуры натриевой солью 2,4-Д в дозе 1 кг/га оказывает на нее определенное угнетающее воздействие [200]. Опрыскивание посевов проса гербицидами группы 2,4-Д и 2М-4Х в фазе выхода в трубку или еще позже приводит к частичной стерилизации растений, вследствие чего может снижаться озерненность метелок [206, с. 69].

Отдельные сорта проса, обладают различной чувствительностью к 2,4-Д. Раннеспелые сорта, как правило, более чувствительны по сравнению с более позднеспелыми при обработке их гербицидом в одинаковый по морфологическим признакам период. У чувствительных сортов отмечалось полегание в период налива зерна, вызванное худшим вторичным укоренением. Причиной повышенной чувствительности раннеспелых сортов проса к натриевой соли 2,4-Д является более раннее наступление этапа формирования зачатков метелок. Кроме того, в ранние фазы роста просо более чувствительно к повышенным дозировкам 2,4-Д [200], [236].

По данным В.П. Чикулаева [194], внесение аминной соли 2,4-Д в норме 0,4 кг/га в фазе 3-4 листьев проса снижает засоренность посевов, но не оказывает положительного влияния на урожай, в норме 0,8 кг/га при внесении в фазе кущения проса значительно снижается засоренность культуры и заметно повышается урожай.

Повреждения культуры могут наблюдаться при обработке проса гербицидом дикамба или баковой смесью 2,4-Д + дикамба в ранние фазы роста культуры, причем к этим гербицидам отмечена сортовая чувствительность [223], [236].

В засушливых условиях просо может повреждаться послевсходовыми гербицидами, потери урожая иногда достигают 20% [227].

Исследованиями румынских ученых установлено, что фитотоксичными для проса являются гербициды диизокаб (70% бутилат) и рамрод (65% пропаклор), гезагард (50% прометрин). Хорошая устойчивость у проса к гербицидам иседин форте (29% 2,4-Д + 5% дикамба) и лонтрел 418 (3,37% мекопроп + 1,7% клопиралид). Из группы производных сульфонилмочевин высокоэффективным на посевах проса показал себя гербицид глин (80%

хлорсульфурон) в норме 50 г/га, однако растения проса к нему были менее устойчивы и при его внесении наблюдались повреждения культуры [233]. В США в посевах проса рекомендуется применение гербицида пик (просульфурон) с фазы 3-х листьев культуры. Устойчивость проса к препарату хорошая, хотя на ранних стадиях развития снижается [236].

По мнению некоторых исследователей [133, с.68], химическую прополку проса на сильно засоренных полях следует начинать в фазе 2–3 листьев культуры.

В посевах проса эффективным было применение базаграна. При меньшей норме расхода (0,5 кг/га д.в.) в фазе трех листьев культуры он обеспечил самую высокую урожайность. При обработке в фазе кущения проса потребовалась более высокая норма препарата (0,8 кг/га д.в.), однако урожайность была ниже [67], [75], [76].

Высокую биологическую и хозяйственную эффективность на посевах проса показали гербициды базагран, парднер, диален, баковая смесь 2,4-Д + лонтрел [183]. Так, при обработке посевов проса в фазе 3 - 5 листьев гербицидами бюктрил-25 и парднер (производные бромоксирила) масса однолетних двудольных сорняков уменьшилась на 71 - 97%. Парднер (1,0 - 1,5 л/га) эффективнее бюктрила (1,5 - 2,5 л/га) подавлял двудольные и особенно многолетние сорняки. В производственных условиях на фоне сильной засоренности посевов проса обработка бюктрилом-25 позволила сохранить 6,4 ц/га, парднером – 7,8 ц/га зерна проса. В посевах проса диален (смесь 2,4-Д и дикамба) в норме 2,0 л/га превосходил по гербицидному действию эталон – 2,4-ДА. Максимальная гибель двудольных сорняков достигала 78%, а снижение их массы – 93%. При применении смесей аминной соли 2,4-Д (2,0 л/га) с лонтрелом (0,3 или 0,6 л/га) в фазе кущения проса снижение массы двудольных сорняков составило 74 - 82%.

Применение гербицидов ковбой (190 мл/га) и кросс (150 мл/га) в фазе 3 - 5 листьев у проса вызывало гибель двудольных однолетних сорняков на 95 и 78%. Прибавка урожая от применения ковбоя составила 31,7, кросса – 19,8%. Отрицательного влияния на растения проса гербициды не оказывали [195].

В опытах С.М. Лебедева [94] в посевах проса стабильные результаты во все годы получали от чисталана (0,4 кг/га) – на 95% снижалась численность сорняков, особенно корнеотпрысковых, сильно подавлялись однолетние виды при слабом угнетении культурных растений, что позволило получать от 7,0 до 10,2 ц/га прибавки зерна по сравнению с контролем. На 89% снижал численность сорняков метофен (0,6 кг/га), на 85% - этанур (0,6 кг/га). Лучшие результаты получали от обработки посевов проса при полном кущении. Однако, при малейшей передозировке этанура и чисталана наблюдалось угнетение растений проса, появлялись ожоги на листьях. При использовании

метофена отрицательных последствий не наблюдалось, но при засушливом лете эффективность препарата снижалась.

Хороший биологический и хозяйственный эффект был получен при применении раундапа и лонтрела осенью в системе зяблевой обработки почвы в сочетании с обработкой аминной солью 2,4-Д в фазе кущения проса, что позволило снизить массу однолетних двудольных сорняков на 63-74%, а многолетних на 84 - 95 [182].

Литературные данные показывают, что использование одних агротехнических мероприятий в защите посевов проса от сорных растений не всегда дает желаемый результат, что требует более широкого изучения возможностей применения химического метода.

В работах ряда исследователей имеются весьма противоречивые данные об эффективности некоторых агротехнических мероприятий, в частности довсходового боронования, и целесообразности проведения этого мероприятия при использовании химического метода.

Растения проса по реакции на многие гербициды отличаются от других зерновых культур, что свидетельствует о необходимости углубленного изучения некоторых перспективных гербицидов в посевах проса и разработке регламентов их применения.

Выводы

Засоренность посевов сельскохозяйственных культур в республике различна. Данные по видовому составу и распространенности сорных растений в посевах проса в Беларуси отсутствуют.

Разнообразие зарубежных данных по вредоносности сорных растений в посевах проса и зерновых культур, указывает на необходимость определения вредоносности и разработке порогов и критических периодов вредоносности сорных растений в посевах проса применительно к агроклиматическим особенностям республики.

Агротехнические мероприятия недостаточно эффективны в защите посевов проса от сорных растений, что требует более широкого изучения возможностей применения химического метода.

В работах ряда исследователей имеются весьма противоречивые данные об эффективности некоторых агротехнических мероприятий, в частности довсходового боронования, и целесообразности проведения этого мероприятия при использовании химического метода.

Растения проса по реакции на многие гербициды отличаются от других зерновых культур, что свидетельствует о необходимости углубленного изучения в посевах проса ряда перспективных гербицидов и разработке регламентов их применения.

ГЛАВА 2

УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2001 - 2004 гг. в посевах проса на опытном поле РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси (п. Прилуки Минского района Минской области). Производственная проверка и внедрение завершенных разработок выполнялись на полях сельскохозяйственного производственного кооператива «Жуховичи» Кореличского района Гродненской области, республиканского унитарного предприятия «Минская областная сельскохозяйственная опытная станция».

2.1 Метеорологические условия в годы исследований и фенология развития проса

Климат Беларуси умеренно-континентальный: характеризуется теплой и влажной зимой, относительно прохладным дождливым летом, сырой осенью, солнечной, но неустойчивой погодой весной [1, с. 9], [131, с. 464-465], [196, с. 19].

Для теплового режима Беларуси характерно постепенное понижение температуры воздуха в направлении с юго-запада на северо-восток. Среднегодовая температура воздуха изменяется от 7,4⁰С в Брестской области до 5⁰С и ниже в Витебской. Самый холодный месяц - январь, теплый - июль. Средняя многолетняя температура января колеблется от - 4,3⁰С на западе до - 8,2⁰С на востоке, а самого теплого месяца июля составляет 17 - 19⁰С.

Согласно агроклиматическому районированию Беларуси, выполненному с учетом всех факторов природной среды, выделяют 3 агроклиматические зоны – Северную, Центральную и Южную [1, с. 27-31], [119, с. 26-28], [196, с. 30-32]. В Северной зоне сумма активных температур составляет 2000 - 2150⁰С, годовая сумма осадков – 570 - 700, а в теплый период – 400 - 450 мм. Вегетационный период длится 180 - 190 дней. Безморозный период продолжается в среднем 4,5 месяца. Эта зона охватывает всю Витебскую область, возвышенности севера Могилевской, возвышенные части Минской и Гродненской областей. Северная зона занимает 29,7% всей территории Республики [1, с. 29-30], [198, с. 370-375].

В Центральной зоне средняя сумма активных температур 2200 - 2400⁰С. Вегетационный период здесь длится 185 - 200 дней, а безморозный – 4,5 - 5,5 месяцев. Сумма осадков за год составляет 500 - 600 мм, а в теплый период – 350 - 450 мм. Зимние условия в зоне разнообразны. В восточных районах снежный покров держится 120 - 135 дней, более устойчив, меньше дней с оттепелью. В западных районах зимние условия менее устойчивы. Умеренно теплая зона включает почти всю Могилевскую область (без ее северной части), низменные

и равнинные части Минской и Гродненской, северные районы Брестской и Гомельской областей. На долю Центральной зоны приходится около 43% территории Беларуси [1, с. 30-31], [198, с. 380-385].

В Южной теплой зоне сумма активных температур составляет 2400 - 2600⁰С. Вегетационный период длится 195 - 210 дней, а безморозный – 5 - 6 месяцев. Сумма осадков колеблется от 500 до 640 мм, а за теплый период – 345 - 455 мм. Снежный покров в восточных районах южной зоны лежит около 85 - 110 дней, а западных – 70-95 дней, период с оттепелью составляет соответственно 35 - 40 и 40 - 50 дней. Южная зона охватывает Брестскую и Гомельскую области, Полесскую низменность и Прибугскую равнину [1, с. 31], [198, с. 391-397].

Продолжительность вегетационного периода проса определяется, прежде всего, суммой эффективных температур и находится в пределах 1600 - 2000⁰С. Для сорта Быстрое она составляет 1624⁰С [73, с. 9].

В условиях центрального региона Беларуси (Минская область) продолжительность вегетационного периода проса в основном определяется весенней погодой, так как изменения периода вегетации происходят за счет изменений в первый период жизни растений. Так, в зависимости от температурного режима и влажности почвы очень сильно (в 2 - 3 раза) изменяется период от всходов до заложения метелки. Условия увлажнения в нашем регионе не оказывают большого влияния на просо в весенний период, а основную роль в изменении периода вегетации играет температурный фактор. Таким образом, при недостатке тепла период вегетации может сильно растягиваться [73, с. 10].

Просо – требовательная к теплу культура на протяжении всего периода своего развития. Всходы его не переносят заморозков ниже 2⁰С. Прорастание начинается при температуре 7 - 8⁰С. Ранний посев в непрогретую почву задерживает появление всходов, и семена при долгом лежании загнивают. По мере повышения температуры до 25 - 30 энергия прорастания семян возрастает. При температуре 8⁰С просо всходит через 10 - 15 дней, при 15⁰С через 4 - 5 дней, при 20 - 25⁰С через 3 дня [197, с. 324].

Просо хорошо переносит высокие температуры. Более высокая жароустойчивость наблюдается у него во второй половине вегетации [42, с. 8].

Просо светолюбиво, поэтому страдает от затенения при загущении посева. При нормально разреженном посеве оно дает крупные метелки с большой массой зерна в каждой. Эта культура относится к числу растений короткого дня: на укороченном - его развитие ускоряется, а на длинном - замедляется.

Просо засухоустойчиво: для прорастания семян проса воды требуется всего лишь 25% их массы, тогда как для прорастания семян пшеницы и ячменя – вдвое больше [132, с. 10]. Все же просо довольно сильно реагирует на

недостаток влаги в почве, особенно на начальных этапах онтогенеза. Это выражается в значительном снижении урожая. У проса отмечаются 2 критических периода: всходы - кущение и кущение - выметывание. Резкий недостаток влаги в первый период приостанавливает образование вторичных корней, растения держаться только на первичном корешке и при сильных ветрах в большом количестве погибают. Во второй период происходит наиболее усиленный рост стеблей и корневой системы. Недостаток влаги в этот период нередко замедляет наступление выметывания и отрицательно сказывается на образовании завязи, а дефицит влаги в период налива зерна (в первые 20 дней после выметывания) приводит к сокращению налива зерна и снижению урожая [73, с. 10-11].

Условия влажности в Беларуси весьма благоприятны для нормального роста и развития проса [42, с. 9], [197].

У проса различают 9 фенологических фаз и 12 этапов органогенеза [146, с. 22–38]. Семена проса прорастают одним первичным корешком при температуре выше 6 - 8⁰С. Вторичные корни начинают образовываться только в фазе появления третьего листа. Для растений проса характерно, что в начале рост корешков идет быстрее, чем ростков. При хорошем увлажнении к фазе кущения образуется уже мощная корневая система, но по сравнению с яровой пшеницей, ячменем и овсом в этот период она развивается медленно [204, с. 16].

Первый период жизни растений проса (от всходов до кущения) характеризуется медленным ростом. Эта особенность делает его весьма чувствительным к сорнякам. Семена сорняков способны прорасти при более низкой температуре, а взошедшие быстро растут, обгоняя и заглушая растения проса. Поэтому все работы по подготовке почвы, посеву и уходу за посевами проса должны производиться с учетом этих его особенностей [42, с. 12].

Кущение проса наступает на 15 - 25 день от всходов. Наиболее благоприятные условия для кущения создаются при температуре 15 – 20⁰С [146, с. 23].

Выход в трубку начинается через 10 - 12 дней после кущения. За 20 - 30 дней растения успевают образовать большую зеленую массу и начать выметывание метелок. Цветение начинается вслед за выметыванием метелки, с наступлением этой фазы приостанавливается рост стебля и развитие корневой системы.

Неодновременность цветения цветков в метелке вызывает такое же недружное созревание зерна. Разница в созревании зерна верхней и нижней частей метелки составляет 15 - 20 дней [42, с. 12], [146, с. 326-327].

Неравномерность и растянутость созревания культуры усугубляется тем, что даже во время полного созревания семян вегетативная часть растений остается зеленой с высоким содержанием влаги – 45 – 50% и более [165, с. 4-5].

Метеорологические условия вегетационных периодов за годы исследований представлены в приложении Б, В. В первой декаде мая 2001 г. преобладала в основном теплая погода. Температура воздуха была в среднем на 4⁰С выше нормы. Середина и конец мая характеризовались продолжительным похолоданием, с заморозками в отдельные дни. Средняя температура воздуха в мае составила +12⁰С за счет дневного прогревания. Первая половина июня 2001 г. характеризовались невысокими температурами и недобором осадков, которые затянули появление всходов проса и затормозили его развитие на начальных этапах онтогенеза, в дальнейшем установилась умеренно теплая погода в сочетании с хорошей влагообеспеченностью, что создавало благоприятные условия для формирования урожая проса. Июль оказался исключительно теплым, с достаточным количеством осадков. Такие условия наблюдались до середины августа, затем установилась теплая и сухая погода.

Конец весны и начало лета в 2002 г. характеризовались дефицитом осадков. Низкая относительная влажность воздуха в дневные часы вызывала интенсивную потерю почвенной влаги. Прошедшие во второй и третьей декаде июня дожди несколько улучшили влагообеспеченность посевов. В июле и августе установилась жаркая и сухая погода, количество выпавших осадков было ниже средних многолетних показателей. В целом условия вегетационного периода для развития проса характеризовались как удовлетворительные.

В 2003 г. прохладные вторая и третья декады июня способствовали заращению посевов проса сорняками. Температуры июля и августа были выше среднемноголетних данных, и благодаря неплохой влагообеспеченности нарастание массы сорняков продолжалось до фазы выметывание метелки у проса. В целом погодные условия благоприятствовали развитию проса.

Погодные условия 2004 г. отличались тем, что среднесуточные температуры второй декады мая, июня и первой половины июля были ниже среднемноголетних показателей, но, начиная с конца июля, установилась жаркая погода с достаточным увлажнением. Такие погодные условия были благоприятны для развития сорных растений в течение всего периода вегетации. Ливневые дожди в августе способствовали полеганию посевов проса и усложнили уборку.

В наших исследованиях фенологические наблюдения за ростом и развитием проса проводились на протяжении 2001 – 2004 гг. (таблица 2).

Таблица 2 -Даты наступления основных фаз развития проса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Фазы развития	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Сев	28.05	21.05	22.05	24.05
Всходы	11.06	01.06	01.06	07.06
Три настоящих листа	27.06	09.06	11.06	20.06
Полное кущение	07.07	23.06	23.06	10.07
Выход в трубку	17.07	10.07	11.07	20.07
Выметывание метелок	27.07	18.07	25.07	30.07
Молочная спелость	08.08	07.08	06.08	13.08
Уборка урожая	27.08	24.08	01.09	13.09

Просо высевали в третьей декаде мая. Массовое кущение культуры приходилось на конец июня – первую декаду июля. Уборку урожая проводили в конце августа – первой декаде сентября. В 2004 г. прохладные погодные условия июня и июля растянули период вегетации проса и поэтому уборку проводили 9 сентября.

2.2 Агротехника закладки опытов и методика проведения учетов и наблюдений

Просо требовательная к почвенному питанию культура. Исключительно хорошо использует последствие навоза, поэтому лучше вносить его под предшествующую культуру в дозе не менее 40 т/га. Хорошо отзывается просо и на минеральные удобрения. Оно дает наибольшие прибавки урожая при внесении азота в дозе 30 - 60 кг, фосфора 30 - 45 кг, калия – 30 - 40 кг д.в./га. Азот целесообразно вносить весной, калий и фосфор – под вспашку осенью [73, с. 27].

По данным Т.Д. Бысовой [15] на хорошо окультуренных дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах с содержанием фосфора не менее 22 - 25, калия 15 - 17 мг на 100 г почвы высокий экономический эффект обеспечивает применение $N_{90}P_{60}K_{90}$.

Лучшие предшественники для проса – озимые зерновые, многолетние травы, пропашные, зернобобовые, гречиха, лен. Лучшей почвенной средой для него является слабокислая и нейтральная [42].

Почва опытного поля (п. Прилуки Минской области) - дерново-подзолистая, суглинистая, развивающаяся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины 40 - 60 см.

По результатам агрохимической характеристики почвы пахотного горизонта обеспеченность гумусом - 1,94 - 2,02 %. Реакция почвенной среды была среднекислой и нейтральной (4,86 - 6,9). Содержание подвижных форм калия (по Пейве) (22,4 - 29,4 мг/100 г почвы) и фосфора (по Кирсанову) (29,2 - 32,4 мг/100 г почвы) имело некоторые различия в отдельные годы.

Предшественник – картофель (2001, 2002, 2004 гг.) и озимая рожь (2003 г.). Осенью проводили зяблевую вспашку, весной закрытие влаги, предпосевную обработку почвы и посев проса. Минеральные удобрения под просо вносили с учетом окультуренности почвы и содержания в пахотном слое доступных для растений форм фосфора и калия в предпосевную культивацию из расчета $N_{60}P_{60}K_{60}$ д.в./га в 2001 и 2003 гг., $N_{90}P_{90}K_{90}$ в 2002 г., $N_{90}P_{90}K_{110}$ в 2004 г. Норма высева - 4,0 млн. всхожих зерен на гектар, высевался сорт Быстрое. Посев проводили в третьей декаде мая. Перед высевом семена протравливали фундазолом, 50% с.п. из расчета 2 кг на 1 т семян.

С целью изучения ареалов и видового состава сорной флоры в посевах проса в Беларуси на протяжении 2001 - 2004 гг. проводилось маршрутное обследование посевов всех 6 областей республики (в 3-х агроклиматических зонах) по общепринятым методикам [63], [105]. Маршрут устанавливался с таким расчетом, чтобы максимально охватить почвенно-географические различия республики. Обследование проводили за 3 - 4 недели до уборки проса.

На каждом поле по диагонали путем наложения учетных рамок $0,25\text{ м}^2$ в посевах площадью до 50 га – 10 штук, 50 - 100 га – 15 штук, устанавливали видовой состав сорняков, их численность и встречаемость [95]. Ботанические названия сорняков, их принадлежность к семействам определяли по определителям [17], [29], [97], [145], [163], [179].

Исследования по изучению вредоносности сорных растений, определению биологических порогов вредоносности и экономических порогов целесообразности проводили по общепринятым методикам (метод постоянных площадок) [2], [104], [106], [108], [147], [202]. Повторность опыта шестикратная. Расположение делянок рендомизированное. Общая площадь делянки - 3 м^2 , учетная - 1 м^2 . На учетных площадках, согласно схемы опыта, создавали необходимую плотность сорняков (0, 10, 15, 20, 25 штук) путем удаления лишних в фазе всходов проса, в соотношении: 60% - сорняки верхнего яруса (марь белая, ромашка непахучая, пикульник обыкновенный, виды горца) и 40% - сорняки среднего яруса (пастушья сумка, ярутка полевая, фиалка полевая, незабудка полевая, подмаренник цепкий). Сформированное

количество сорняков поддерживали на протяжении всего периода вегетации проса. Перед уборкой урожая сорняки выдергивали и взвешивали.

В опытах по изучению критического периода вредоносности сорняков каждую делянку, площадью 3 м² пропалывали согласно схемы опыта вручную. В момент прополки выполняли количественно-весовой учет засоренности, и отбирали пробы для определения накопления сырой массы проса. Критический период вредоносности сорняков определяли сравнением урожайности проса в вариантах с различной продолжительностью его вегетации с сорняками к контролю с ручной прополкой весь сезон. Урожай проса учитывали на учетной площадке, определяли его структуру. Обмолот осуществляли на сноповой молотилке.

Исследования по изучению эффективности гербицидов в борьбе с сорняками в посевах проса проводили в соответствии с "Методическими указаниями ..." [106], [107], [162]. Повторность четырехкратная, площадь делянки 14 - 21 м². Расположение делянок рендомизированное. Засоренность в опытах определяли дважды. При первом учете количество сорняков по видам учитывали непосредственно перед обработкой посевов гербицидами, при втором - количество и массу сорняков по видам через 30 дней после обработки. На каждой делянке для учетов брали по 4 учетные площадки по 0,25 м².

Гербициды вносили методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем "Jacto" согласно схемы опытов. Расход рабочего раствора 250 - 300 л/га. Гербициды против двудольных сорняков применяли в зависимости от схемы опыта в фазу от 3 – 4-х до 7 - 8 листьев проса.

Перед уборкой определяли структуру урожая путем анализа пробных снопов. Уборку проводили поделяночно прямым комбайнированием комбайном «Сампо-500» с пересчетом данных урожайности на стандартную чистоту и влажность.

Математическая обработка данных проводили с использованием методов дисперсионного и корреляционного анализов [37].

За развитием проса и сорняков проводили фенологические наблюдения [108], [104], [162]. Массовым наступлением фазы считали, когда в нее вступали 75% растений проса и основных видов сорняков (мари белой, горца выюнного, звездчатки средней, подмаренника цепкого).

Оценка экономической эффективности применения гербицидов проводили согласно методическим разработкам путем сопоставления стоимости сохраненного урожая с затратами [19, с. 89-93], [114], [122], [170].

2.3 Характеристика перспективного ассортимента изучаемых гербицидов

Ассортимент гербицидов в посевах зерновых озимых и яровых культур в последние годы пополнился большим количеством перспективных гербицидов, принадлежащих к разным группам химических соединений. В наших исследованиях, принимая во внимание видовой состав сорных растений в посевах проса, мы остановились на изучении следующих гербицидов:

АГРИТОКС, В.К. (водный концентрат) (500 г/л МЦПА кислоты) (ДМА-К-На соль, смесь, 590 г/л). Системный гербицид поглощается листьями и воздействует на надземные органы и корневую систему сорняков. Препарат подавляет синтез ростовых веществ и ферментов, угнетает процессы фотосинтеза и дыхания. Действие гербицида лучше проявляется на растениях, которые находятся в оптимальных условиях развития, когда происходит интенсивный обмен веществ, отток продуктов фотосинтеза из листьев в стебли и корни. Наибольший эффект достигается при температуре 18 - 30⁰С. В засушливую погоду, когда отток ассимилянтов из листьев замедлен, гербицид плохо перемещается по растению и его токсическое действие на сорняки проявляется слабо.

ГРАНСТАР, 75% с.т.с (сухая текучая суспензия) (трибенуронметил). Гранстар является гербицидом системного действия, быстро поглощается корнями и листьями, блокирует образование аминокислот-валина, изолейцина, чем останавливает деление клеток. Оказывает наиболее сильное действие в период активного роста молодых сорных растений. Первые симптомы появляются через несколько дней после обработки, а через 1 – 2 недели сорняки погибают. Препарат малотоксичен для теплокровных.

КУГАР, КС (концентрат суспензии) (изопротурон, 500 г/л + дифлюфеникан, 100 г/л). Контактно-системный гербицид. Препарат поглощается листьями, корнями, стеблями и меристематическими зонами. Изопротурон блокирует процессы фотосинтеза, а дифлюфеникан воздействует на меристематические ткани в пред- и послевсходовой стадиях развития сорных растений.

ЛИНТУР, ВДГ (водно-диспергируемые гранулы) (триасульфурон – 41 г/кг + дикамба – 659 г/кг). Линтур быстро поглощается листьями, стеблями и корнями растений, сразу после обработки ингибирует рост сорняков. Симптомы (обесцвечивание или хлороз листьев) появляются через 10 дней, но полная гибель сорняков наступает через 3 - 4 недели. Тёплые и влажные условия способствуют действию препарата. Малотоксичен для теплокровных.

ЛОНТРЕЛ 300, 300 г/л к.э. (концентрат эмульсии) (клопиралид типа соль) Эффективен против однолетних и многолетних двудольных сорняков, таких

как бодяк полевой, осот полевой, одуванчик лекарственный, виды ромашки, горца.

РЕЙСЕР, 25% к.э. (концентрат эмульсии) (флуорохлоридон). Довсходовый почвенный гербицид для картофеля, озимой пшеницы и ржи, кукурузы и других культур. У чувствительных растений рейсер ингибирует синтез каротиноидов, которые защищают хлорофилл от фоторазложения. Чувствительные к рейсеру растения обесцвечиваются. Препарат среднетоксичен для теплокровных

СЕКАТОР, ВДГ (водно-диспергируемые гранулы) (смесь амидосульфурона, 50 г/кг + йодосульфурон-метил-натрий, 12,5 г/кг + мефенпир-диэтил (антидот), 125 г/кг). Гербицид, быстро поглощаясь листьями и, частично, корневой системой сорняков, способен свободно перемещаться по всему растению с нисходящим и восходящим током питательных веществ. Благодаря флоем-ксилемному действию препарат проникает во все части растения и накапливается в точках роста, включая «спящие» почки. Рост чувствительных сорных растений прекращается в течение нескольких часов после обработки секатором. Засушливые погодные условия и высокая температура могут снизить интенсивность проникновения и скорость действия препарата.

ХАРМОНИ, 75% с.т.с. (сухая текучая суспензия) (тифенсульфуронметил). Действующее вещество в основном поглощается листовым аппаратом. Поглощение корневой системой ограничено коротким сроком действия в почве. Хармони прекращает деление клеток восприимчивых сорняков путем воздействия на ферментную систему. У чувствительных видов вскоре после внесения наблюдается ингибирование роста побегов и корней. Через 1 - 3 недели у сорняков возникает некроз и большинство из них погибает, а у остальных задерживается развитие. Хармони совместим с большинством пестицидов. При совместном применении гранстара и хармони с производными хлорфеноксиксусных кислот проявляется выраженный синергетический эффект. Препарат малотоксичен для теплокровных [126, с. 122-193], [185, с. 164-179].

ГЛАВА 3

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ПРОСА

3.1 Видовой состав и распространенность сорных растений в посевах проса

Доминирующими видами сорных растений в агроценозах Беларуси являются: марь белая, ромашка непахучая, горец вьюнковый, фиалка полевая, пастушья сумка, звездчатка средняя, пырей ползучий, просо куриное, осот полевой, бодяк полевой. Во многих районах республики встречаются подмаренник цепкий, овсюг обыкновенный, занесенный с семенами люцерны из других стран. В условиях Гродненской области отмечены единичные растения мака самосейки, канатника Теофраста [158], [159].

Флористический состав агрофитоценозов несколько различается по агроклиматическим зонам республики [134, с. 8], [142]. В Северной агроклиматической зоне республики зарегистрировано 158 видов сорных растений, в том числе наиболее распространенных 30 видов; в Центральной зоне 163 вида (западная подзона) и 153 (восточная подзона), в том числе преобладающих, соответственно 27 и 30 видов; в Южной зоне – 169 видов, из них 7 преобладающих [121].

Характер и интенсивность засоренности посевов в агроклиматических зонах связаны с произрастанием и распространением различных в биологическом отношении групп сорных растений, а также с почвенно-климатическими условиями, которые или создают благоприятные условия для развития отдельных видов сорняков или резко сдерживают их появление. Определенное влияние на характер засоренности оказывают выращиваемая культура, предшественники, обработка почвы, применение удобрений, мероприятия по уходу за посевами и др.

Так, меньшим разнообразием видов сорняков отличаются посевы на сухих почвах легкого механического состава, с увеличением влажности почвы число видов увеличивается. Отмечена также зависимость обилия сорных растений от запасов питательных веществ и их доступности для растений [123].

Засоренность сельскохозяйственных культур не является величиной постоянной. Согласно последним турам маршрутных обследований (1996 – 2000 гг.) установлено, что по сравнению с первым туром обследований, проведенных ранее (1981–1986 гг.), засоренность основных сельскохозяйственных культур в Беларуси изменилась как по видовому составу, так и по численности отдельных видов сорняков. Увеличилась засоренность посевов многолетними сорными растениями, в первую очередь

пыреем ползучим, видами осотов, полыни, горошком мышиным, двулетними сорняками. Например, в посевах озимой пшеницы и ярового рапса в 1981 - 1985 гг. произрастало 230 шт/м² различных видов сорных растений, а в 1996 г. уже 268 шт/м², в посевах ярового ячменя, соответственно, 199 и 244 шт/м²: увеличение от 14,3 до 18,5% [120]. За последние 16 лет засоренность посевов зерновых культур пыреем ползучим увеличилась от 3 до 20 раз. Наиболее сильно засорены пыреем посевы ячменя ярового, овса, ржи [159].

Разработка эффективных мер борьбы с сорными растениями в посевах проса невозможна без изучения их видового состава. Выявление наиболее характерных для каждой зоны сорняков и установление их распространения – основа для выбора системы мероприятий по уничтожению сорной растительности и дифференцирования некоторых приемов в зависимости от ботанического состава и места произрастания сорных растений.

По результатам маршрутных обследований нами установлено, что посевы проса сильно засорены. Выявлено 75 видов сорных растений, принадлежащих к 27 семействам, из которых 20 видов являются наиболее распространенными (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Встречаемость сорных растений в посевах проса в Беларуси (маршрутное обследование, 2001 - 2004 гг.)

Сорные растения	Встречаемость сорных растений по агроклиматическим зонам, %			
	Северная	Центральная	Южная	Среднее
Марь белая	68,9	48,7	52,3	56,0
Пырей ползучий	61,6	39,8	61,2	53,7
Фиалка полевая	40,1	53,9	42,6	44,4
Просо куриное	28,4	30,8	58,3	41,1
Горец вьюнковый	32,8	32,2	53,7	39,6
Звездчатка средняя	36,7	29,3	43,4	37,8
Ромашка непахучая	29,5	32,2	11,3	26,4
Горец птичий	23,0	20,8	37,8	26,1
Пастушья сумка	29,5	15,2	10,7	20,4
Горец шероховатый	19,6	14,1	26,1	19,3
Пикульник обыкновенный	8,6	18,1	16,7	17,2
Торица полевая	17,8	15,0	10,5	16,9
Осот полевой	20,1	15,2	30,8	16,8
Дрема белая	9,7	23,4	10,2	16,7
Аистник цикутный	9,9	16,5	8,3	15,6
Щетинник сизый	5,6	12,6	17,9	14,2
Щетинник зеленый	0,1	11,3	20,2	13,2
Бодяк полевой	8,7	26,7	0,1	12,3
Незабудка полевая	5,9	15,7	10,7	12,2
Галинзога мелкоцветная	12,1	2,6	16,7	10,3

Анализ видового разнообразия сорных растений показал, что 14 видов принадлежит семейству астровых, 8 видов – семейству капустных, 7 - гвоздичных, 6 - гречишных и мятликовых, по 4 вида – подорожниковых и яснотковых (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Структура сорного ценоза в посевах проса в Беларуси (маршрутное обследование, 2001 - 2004 гг.)

Семейство	Количество видов, шт	Численность сорных растений, шт/м ²
Астровые (Asteraceae)	14	11,5
Капустные (Brassicaceae)	8	3,9
Гвоздичные (Caryophyllaceae)	7	13,7
Гречишные (Polygonaceae)	6	11,5
Мятликовые (Poaceae)	6	68,1
Подорожниковые (Plantaginaceae)	4	0,8
Яснотковые (Lamiaceae)	4	3,2
Бобовые (Fabaceae)	3	0,3
Бурачниковые (Boraginaceae)	3	1,1
Гераниевые (Geraniaceae)	2	1,5
Норичниковые (Scrophulariaceae)	2	0,8
Амарантовые (Amaranthaceae)	1	0,7
Вьюнковые (Convolvulaceae)	1	0,1
Маревые (Chenopodiaceae)	1	18,4
Мареновые (Rubiaceae)	1	3,7
Фиалковые (Violaceae)	1	9,1
Розоцветные (Rosaceae)	1	0,8
Хвощовые (Equisetaceae)	1	0,6
Молочайные (Euphorbiaceae)	1	0,3
Лютиковые (Ranunculaceae)	1	0,2
Зверобойные (Hypericaceae)	1	0,1
Осоковые (Cyperaceae)	1	0,1
Пасленовые (Solanaceae)	1	0,1
Первоцветные (Primulaceae)	1	0,1
Ситниковые (Juncaceae)	1	0,1
Фумариевые (Fumariaceae)	1	0,1
Кипрейные (Onagraceae)	1	0,1

Высокая численность отмечена у видов, относящихся к семействам мятликовых, маревых, фиалковых, гвоздичных, гречишных, астровых, что связано с высокой численностью отдельных представителей этих семейств.

Семейство мареновых представлено главным образом подмаренником цепким, маревых – марью белой, астровых – ромашкой непахучей, бодяком полевым, осотом полевым, одуванчиком лекарственным, гвоздичных – звездчаткой средней, дремой белой и торицей полевой, мятликовых – пыреем ползучим, просом куриным, видами щетинника и др.

Из 75 видов сорных растений 66 относится к классу двудольных, 8 - к классу однодольных и 1 – хвощевых.

В целом в структуре засоренности 54,6% (82,2 шт/м²) составляют двудольные сорные растения и 45,3% (68,3 шт/м²) – однодольные. В посевах проса отмечено преобладание малолетних сорных растений, составляющих 66,9% всех зарегистрированных видов, из них 47,3% - двудольные и 19,6% – однодольные (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Засоренность посевов проса в Беларуси по биологическим группам

(маршрутное обследование, 2001 - 2004 гг.)

Сорные растения	Численность сорных растений по агроклиматическим зонам, шт/м ²				% к общей засоренности
	Северная	Центральная	Южная	Среднее	
Всего	168,6	140,3	118,1	150,5	100
в т.ч. малолетние	85,2	101,8	84,2	100,7	66,9
однодольные	14,9	32,9	24,0	29,5	19,6
двудольные	70,3	68,9	60,2	71,2	47,3
в т.ч. многолетние	83,5	38,5	33,8	49,8	33,1
однодольные	68,6	24,6	29,4	38,8	25,8
двудольные	14,9	13,9	4,4	11,0	7,3

Из малолетних сорных растений (45 видов) выделяются группы эфимеров и раннеяровых однолетников (13 видов и 40,1 шт/м²), поздних яровых однолетников (15 видов и 38,4 шт/м²). Зимующие, озимые яровые однолетники (2 вида), двулетники (4 вида) и полупаразиты (1 вид) менее характерны для посевов проса.

Засоренность многолетними сорняками в среднем составляет 49,8 шт/м² или 33,1% от общей численности сорных растений, однако они являются наиболее вредоносными. Из многолетников отличаются биогруппы корнеотпрысковых, корневищных, корнестержневых, мочковатокорневых и растений с надземными побегами. Преобладает корневищный тип засорения, что связано с высокой запыреенностью посевов (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Засоренность посевов проса в Беларуси многолетними сорняками (маршрутное обследование, 2001 - 2004 гг.)

Многолетние сорные растения	Численность сорных растений по агроклиматическим зонам, шт/м ²				Количество видов, шт
	Северная	Центральная	Южная	Среднее	
Всего	83,5	37,4	33,8	49,2	30
в т. ч. корневищные	70,3	27,1	30,4	40,6	9
корнеотпрысковые	4,0	8,3	2,0	4,7	3
корнестержневые	5,5	1,8	1,5	2,7	13
с надземными побегами	3,0	0,2	0*	1,1	3
мочковатокорневые	0,8	0	0	0,2	2

Примечание - * Засоренность меньше 0,1 шт/м²

В посевах проса в Украине по данным В.С. Зузы [56] произрастает 127 шт/м² сорняков, из них злаковых однодольных 74 шт/м² (58%), двудольных малолетних 41 шт/м² (32%), двудольных многолетних 12 шт/м² (10%). В Харьковском районе в среднем за 1989 - 1991 гг. было установлено, что в посевах проса произрастает 217 шт/м² сорных растений. Из них злаковых просовидных 90 шт/м² (63,3%), двудольных малолетних 28 (12,8%), двудольных многолетних 32,7 шт/м² (15,1%). Сырая масса сорняков перед уборкой урожая проса составила 1789 г/м², из них злаковых просовидных 670 г/м² (37,5%), двудольных малолетних 263 г/м² (14,7%), двудольных многолетних 856 г/м² (47,8%).

Как видно, в условиях Беларуси по сравнению с Украиной в структуре засоренности меньше доля однолетних однодольных сорных растений и выше доля малолетних двудольных сорных растений, что связано с тем, что при ухудшении влагообеспеченности растений выпадают из растительного сообщества влаголюбивые сорняки и внедряются более засухоустойчивые [9].

В структуре засоренности посевов в республике наблюдались колебания по годам (приложение Г), с нашей точки зрения, на протяжении 2001 – 2003 гг. наблюдалась тенденция снижения засоренности посевов, что было связано с повышением уровня агротехники возделывания культуры проса в республике в целом (качественное проведение предпосевной обработки почвы, посев в оптимальные сроки, и др.). Некоторое увеличение засоренности в 2004 г. связано с чрезвычайно благоприятными для развития сорных растений погодными условиями.

Средняя засоренность посевов проса составляет 150,5 шт/м². Доминируют пырей ползучий – 38,6 шт/м², марь белая – 18,4, виды горца – 11,4, щетинника –

11,4, звездчатка средняя – 7,1, просо куриное – 17,1, фиалка полевая - 9,1, виды осота – 4,6 шт/м² (таблица 3.5).

Таблица 3.5 - Засоренность посевов проса в Беларуси
(маршрутное обследование, 2001 - 2004 гг.)

Сорные растения	Численность сорняков по агроклиматическим зонам, шт/м ²				% к общей засоренности
	Северная	Центральная	Южная	Среднее	
Пырей ползучий	67,9	24,6	29,4	38,6	25,7
Марь белая	18,1	15,9	18,3	18,4	12,2
Просо куриное	5,0	18,1	18,5	17,1	11,3
Виды щетинника	8,3	14,2	5,1	11,4	7,6
Виды горца	12,0	11,3	10,6	11,4	7,5
Фиалка полевая	4,4	14,4	3,7	9,1	6,1
Звездчатка средняя	5,0	2,1	15,1	7,1	4,7
Виды осота	3,9	8,2	2,0	4,6	3,1
Подмаренник цепкий	11,8	1,0	0,1	3,7	2,5
Дрема белая	3,2	3,3	1,1	3,2	2,1
Торица полевая	4,7	2,0	0,5	2,5	1,7
Ромашка непахучая	2,5	3,4	0,5	2,3	1,5
Пастушья сумка	2,6	2,2	0,6	2,1	1,4
Пикульник обыкновенный	0,5	2,7	1,5	2,0	1,3
Всего	168,6	140,3	118,1	150,5	100

Наибольшая засоренность отмечена в Северной агроклиматической зоне – 168,6 шт/м², ниже засоренность в Центральной и Южной агроклиматических зонах (140,3 и 118,1 шт/м² соответственно).

В ботаническом отношении сорная растительность в посевах проса характеризуется сравнительно постоянным видовым составом, однако наблюдаются некоторые различия по агроклиматическим зонам. В Северной агроклиматической зоне наблюдается высокая численность пырея ползучего, подмаренника цепкого, торицы полевой, в то время как в Центральной зоне выше засоренность фиалкой полевой, видами осота и щетинника. Просо куриное, звездчатка средняя более характерны для Южной агроклиматической зоны, реже здесь встречается дрема белая, пастушья сумка, торица полевая, ромашка непахучая, которые более многочисленны в Центральной и Северной зонах. Марь белая и виды горца произрастают в равной степени по всей территории республики.

Встречаются отдельные поля, на которых доминируют 3 - 5 видов сорняков. Например, в СПК «Жуховичи» Кореличского района Гродненской области в 2002 г. при общей засоренности посева 196 шт/м² - 134 шт/м² приходилось на подмаренник цепкий, 46 шт/м² – пырей ползучий. Исходная численность проса куриного на отдельных полях Гомельской области в 2002 г. достигала 160,0 - 286,5 шт/м².

Засоренность посевов проса по республике в целом соответствует засоренности по остальным сельскохозяйственным культурам, однако имеет и свои отличия.

По сравнению с озимыми и яровыми зерновыми культурами, в посевах проса выше численность однолетних злаковых сорняков, таких как просо куриное и виды щетинника, выше засоренность марью белой, фиалкой полевой, ниже – видами ромашки. В список доминирующих видов не входят метлица обыкновенная, василек синий, не встречается такой узкоспециализированный сорняк как овсюг обыкновенный. В целом по засоренности просо ближе к яровым зерновым культурам (пшенице, ячменю, овсу) и кукурузе.

Без учета видового состава и степень засоренности посевов нельзя правильно оценить целесообразность и эффективность химической прополки, сделать обоснованный выбор гербицидов и их дозировок [32].

Таким образом, результаты маршрутного обследования показывают, что для эффективного снижения засоренности нужны гербициды, обладающие широким спектром действия, позволяющие контролировать наряду с марью белой и пастушьей сумкой такие виды как звездчатка средняя, ромашка непахучая, фиалка полевая, виды горцев. Кроме того, необходимы гербициды против подмаренника цепкого, который на отдельных полях является серьезной проблемой. 33% к общему количеству сорняков составляют многолетние, что требует составления ассортимента гербицидов с учетом и этих особенностей.

Отличия в характере и интенсивности засоренности посевов проса по агроклиматическим зонам республики связаны с климатическими условиями, определяющими произрастание и распространение различных в биологическом отношении групп сорных растений.

Изучение видового состава и распространенности сорных растений в посевах проса обусловили необходимость определения их вредоносности, которая является основой для регулирования продуктивности агрофитоценозов с помощью гербицидов.

3.2 Критический период вредоносности сорных растений как обоснование сроков применения гербицидов

Вредоносность сорняков определяется чувствительностью к ним

культурных растений в определенные периоды роста и развития. Потери урожая с.-х. культур более тесно связаны со временем появления культуры и сорняков, чем с плотностью сорняков на единицу площади [235].

Соотношения групп и видов сорняков в посевах проса по годам имели значительные расхождения. В 2001 г. 45% общей численности сорняков составляла марь белая, 37% - просо куриное, 8% - мятлик однолетний. Максимальная численность сорняков была высокой - 419 шт/м², масса достигала 2637 г/м².

Прохладные погодные условия и достаточное увлажнение способствовали массовому появлению сорняков. Всходы сорных растений появились на 1-3 дня раньше всходов культуры и к фазе 3-х листьев проса возшло 70%, к фазе 5 - 6 листьев – 94% всех сорных растений. Первыми начали прорастать торица полевая, пастушья сумка, марь белая, горец вьюнковый, фиалка полевая. К фазе 5 - 6 листьев проса данные виды возшли полностью, продолжали появляться мятлик однолетний, мята полевая, ромашка непахучая, осот полевой, фиалка полевая, чистец болотный, просо куриное. В фазе выхода в трубку зафиксировано максимальное количество стеблей многолетних сорняков (бодяк полевой, осот полевой, чистец болотный, жерушник болотный) (таблица 3.6).

Таблица 3.6 - Динамика появления всходов сорных растений

в посевах проса в 2001 г.

(полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Сорное растение	Всходы сорных растений, %			
	Фаза культуры			
	3 листа	5-6 листьев	выход в трубку	выметывание метелки
Бодяк полевой	35	48	100	100
Горец вьюнковый	68	100	82	56
Жерушник болотный	0	25	100	95
Марь белая	59	100	80	86
Мята полевая	4	21	39	80
Мятлик однолетний	16	47	100	84
Осот полевой	35	51	75	100
Пастушья сумка	82	100	73	60
Просо куриное	35	65	100	66
Ромашка непахучая	25	100	85	54
Торица полевая	100	80	54	49
Фиалка полевая	36	100	95	90
Чистец болотный	23	53	100	23

В 2002 г. преобладали двудольные однолетние сорняки: подмаренник цепкий - 65%, марь белая – 23%, звездчатка средняя и горец выюнкковый по 10%, чистец болотный – 15%. Максимальная засоренность посевов составила 129,8 шт/м² с массой 647,2 г/м².

В 2002 г. третья декада мая и первая половина июня характеризовались недостатком влаги в почве, поэтому сорняки появились позже, к фазе 3-х листьев проса возшло только 43% сорных растений, затем прошедшие дожди вызвали их массовое появление, и к фазе 5 - 6 листьев культуры возшло 82%, фазе выхода в трубку - 100% сорных растений. Первыми начали всходить подмаренник цепкий, звездчатка средняя, затем наблюдалось массовое появление фиалки полевой, осота полевого, ярутки полевой, горца выюнккового. В фазе выхода в трубку полностью возшли горец выюнкковый, звездчатка средняя, многолетние виды (бодяк полевой, чистец болотный, осот полевой). В условиях 2002 г. появление мари белой, пастушьей сумки было растянуто, максимальная их численность была зафиксирована в фазе выметывания метелки (таблица 3.7).

Таблица 3.7 - Динамика появления всходов сорных растений в посевах проса в 2002 г. (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Сорное растение	Всходы сорных растений, %			
	Фаза культуры			
	3 листа	5-6 листьев	выход в трубку	выметывание метелки
Бодяк полевой	9	14	100	100
Горец выюнкковый	20	70	100	55
Звездчатка средняя	46	67	100	32
Марь белая	13	60	80	100
Мята полевая	6	20	80	100
Осот полевой	25	100	100	80
Пастушья сумка	0	0	40	100
Подмаренник цепкий	100	70	70	65
Фиалка полевая	0	100	79	66
Чистец болотный	5	53	100	33
Ярутка полевая	0	100	53	23

В 2003 г. преобладали пырей ползучий - 56%, горец выюнкковый - 10%, подорожник средний - 9%, марь белая и звездчатка средняя по 7%. Максимальное количество сорных растений составило 284,8 шт/м², масса – 1374,9 г/м².

Динамика появления сорных растений в 2003 г. носила волнообразный характер. Обильные дожди второй декады мая обеспечили достаточный первоначальный запас влаги в почве, однако недостаток осадков в третьей декаде мая и в июне сдерживал появление сорных растений. К фазе 3-х листьев возшло 40%, к фазе 5 - 6 листьев проса только 60% сорных растений. После прошедших в первой декаде июля дождей сорняки возли полностью.

Первыми появились марь белая, пикульник обыкновенный, горец вьюнковый, затем ярутка полевая, звездчатка средняя, пастушья сумка, пырей ползучий. Позже всех возли подорожник средний, сушеница болотная. Появление побегов осота полевого, мяты полевой происходило постепенно (таблица 3.8).

Таблица 3.8 - Динамика появления всходов сорных растений

в посевах проса в 2003 г.

(полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Сорное растение	Всходы сорных растений, %			
	Фаза культуры			
	3 листа	5-6 листьев	7-8 листьев	выметывание метелки
Горец вьюнковый	52	71	100	69
Звездчатка средняя	30	50	100	74
Марь белая	70	83	100	87
Мята полевая	12	51	81	100
Осот полевой	0	33	33	100
Пастушья сумка	35	75	100	90
Пикульник обыкновенный	100	100	100	100
Подмаренник цепкий	5	10	30	100
Подорожник средний	0	20	100	58
Пырей ползучий	40	58	91	100
Сушеница болотная	0	0	50	100
Фиалка полевая	13	13	38	100
Чистец болотный	4	26	38	71
Ярутка полевая	5	100	83	70

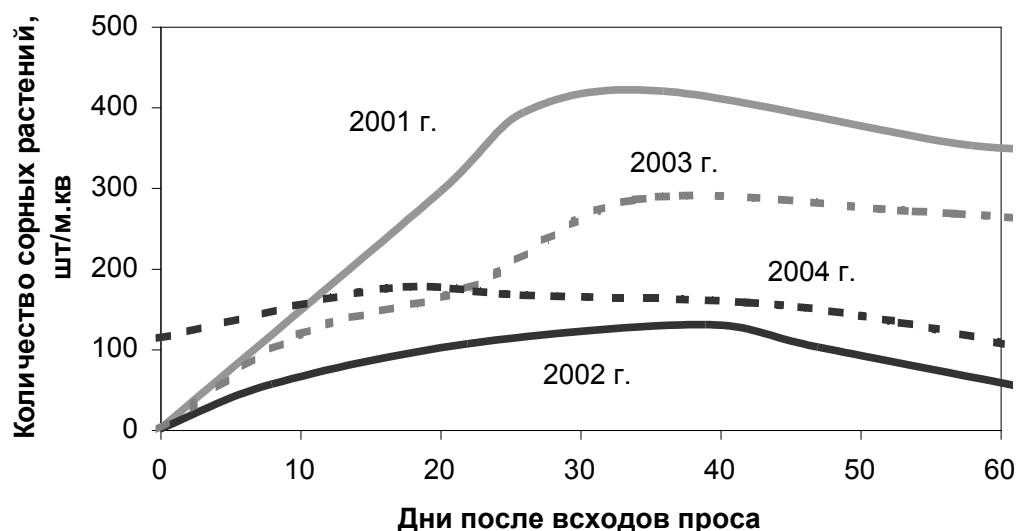
В 2004 году сорный ценоз был представлен главным образом звездчаткой средней (30%), горцем вьюнковым (20%), марью белой (6%), пастушьей сумкой (20%) и яруткой полевой (10%). Встречались фиалка полевая, ромашка непахучая, пикульник обыкновенный, подмаренник цепкий, просо куриное, осот полевой и бодяк полевой. Максимальное количество сорных растений составило 174,0 шт/м², масса – 3000 г/м².

В 2004 г. прохладные погодные условия задержали появление всходов культуры, но были благоприятны для роста сорняков. К моменту появления всходов проса возшло 65% всех сорных растений, в фазе 3-х листьев проса сорняки возли полностью. К фазе 3 листьев культуры появилось более половины всех растений горца вьюнкового, звездчатки средней, мари белой, подмаренника цепкого, ромашки непахучей, пастушьей сумки, ярутки полевой, проса куриного. К фазе выхода в трубку началось снижение численности малолетних сорных растений. Многолетние сорные растения отрастали постепенно, достигнув максимальной численности в фазе 5-6 листьев проса (таблица 3.9).

Таблица 3.9 - Динамика появления всходов сорных растений в посевах проса в 2004 г. (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Сорное растение	Всходы сорных растений, %			
	Фаза культуры			
	3 листа	5-6 листьев	выход в трубку	выметывание метелки
Бодяк полевой	30	100	100	80
Горец вьюнковый	88	94	100	100
Звездчатка средняя	100	43	45	45
Марь белая	50	64	100	100
Осот полевой	20	60	100	100
Пастушья сумка	59	88	100	50
Пикульник обыкновенный	83	100	80	60
Подмаренник цепкий	50	100	100	80
Просо куриное	50	100	95	95
Пырей ползучий	14	43	95	100
Ромашка непахучая	63	100	88	90
Фиалка полевая	100	57	57	40
Ярутка полевая	100	100	80	60

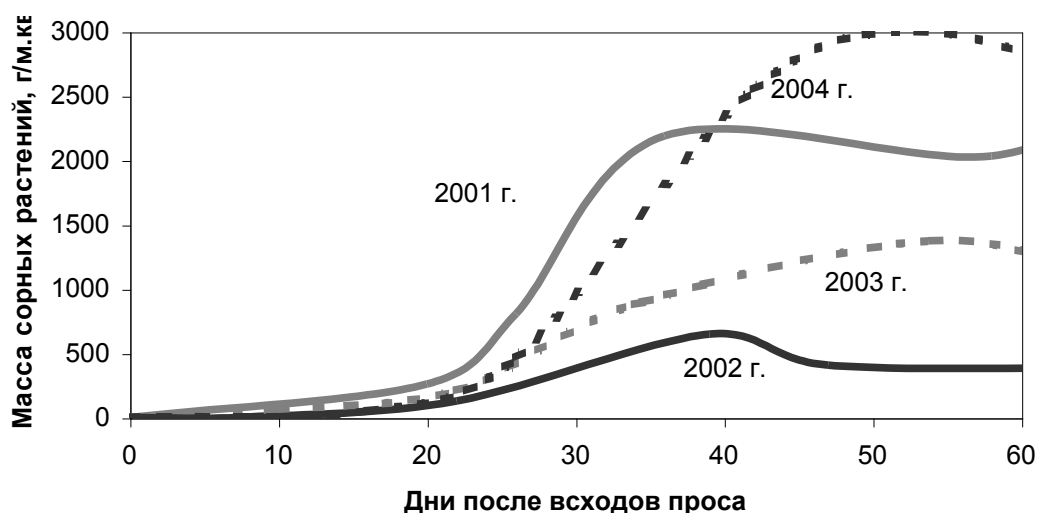
Максимальное количество сорняков за годы исследований было зафиксировано на 25 - 40 день после появления всходов проса, что соответствует фазе кущения - выхода в трубку. После этого вследствие естественной конкуренции количество сорняков снижается (рисунок 3.1).



Фаза культуры	всходы	3 листа	5 - 6 листьев	7 - 8 листьев	выход в трубку	выметывание	формирование зерна
----------------------	--------	---------	---------------	---------------	----------------	-------------	--------------------

Рисунок 3.1 - Динамика нарастания численности сорняков в посевах проса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

В 2003 и 2004 гг. нарастание массы сорных растений продолжалось практически до конца периода вегетации культуры, в 2002 гг. в связи с засушливыми погодными условиями масса сорных растений была невысокой, и со второй декады июля произошло резкое ее снижение. Отмечено, что в 2001 г. с фазы 5-6 листьев до фазы выхода в трубку произошло резкое увеличение массы сорных растений (рисунок 3.2).



Фаза культуры	всходы	3 листа	5 - 6 листьев	7 - 8 листьев	выход в трубку	выметывание	формирование зерна
----------------------	--------	---------	---------------	---------------	----------------	-------------	--------------------

Рисунок 3.2 - Динамика нарастания массы сорняков в посевах проса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Таким образом, динамика появления сорных растений различалась по годам исследований и определялась главным образом погодными условиями – температурой воздуха и количеством выпавших осадков.

Сорные растения конкурирует не только с культурой, но и между собой, вследствие чего постоянно изменяется их соотношение, при выпадении из сорного ценоза одних видов, их место занимают другие.

В целом видно, что первые сорные растения появляются раньше или одновременно со всходами культуры, и к моменту образования вторичных корней у проса всходит более половины всех растений мари белой, видов пикульника, пастушьей сумки, торицы полевой, осота полевого, проса куриного.

К началу кущения проса заканчивается появление большинства малолетних двудольных сорных растений (мари белой, ромашки непахучей, торицы полевой) и всходит большая часть видов горца, звездчатки средней, пикульника обыкновенного, фиалки полевой, мятлика однолетнего и пырея ползучего.

Позже всех начинают отрастать многолетние виды – бодяк полевой, мята полевая, чистец болотный, подорожник большой. В фазе полного кущения - выхода в трубку часть сорных растений вследствие естественной конкуренции отмирает, и их место занимают другие сорные виды, сроки появления которых более растянуты.

Важным показателем, характеризующим вредоносность сорных растений, является соотношение массы сорных растений и проса в агроценозе. Это соотношение особенно важно в ранние фазы роста проса, когда процесс накопления его массы замедлен.

В 2001 г. сорные растения доминировали в агроценозе проса весь период вегетации. Масса сорняков/м² в фазе 3-х листьев культуры превышала массу проса на засоренных посевах в 11 раз, в фазе выхода в трубку и до созревания зерна доля сорных растений оставалась на уровне 55,8 - 74,0% от общей биомассы ценоза.

В 2002 г. процесс накопления сорняками вегетативной массы в засушливых условиях происходил медленно, масса растений проса на 1 м² составила в фазе 3 -х листьев 24 г, в то время как сорные растения весили только 6 г. Однако затем они начали интенсивно набирать массу и причинили вред культуре: растения по сравнению с чистыми от сорняков посевами стали отставать в росте, процесс формирования листовой поверхности был замедлен.

В 2003 г. в фазе 3-х листьев масса сорняков превышала массу растений проса, а позже практически равнялась массе культуры (таблица 3.10).

Таблица 3.10 - Динамика накопления вегетативной массы агроценоза проса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Фаза развития проса	Вегетативная масса, г/м ²			Доля сорняков в общей биомассе, %
	проса		сорняков	
	чистые посевы	засоренные посевы		
3 листа	28,0	24,0	260,5	91,6
5 - 6 листьев	740,0	640,0	807,5	55,8
Выход в трубку	1140,0	910,0	2188,5	70,6
Формирование зерна	2630,0	1370,0	2033,7	59,7
Созревание зерна	3600,0	925,0	2636,9	74,0
	2002 г.			
3 листа	24,0	24,0	6,0	20,0
5 - 6 листьев	408,0	288,0	129,2	31,0
Выход в трубку	1204,0	856,0	647,9	43,1
Выметывание метелки	2412,0	1260,0	407,4	24,4
Формирование зерна	3380,0	1344,0	382,7	22,2
	2003 г.			
3 листа	26,0	25,0	64,7	72,1
5 - 6 листьев	480,0	370,0	211,7	36,4
7 - 8 листьев	990,0	870,0	879,7	50,3
Выметывание метелки	2740,0	1230,0	1374,9	52,8
Формирование зерна	4425,5	2760,0	1086,3	28,2

Анализ урожайности зерна проса и сроков прополки показал, что между ними наблюдается тесная обратная зависимость (коэффициент корреляции составил -0,94 – -0,98).

Установлено, что чем продолжительнее совместная вегетация проса с сорняками, чем позднее проводится прополка, тем выше потери урожая зерна проса. Так, прополка в фазе 3-х листьев сопровождается снижением урожайности на 1,4 – 10,8%, в фазе 5 - 6 листьев 13,0 – 18,9%, в более поздние фазы на 28,4 – 61,8%. При полном отказе от прополки потери составили 70,3 - 81,3% урожая (таблица 3.11).

Таблица 3.11 - Влияние продолжительности совместной вегетации проса и сорных растений на формирование урожайности (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант опыта	Дни совместной вегетации	Количество сорняков, шт/м ²	Масса сорняков, г/м ²	Урожайность проса, ц/га	Снижение, ц/га (%)
2001 г.					
Посевы чистые от сорняков: весь сезон (контроль)	0	0	0	41,3	-
С фазы 3 листьев	20	293,8	260,5	37,3	4,0 (9,7)
С фазы 5- 6 листьев	26	392,8	807,5	35,3	6,0 (14,5)
С фазы выхода в трубку	36	419,0	2188,5	17,9	23,4 (56,7)
С фазы формирование зерна	58	351,9	2033,7	12,4	28,9 (70,0)
С фазы созревание зерна	68	355,0	2636,9	11,6	29,7 (71,9)
НСР ₀₅				4,4	
Критический период	22 дня				
2002 г.					
Посевы чистые от сорняков: весь сезон (контроль)	0	0	0	22,2	
С фазы 3 листьев	8	56,0	6,0	21,9	0,3 (1,4)
С фазы 5 - 6 листьев	22	106,0	129,2	18,0	4,2 (18,9)
С фазы выход в трубку	39	129,8	647,9	15,9	6,3 (28,4)
С фазы выметывание метелки	47	102,0	407,4	10,8	11,4 (51,4)
С фазы формирование зерна	67	34,0	382,7	6,6	15,6 (70,3)
НСР ₀₅				4,9	
Критический период	26 дней				
2003 г.					
Посевы чистые от сорняков: весь сезон (контроль)	0	0	0	36,9	
С фазы 3 листьев	10	117,8	64,7	32,9	4,0 (10,8)
С фазы 5 - 6 листьев	22	175,0	211,7	32,1	4,8 (13,0)
С фазы 7 - 8 листьев	34	284,8	879,7	25,0	11,9 (32,2)
С фазы выметывание метелки	54	270,0	1374,9	14,1	22,8 (61,8)
С фазы формирование зерна	66	256,0	1086,3	6,9	30,0 (81,3)
НСР ₀₅				4,7	
Критический период	21 день				

Критический период вредоносности сорняков в 2001 г. составил 22 дня совместной вегетации – фаза 3 - 4 листьев, в 2002 г. – 26 дней - фаза 6 - 7 листьев, в 2003 г. 21 день – фаза 5 - 6 листьев культуры. Следовательно, прополка посевов проса должна быть проведена до наступления указанных фаз. Прополка посевов после этого периода сопровождается достоверным снижением урожайности.

Основными показателями при определении критического периода были количество дней совместной вегетации проса и сорных растений и урожайность культуры. В основе же урожая лежит его биологическая структура, поэтому нами был сделан анализ урожаеобразующих признаков и влияние на них засоренности, что позволяет окончательно сформировать представление о вредоносности сорных растений в посевах проса.

В 2001 г. при удалении сорняков позже фазы 3-х листьев наблюдалось достоверное снижение длины растений, при прополке позже фазы 5-6 листьев - длины, массы зерна и количества зерен главной метелки. Колебания массы 1000 зерен находились в пределах ошибки опыта (таблица 3.12).

Таблица 3.12 - Влияние продолжительности совместной вегетации проса и сорных растений на структуру его урожая в 2001 г. (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Дни совместной вегетации	Длина растения, см	Масса 1000 зерен, г	Параметры главной метелки		
			длина, см	масса зерен, г	количество зерен, шт
0	115,5	7,1	18,3	4,4	613
20	107,3	7,2	19,0	4,4	658
26	102,5	7,0	18,5	4,0	596
36	86,3	7,1	14,0	2,2	302
58	92,8	7,4	12,8	1,6	220
68	101,0	7,3	14,0	1,9	255
НСР ₀₅	11,0	0,6	2,5	1,1	179,0

Анализ влияния срока проведения прополки на структуру урожая в 2002 г. показал, что при проведении прополки позже фазы 5-6 листьев достоверно снижается масса зерен в метелке, позже фазы выхода в трубку - масса 1000 зерен и количество зерен в метелке (таблица 3.13).

Таблица 3.13 - Влияние продолжительности совместной вегетации проса и сорных растений на структуру его урожая в 2002 г.
(полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Дни совместной вегетации	Длина растения, см	Масса 1000 зерен, г	Параметры главной метелки		
			длина, см	масса зерен, г	количество зерен, шт
0	104,5	6,6	26,0	1,8	266
8	103,3	6,4	26,3	1,6	260
22	97,4	6,4	24,7	1,6	264
39	105,5	6,4	26,4	1,4	220
47	105,0	6,2	25,2	1,1	174
67	91,9	6,1	22,9	0,6	92
НСР ₀₅	10,8	0,4	3,3	0,4	90,6

В 2003 г при удалении сорных растений с фазы 7-8 листьев культуры наблюдалось достоверное снижение длины растений, массы и количества зерен в метелке (таблица 3.14).

Таблица 3.14 - Влияние продолжительности совместной вегетации проса и сорных растений на структуру его урожая в 2003 г.
(полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Дни совместной вегетации	Длина растения, см	Масса 1000 зерен, г	Параметры главной метелки		
			длина, см	масса зерен, г	количество зерен, шт
0	116,3	7,7	28,8	2,1	274
10	112,3	7,4	30,3	2,0	265
22	108,8	7,3	27,0	1,7	239
34	97,0	7,1	26,0	1,1	159
54	89,0	5,9	21,3	1,0	175
66	85,3	6,0	20,0	0,6	107
НСР ₀₅	9,0	1,1	4,4	0,6	80,4

Таким образом, более раннее очищение посевов проса от сорных растений способствует лучшему росту и развитию культуры: растения выше, они формируют крупные метелки с большим количеством зерен, увеличивается масса 1000 зерен.

Для апробации полученных результатов, нами в 2002 – 2003 гг. был заложен опыт по определению сроков применения гербицидов в посевах проса на примере препарата линтур, ВДГ. Данный гербицид показался нам

перспективным для изучения сроков проведения химической прополки благодаря его широкому спектру действия, позволяющему контролировать сорный ценоз 2002 и 2003 гг., который был представлен в основном видами, устойчивыми к гербицидам группы 2,4-Д и 2М-4Х. Кроме того, нас интересовала реакция растений проса на применение гербицида в ранние фазы роста культуры.

Засоренность двудольными сорняками посевов проса в 2002 г. была 58 шт/м² в фазу 3 - 4 листьев, 64,4 – фазу 5 - 6 листьев, и 63,5 шт/м² – 7 - 8 листьев проса. Вследствие конкуренции между сорными растениями и культурой к уборке на контроле засоренность снизилась до 29,5 шт/м².

Применение линтура в фазе 3 - 4 листьев обеспечило высокую эффективность химической прополки (снижение численности сорняков составило 90,8%, уменьшение массы - 98,5%), при обработке в фазе 5 - 6 листьев эффективность была ниже - 70,3 и 86,0% соответственно. При обработке посевов в фазе 7 - 8 листьев проса препарат снизил количество сорняков на 44,0%, массу – на 83,2% (таблица 3.15).

В зависимости от срока внесения линтур уничтожал марь белую на 55,6 - 85,7%, подмаренник цепкий - на 14,3 – 100%, бодяк полевой - на 33,3 - 75,0%, фиалку полевую - на 75,0 - 100%, звездчатку среднюю - на 100%, снижая эффективность при более поздних стадиях развития сорняков.

В 2003 г. засоренность посевов проса перед обработкой гербицидом составила 69, 89, 104, 127 шт/м². Максимальное снижение численности двудольных сорняков (80,7%) произошло при внесении линтура в фазе 4 - 5 листьев проса, 73,9 и 71,3% - при применении в фазы 3 - 4 и 5 - 6 листьев соответственно. Снижение эффективности гербицида до 31,8% наблюдалось при его применении в фазе 7 - 8 листьев проса. Эффективность препарата напрямую зависела от динамики появления сорных видов. Появление сорных растений в 2003 г. было более растянутым, и прополка в фазе 3 - 4 листьев, как показали результаты, была преждевременна. С другой стороны, если сорняки находятся в переросшем состоянии, даже увеличение нормы расхода до 170 г/га оказалось неэффективно.

По хозяйственной эффективности обработка гербицидом в фазы 3 – 4, 4 - 5 и 5 – 6 листьев проса имела значительные преимущества, - обеспечила достоверные прибавки урожая в 2002 г. и 2003 г. Внесение препарата в фазе 7 - 8 листьев культуры в 2002 г. достоверно уступало более ранним обработкам, а в 2003 г. и вовсе не обеспечило сохранение урожая, что согласуется с данными, полученными в опытах по критическим периодам вредоносности.

Таблица 3.15 – Влияние сроков проведения химической прополки на урожайность проса (опытное поле РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант опыта	Фаза культуры	Снижение численности и массы сорных растений, % к контролю					Урожайность, ц/га	Сохранен- ный урожай, ц/га
		горца вьюнкового	подмаренника цепкого	мари белой	звездчатки средней	всего		
		2002 г.						
Контроль без прополки*		$\frac{3,7}{47,6}$	$\frac{8,1}{131,4}$	$\frac{8,0}{202,6}$	$\frac{1,8}{20,2}$	$\frac{29,5}{390,4}$	23,8	-
Линтур, ВДГ, 150 г/га	3 - 4 листа	$\frac{88,5}{99,2}$ **	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{85,7}{99,4}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{90,8}{98,5}$	27,6	3,8
	5 - 6 листьев	$\frac{93,3}{96,9}$	$\frac{67,9}{68,3}$	$\frac{77,8}{89,1}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{70,3}{86,0}$	27,0	3,2
	7 - 8 листьев	$\frac{44,4}{84,2}$	$\frac{14,3}{40,2}$	$\frac{55,6}{74,6}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{44,0}{83,2}$	25,3	1,5
НСР ₀₅							1,3	
Контроль без прополки*		2003 г.					18,0	-
		$\frac{22,5}{153,9}$	$\frac{12,5}{100,5}$	$\frac{20,5}{142,7}$	$\frac{19,0}{295,6}$	$\frac{189,5}{1062,3}$		
Линтур, ВДГ, 150 г/га	3 - 4 листа	$\frac{62,2}{92,7}$	$\frac{76,0}{98,0}$	$\frac{39,0}{71,1}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{73,9}{90,9}$	26,0	8,0
	4 - 5 листьев	$\frac{88,9}{97,0}$	$\frac{92,0}{99,1}$	$\frac{39,0}{78,5}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{80,7}{94,3}$	24,3	6,3
	5 - 6 листьев	$\frac{97,4}{99,9}$	$\frac{84,6}{97,4}$	$\frac{55,0}{92,7}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{71,7}{95,4}$	24,3	6,3
Линтур, ВДГ, 170 г/га	7 - 8 листьев	$\frac{84,2}{90,4}$	$\frac{55,4}{50,6}$	$\frac{+ 5,0}{50,9}$	$\frac{43,8}{85,3}$	$\frac{31,8}{71,2}$	22,4	4,4
НСР ₀₅							4,6	

Примечания: 1 - В контроле численность сорняков (шт/м²) и их масса (г/м²);
2 - В числителе – снижение численности сорняков, в знаменателе – их массы;
3 - + Нарастание численности

Отрицательного влияния на структуру урожая при применении линтура в ранние фазы развития проса не обнаружено. Незначительное снижение высоты растений проса при внесении гербицида в фазе 3-4 листьев в 2002 г. находится в пределах ошибки опыта. Очищение посевов проса от сорных растений способствовало лучшему росту и развитию растений. В 2002 и 2003 гг. при внесении гербицида в фазах 3-4 - 5-6 листьев достоверно увеличивается масса и количество зерен в главной метелке (таблица 3.16).

Таблица 3.16 - Влияние сроков проведения химической прополки на структуру урожая проса

(полевого опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси»)

Вариант	Фаза культуры	Длина растения, см	Масса 1000 зерен	Параметры главной метелки		
				длина, см	масса зерен, г	количество зерен, шт
2002 г.						
Контроль без прополки		107,0	6,4	25,0	1,3	156
Линтур, ВДГ, 150 г/га	3 - 4 листа	113,0	6,5	29,0	1,8	224
	5 - 6 листьев	115,0	6,5	30,0	1,8	273
	7 - 8 листьев	110,0	6,5	28,0	1,6	245
НСР ₀₅		7,5	0,2	2,4	0,5	65,0
2003 г.						
Контроль без прополки		95,0	7,3	21,5	0,8	114
Линтур, ВДГ, 150 г/га	3 - 4 листа	100,5	7,5	24,0	1,4	185
	4 - 5 листьев	99,5	7,4	24,0	1,4	200
	5 - 6 листьев	99,0	7,6	24,5	1,3	171
Линтур, ВДГ, 170 г/га	7 - 8 листьев	96,8	7,6	23,8	1,0	130
НСР ₀₅		8,7	0,3	2,1	0,4	43,0

Таким образом, проведенные исследования показали, что критический период тесно связан с динамикой появления сорных растений. Чем больше сорняков и выше скорость их нарастания, тем короче критический период, тем быстрее необходима прополка посевов. Основной ущерб сорные растения наносят до фазы полного кущения. При дружном и раннем появлении сорняков, он соответствует фазе 3 - 4 листьев, при более растянутом фазе 5 – 6 листьев культуры.

Вредоносность сорных растений определяется не только чувствительностью к ним культурных растений в определенные периоды роста и развития, но также их количеством и видовым составом, что требует проведения дополнительных исследований.

3.3 Целесообразность применения гербицидов на основании порогов вредоносности сорных растений

Определение вредоносности сорных растений в посевах проса является основой для регулирования продуктивности агрофитоценоза с помощью гербицидов. Поскольку вредоносность сорных растений количественно в посевах проса не оценивалась, борьба с ними ведется без определения эффективности гербицидных обработок в единицах защищенного урожая. Это приводит к необоснованным расходам средств на защиту растений, к недобору урожая в случае, когда экспертно недооценено значение степени засоренности на конкретном поле.

Наши исследования показали, что потери урожая проса колебались по годам. В теплые и умеренно влажные 2001 и 2003 гг. при численности сорных растений 10 шт/м² составили 0,6 – 1,8 ц/га, 15 шт/м² – 3,8 – 6,3 ц/га, 20 шт/м² – 6,9 – 9,6 ц/га, более 100 шт/м² – 12,3 – 17,2 ц/га. В засушливом 2002 г. при засоренности 10 шт/м² потери урожая зерна составили 4,8 ц/га, 15 – 7,7 ц/га, 20 – 12,5 ц/га, 67 шт/м² – 17,9 ц/га (таблица 3.17).

Таблица 3.17 - Зависимость урожайности проса от степени засоренности посева (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Степень засоренности, шт/м ²	Масса сорняков, г/м ²	Урожайность проса, ц/га	Масса сорняков, г/м ²	Урожайность проса, ц/га	Масса сорняков, г/м ²	Урожайность проса, ц/га
	2001 г.		2002 г.		2003 г.	
0	0	26,6	0	23,4	0	36,8
10	121,4	24,8	175,2	18,6	345,2	36,2
15	210,8	22,8	182,1	15,7	389,1	30,5
20	311,3	19,7	276,0	10,9	546,1	27,2
25	447,8	19,4	235,6	8,6	581,1	27,0
Естественное засорение*	463,2	14,3	377,4	5,5	958,6	19,6
НСР ₀₅		4,6		4,2		5,2
Порог вредоносности		18		9		12

Примечание - Количество сорняков в 2001 г. - 106, 2002 г. – 67, 2003 г. – 147 шт/м²

В основе снижения урожайности лежат показатели структуры урожая. Их анализ показал, что в условиях 2001 г. достоверное снижение высоты растений, массы 1000 зерен наблюдалось при засоренности 15 шт/м², длины метелки, массы и количества зерен главной метелки – при 20 шт/м². При 106 сорняках/м²

высота растений снижалась с 87,3 до 72,0 см, масса 1000 зерен с 7,5 до 6,0 г, масса зерен главной метелки с 1,6 до 0,6 г (таблица 3.18).

Таблица 3.18 -Влияние степени засоренности посевов на структуру урожая проса в условиях 2001 г. (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Степень засоренности, шт/м ²	Длина растения, см	Масса 1000 зерен, г	Параметры главной метелки		
			длина, см	масса зерен, г	количество зерен, шт
0	87,3	7,5	13,0	1,6	213
10	83,3	7,3	12,8	1,4	189
15	76,3	6,5	12,0	1,2	182
20	72,3	6,6	10,5	0,8	122
25	81,3	6,4	11,0	0,8	125
106	82,0	6,0	9,8	0,6	96
НСР ₀₅	8,5	0,3	1,1	0,4	63

В 2002 г. погодные условия для развития проса можно рассматривать как неудовлетворительные. В условиях недостатка влаги зерно было мелкое, масса 1000 зерен даже на чистых делянках не превышала 6,7 г, в то время как в годы с достаточным увлажнением масса 1000 зерен достигала 7,5 г. Достоверное снижение высоты растений, массы 1000 зерен наблюдалось уже при 10 сорняках/м², массы и количества зерен в главной метелке - при 15 сорняках/м² (таблица 3.19).

Таблица 3.19 -Влияние степени засоренности посевов на структуру урожая проса в условиях 2002 г. (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Степень засоренности, шт/м ²	Длина растения, см	Масса 1000 зерен, г	Параметры главной метелки		
			длина, см	масса зерен, г	количество зерен, шт
0	109,8	6,7	27,9	1,5	230
10	105,1	6,4	29,9	1,3	197
15	100,1	5,9	31,3	1,0	161
20	93,7	5,8	25,7	0,8	138
25	97,7	6,0	25,6	0,7	117
67	86,3	5,7	21,9	0,4	70
НСР ₀₅	9,4	0,7	7,5	0,4	85

В 2003 г. достоверное снижение массы и количества зерен в главной метелке наблюдалось при засоренности 15 шт/м², высоты растений проса - 20 шт/м², массы 1000 зерен, длины метелки – 25 шт/м² (таблица 3.20).

Таблица 3.20 -Влияние степени засоренности посевов на структуру урожая проса в условиях 2003 г. (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Степень засоренности, шт/м ²	Длина растения, см	Масса 1000 зерен, г	Параметры главной метелки		
			длина, см	масса зерен, г	количество зерен, шт
0	118,8	7,5	28,8	2,7	361
10	112,3	7,3	30,3	2,2	295
15	108,8	7,1	27,0	1,6	222
20	97,0	6,8	26,0	1,2	174
25	89,0	6,3	21,3	0,9	134
147	85,3	6,0	20,0	0,7	103
НСР ₀₅	13,1	1,0	5,0	0,8	108

Таким образом, видно, что присутствие сорных растений в посеве оказывает негативное влияние на длину растений и метелки, массу 1000 зерен, все параметры главной метелки. Достоверное снижение показателей начинается при наличии в посеве 10 – 25 сорняков/м². При численности сорных растений 10-15 шт/м² длина растений по сравнению с чистыми от сорняков посевами снижается на 4-13%, 20 – 25 шт/м² - на 7-25%. При засоренности 10 - 15 шт/м² масса 1000 зерен снижается на 3-13%, 20 - 25 шт/м² – на 9-16%.

Исходя из общепринятой на сегодняшний день в гербологии методики, нами определен биологический порог вредоносности сорных растений в посевах проса, отражающий такую численность сорняков, при которой потери урожая проса статистически достоверны (т.е. превышают наименьшую существенную разницу по опыту).

Порог вредоносности различался по годам исследований и в 2001 г. составлял 18, в 2002 году - 9, в 2003 г. - 12 сорняков на 1 м². Более высокую вредоносность сорных растений в 2002 г. можно объяснить угнетенным состоянием посевов проса, что было обусловлено жаркими и засушливыми условиями года и конкуренцией культурных и сорных растений за воду и питательные вещества.

Таким образом, порог вредоносности сорных растений в посевах проса составляет 9 - 18 шт/м² (в неблагоприятных для развития проса (засуха, заморозки и др.) погодных условиях он уменьшается, при интенсивном росте культуры увеличивается).

Данный порог вредоносности позволяет поставить просо в ряд других зерновых и пропашных культур, для которых по данной методике этот показатель рассчитан. Так, в условиях Беларуси биологический порог вредоносности при совместном засорении несколькими видами сорняков в посевах ячменя составляет 30 - 50 шт/м², для яровой пшеницы 14 - 16, кукурузы 3 - 10, картофеля 10 - 20, льна-долгунца 6 - 15, люпина 4 - 8, овса 23 - 43, озимой пшеницы 20, озимой ржи 47 - 68, озимого тритикале 40 шт/м² [43], [64, с. 24].

Применение гербицидов при засоренности, превышающей пороги вредоносности сорных растений, позволяет целенаправленно и экономично использовать гербициды, ведь особенностью сорняков, как одного из факторов, снижающих урожайность, является то, что они практически постоянно присутствуют в посевах, составляя часть любого агроценоза, и их полное уничтожение, даже при использовании высокоэффективных гербицидов, невыполнимо. Поэтому важно регулировать численность сорняков в посевах на безопасном уровне [4].

Математический анализ урожайности зерна проса и числа сорняков в посевах показал, что между ними наблюдается тесная обратная зависимость. Коэффициент корреляции составил -0,84 – -0,89, то есть при росте засоренности посевов проса наблюдается почти прямая зависимость снижения урожайности зерна (таблица 3.21).

Линейная функция является наиболее удачной для выражения связи между засоренностью посевов и урожайностью сельскохозяйственных культур. Она примерно с одинаковой степенью точности отражает связь между этими показателями и выгодно отличается от других математических моделей простотой вычислений и логической интерпретацией полученных результатов [16].

Зависимость между урожайностью проса и засоренностью посева может быть описана с помощью уравнения регрессии

$$Y = A - BX, \quad (3.1)$$

где Y - урожайность проса при данной засоренности, ц/га;

A - максимально возможная урожайность при полном отсутствии сорных растений в посевах, ц/га;

B - коэффициент вредоносности сорняков, показывающий изменение урожайности культуры при изменении засоренности на единицу;

X - показатель засоренности на единицу площади, шт/м² (г/м²).

Таблица 3.21 - Зависимость урожайности проса от численности и массы сорных растений (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Год	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции, r	Коэффициент детерминации, r ²	Коэффициент вредоносности, В
Зависимость урожайности проса от численности сорных растений				
2001	$Y = 24,271 - 0,1027X$	-0,890	0,793	0,081
2002	$Y = 19,387 - 0,2454X$	-0,855	0,732	0,180
2003	$Y = 33,131 - 0,0991X$	-0,843	0,711	0,070
Зависимость урожайности проса от массы сорных растений				
2001	$Y = 27,110 - 0,0226X$	-0,936	0,876	0,020
2002	$Y = 24,158 - 0,0499X$	-0,940	0,884	0,044
2003	$Y = 38,614 - 0,0193X$	-0,944	0,891	0,017

Примечания - Y - урожайность проса при данной засоренности, ц/га;

X - показатель засоренности на единицу площади, шт/м² (г/м²).

Долю (%) изменений урожайности зерна проса в зависимости от засоренности участка показывает коэффициент детерминации (r^2). В посевах проса, как показали исследования, от 71 до 79% колебаний урожайности зерна вызваны колебаниями (изменениями) уровня засоренности посевов

В связи с тем, что на величину формирующегося урожая влияют не только сорные растения, но и другие факторы, при расчете коэффициентов вредоносности по результатам полевых опытов использовался коэффициент детерминации r^2 .

Коэффициент вредоносности сорных сообществ, отражающий потери урожая при увеличении засоренности проса на один сорняк на 1 м^2 , составил 0,081 – 0,180 по количеству и 0,017 – 0,044 по массе.

Однако выражение коэффициента в абсолютных величинах не подходит для оценки потерь при разных уровнях урожая проса. Относительные коэффициенты вредоносности, рассчитанные нами с учетом величины запланированного урожая и условий развития культуры представлены в таблице 3.22.

Таблица 3.22 - Относительные коэффициенты вредоносности сорных растений при разном уровне урожайности проса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Конкурентоспособность культуры в критический период вредоносности сорных растений	Относительные коэффициенты вредоносности сорных растений, %		
	30 ц/га	40 ц/га	50 ц/га
Высокая	0,2	0,2	0,1
Низкая	0,6	0,5	0,4

Конкурентоспособность культуры к сорным растениям определяется скоростью накопления ею вегетативной массы в критический период их вредоносности. В условиях 2002 г. недостаток влаги после появления всходов проса приостановил образование вторичных корней. Растения проса держались на первичном корешке, что тормозило накопление ими вегетативной массы, и конкурентоспособность культуры к сорным растениям была низкой.

В 2001 и 2003 гг. процесс накопления биомассы культурными растениями происходил более интенсивно, состояние посевов было хорошее, и конкурентоспособность культуры была высокой.

Относительный коэффициент вредоносности сорных растений изменяется в зависимости от величины планируемой урожайности от 0,1 до 0,6%.

Перемножением соответствующего относительного коэффициента вредоносности на количество сорных растений в конкретных погодных условиях мы получаем прогнозируемые потери урожая в процентах.

Были рассчитаны экономические пороги целесообразности (ЭПЦ) применения гербицидов в посевах проса при которых применение гербицида должно сохранить урожай, окупающий затраты с заранее заданной эффективностью. ЭПЦ рассчитывали по методике, предложенной Л.И.Трепашко [171, с. 64-65].

Для его расчета сначала определялись величины сохраненного урожая (C_y), окупающую затраты на защитные мероприятия по формуле

$$C_y = 2K_{зр} \frac{И_{зр} + И_{д}}{Ц} \quad (3.2)$$

где C_y – сохраненный урожай, ц/га;

$K_{зр}$ – коэффициент окупаемости затрат на защиту растений, раз;

$И_{зр}$ – затраты на защиту растений, долларов США/га;

$И_{д}$ – затраты на доработку дополнительной продукции, долларов США/га

$Ц$ – закупочная цена продукции, долларов США/ц.

ЭПЦ рассчитывали по формуле:

$$ЭПЦ = \frac{C_y * K_б}{В} \quad (3.3)$$

где ЭПЦ - экономический порог целесообразности применения гербицидов, сорняков/м²

C_y – сохраненный урожай, ц/га;

$K_б$ – поправочный коэффициент к биологической эффективности гербицида. При правильном выборе гербицида, спектр действия которого совпадает с видовым составом сорных растений, биологическая эффективность составляет 90% и $K_б = 1,1$.

$В$ – коэффициент вредоносности сорных растений, ц/га.

Экономические пороги целесообразности рассчитывали с коэффициентом окупаемости затрат, равным 1,5.

Таким образом, ЭПЦ, выраженный величиной сохраненного урожая, мы перевели в количество сорных растений, что облегчает принятие решения о необходимости применения средств защиты растений (таблица 3.23).

Экономические пороги целесообразности применения гербицидов с учетом различной конкурентоспособности культуры в критический период вредоносности сорных растений составили: для агритокса (0,8 - 1,2 л/га) – 14 – 40 сорняков/м², линтура (120 - 180 г/га) - 18 - 55, секатора (150 - 200 г/га) - 19 - 54, баковых смесей гербицидов 20 – 55 сорняков/м².

Таблица 3.23 - Экономические пороги целесообразности применения гербицидов в посевах проса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Сорные растения	Рекомендуемый гербицид	Экономический порог целесообразности, шт/м ²	
		Конкурентоспособность культуры	
		высокая	низкая
Марь белая, пастушья сумка, ярутка полевая	агритокс, в.к., 0,8-1,2 л/га	33-40	14-17
Звездчатка средняя, фиалка полевая, осот полевой, горец выюнкковый, марь белая	линтур, ВДГ, 120-180 г/га	42-55	18-23
Подмаренник цепкий, горец выюнкковый, звездчатка средняя	секатор, ВДГ, 150-200 г/га	45-54	19-23
Марь белая, горец выюнкковый, звездчатка средняя, ромашка непахучая, осот полевой, фиалка полевая	агритокс, в.к. + хармони, 75% с.т.с., 0,8 л/га + 10 г/га	55	23
	агритокс, в.к. + гранстар, 75% с.т.с., 0,8 л/га + 10 г/га	48	20

При расчете экономических порогов целесообразности мы использовали коэффициент вредоносности сорного сообщества, поэтому полученные пороги предпочтительнее сравнивать с относительным количеством сорных растений в посевах, которое мы получаем путем умножения количества сорняков на рассчитанные нами коэффициенты их перевода (таблица 3.24) и сложения полученных результатов.

Таблица 3.24 - Коэффициенты пересчета вредоносности сорных растений (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Сорное растение	Коэффициент пересчета сорняков	Сорное растение	Коэффициент пересчета сорняков
Марь белая	1,0	Пикульник обыкновенный	1,5
Ярутка полевая	0,7	Осот шероховатый	4,0
Пастушья сумка	0,7	Осот полевой	4,0
Фиалка полевая	0,7	Бодяк полевой	4,5
Звездчатка средняя	0,8	Чистец болотный	2,5
Ромашка непахучая	2,0	Подмаренник цепкий	0,8
Щирица запрокинутая	1,5	Подорожник средний	0,6
Полынь обыкновенная	3,5	Галинсога мелкоцветная	0,8
Горец вьюнковый	1,2	Сушеница болотная	0,3
Горец шероховатый	1,0	Одуванчик лекарственный	2,0
Горец птичий	0,5	Незабудка полевая	0,7
Горчица полевая	0,6	Аистник цикутовый	0,6
Торица полевая	0,6	Мята полевая	2,0
Вьюнок полевой	0,8	Дрема белая	0,8

Вредоносность сорных растений приводили к вредоносности мари белой, для которой коэффициент был взят за единицу. За основу для определения коэффициентов вредоносности мы взяли на основе собственных и литературных данных соотношения между массами одного растения отдельных видов сорняков в сообществе, так как по данным П.М. Лазаускаса [90], масса сорняков определяет их вредоносность. При этом учитывали и другие показатели, такие как семенная продуктивность, отделимость семян сорняков от проса при очистке и др. Коэффициенты определяли для тех видов сорняков,

которые по данным маршрутного обследования посевов проса, являются наиболее распространенными. Применение данного подхода позволяет учесть различную вредоносность сорных растений, принадлежащих разным биологическим группам и многообразие ситуаций по засоренности, которые могут сложиться в конкретных условиях.

Рассчитанные экономические пороги целесообразности применения гербицидов в посевах проса будут изменяться в зависимости от исходных данных: планируемого уровня рентабельности, стоимости гербицида, погодных условий, структуры засоренности и как следствие биологической эффективности гербицида, однако, в целом видно, что они колеблются в зависимости от года от 15 до 55 шт/м².

Полученные нами данные по видовому составу и вредоносности сорных растений свидетельствуют о необходимости разработки эффективных мер борьбы с ними. Перспективным представляется нам химический метод, поэтому изучение современного ассортимента гербицидов в посевах проса весьма актуально.

Выводы

В посевах проса в Беларуси произрастает 75 видов сорных растений, принадлежащих к 27 семействам. Наиболее часто встречаются марь белая, пырей ползучий, фиалка полевая, просо куриное, горец выюнковый, звездчатка средняя, ромашка непахучая, горец птичий, пастушья сумка, горец шероховатый.

Структура сорно-полевой флоры носит зональный характер. В Северной агроклиматической зоне наблюдается высокая численность пырея ползучего, подмаренника цепкого, торицы полевой, в то время как в Центральной зоне выше засоренность фиалкой полевой, видами осота и щетинника. Просо куриное, звездчатка средняя более характерны для Южной агроклиматической зоны, реже здесь встречается дрема белая, пастушья сумка, ромашка непахучая. Марь белая и виды горца произрастают в равной степени по всей территории республики.

Отличия в характере и интенсивности засоренности посевов проса по агроклиматическим зонам республики связаны с климатическими условиями, определяющими произрастание и распространение различных в биологическом отношении групп сорных растений.

Доминируют малолетние сорные растения 100,7 шт/м² (66,9%), из них преобладают раннеяровые и позднеяровые однолетники. Численность многолетних сорняков составляет 49,8 шт/м² (33,0%).

Средняя засоренность посевов составляет 150,5 шт/м², в том числе пырея ползучего – 38,6 шт/м², мари белой – 18,4, проса куриного – 17,1, щетинника

сизого и зеленого – 11,4, видов горца – 11,4, звездчатки средней – 7,1, фиалки полевой - 9,1 шт/м². Наибольшее распространение получили виды, относящиеся к семействам мятликовых, маревых, фиалковых, гвоздичных, гречишных.

Установлено, что чем продолжительнее совместная вегетация культуры с сорняками, тем выше потери урожая зерна проса. Так, прополка в фазе 3-х листьев сопровождается снижением урожайности на 1,4 – 10,8%, в фазе 5 - 6 листьев на 13,0 – 18,9%, в более поздние фазы на 28,4 – 61,8%. При полном отказе от прополки потери составляют 70,3 – 81,3% урожая.

Критический период вредоносности сорных растений в посевах проса составляет 21 - 26 дней совместной вегетации. Он тесно связан с динамикой появления сорных растений: при дружном и раннем появлении сорняков, соответствует фазе 3 - 4 листьев культуры, при более растянутом - фазе 5 - 6 листьев культуры.

Биологический порог вредоносности сорных растений в посевах проса составляет 9 - 18 шт/м². В неблагоприятных для развития проса погодных условиях (засуха, заморозки) его показатель снижается, при интенсивном росте культуры возрастает.

Коэффициент вредоносности сорных сообществ, отражающий потери урожая при увеличении засоренности проса на один сорняк на 1 м², составляет в зависимости от года 0,081 – 0,180 по количеству и 0,017 – 0,044 по массе.

Коэффициент вредоносности позволяет рассчитать ожидаемые потери урожая на конкретных полях, а также определить экономические пороги целесообразности применения гербицидов, которые в зависимости от интенсивности накопления просом вегетативной массы находятся в пределах 14 – 55 шт/м².

Полученные нами данные по видовому составу и вредоносности сорных растений обосновывают необходимость проведения защитных мероприятий в посевах проса с использованием гербицидов.

ГЛАВА 4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ГЕРБИЦИДОВ В ЗАЩИТЕ ПОСЕВОВ ПРОСА ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Результаты маршрутного обследования посевов проса в республике свидетельствуют о весьма обширном видовом составе сорняков, что и обуславливает необходимость изучения гербицидов, обладающих широким спектром действия, позволяющим контролировать, наряду с марью белой и пастушьей сумкой, такие виды как звездчатка средняя, ромашка непахучая, фиалка полевая, горец вьюнковый и шероховатый. Кроме того, на отдельных полях наблюдается высокая частота встречаемости осота полевого, бодяка полевого и подмаренника цепкого.

В посевах проса в связи с небольшими посевными площадями выбор гербицидов достаточно узок, в основном это препараты группы 2,4-Д и 2М-4Х. Данные гербициды не охватывают видового разнообразия сорно-полевой флоры, встречающейся в посевах проса (таблица 4.1)

Таблица 4.1 - Ассортимент гербицидов, разрешенных для применения в посевах проса в Республике Беларусь по состоянию на 2002 г.

Гербицид	Действующее вещество	Группа	Спектр действия
2,4-Д, 500 г/л в.р., 1,2 - 1,6 л/га	500 г/л 2,4-Д кислоты	производные фенокси- уксусных кислот	ярутка полевая, марь белая, редька дикая, пастушья сумка, василек синий, горчица белая
2М-4Х, 250 г/л в.р., 4,0 - 4,8 л/га	250 г/л МЦПА кислоты		
Дикопур М, 750 г/л в.р., 0,5 - 1,0 л/га	750 г/л МЦПА кислоты		
Луварам, ВР, 1,2 - 1,6 л/га	610 г/л 2,4-Д кислоты		
Диален, ВР, 1,75 - 2,25 л/га	2,4-Д кислота, 342 г/л + дикамба, 34,2 г/л	производные бензойной кислоты	марь белая, пастушья сумка, виды
Базагран, 480 г/л в.р., 2,0 – 4,0 л/га	бентазон	гетеро- циклические соединения	пикульника, ромашки, горца виды горца, ромашки, осот полевой, бодяк полевой
Лонтрел 300, 30% в.р., 0,16 - 0,66 л/га	клопиралид		
Агрон, ВР, 0,16 – 0,66 л/га			

При длительном использовании гербицидов с одним и тем же действующим веществом снижается распространение одних видов сорных растений и увеличивается численность других, устойчивых к этим гербицидам. В международном банке данных уже есть информация о 233 видах сорной растительности, биотипы которых резистентны к отдельным гербицидам [13].

Так применение атразина и симазина в посевах сельскохозяйственных культур в США привело к появлению устойчивых к этим гербицидам биотипов сорняков [224]. Применение гербицидов - производных сульфонилмочевин спровоцировало возникновение устойчивости у таких сорняков как кохия веничная (*Kochia scoparia* (L.) и солянка русская (*Salsola iberica*) [228]. Внесение гербицидов группы 2,4-Д и 2М-4Х вызвало широкое распространение на территории Беларуси в посевах зерновых культур видов горцев, ромашки непахучей, фиалки полевой, звездчатки средней и др. [159]. Поэтому, необходимо применение гербицидов разного класса и механизма действия, а также использование новых перспективных гербицидов, преимущественно комбинированных препаратов и баковых смесей гербицидов, обладающих более широким спектром действия на сорные растения [137], [189], [221].

Ассортимент гербицидов в настоящее время довольно широк. Он представлен препаратами различного механизма действия, что позволяет применять их как до появления всходов, так и в период вегетации зерновых культур.

Поэтому нами с целью расширения ассортимента гербицидов в посевах проса ставилась задача изучить биологическую и хозяйственную эффективность некоторых перспективных гербицидов почвенного и листового действия и разработать регламенты их применения.

4.1 Применение гербицидов до всходов культуры

Опыты по изучению критического периода вредоносности сорных растений показали, что чем раньше проведена прополка посевов проса, тем выше урожайность культуры. Добиться чистоты посевов на ранних этапах развития в посевах зерновых и пропашных культур позволяют гербициды почвенного действия, которые применяются до появления всходов культуры.

Для уничтожения двудольных и однолетних злаковых сорняков в посевах проса было разрешено применение гербицидов почвенного действия группы симм-триазинов, в частности пропазина, атразина [101]. Учитывая, что применение данных гербицидов экологически не безопасно, в настоящее время эти препараты запрещены.

Учитывая, что в защите посевов озимых и яровых зерновых культур от сорных растений, положительные результаты в борьбе с двудольными и

однодольными сорными растениями были получены при применении гербицидов почвенного действия – кугара, КС и рейсера, 25% к.э., была изучена возможность их внесения в посевах проса до всходов культуры в норме 1,0 л/га. Предполагалось, что данные гербициды смогли бы обеспечить чистоту посевов проса на ранних этапах его развития и обеспечить максимальное сохранение его урожая.

Установлено, что эффективность данных гербицидов зависела от влажности почвы во время и после их внесения. Так, в 2002 г. третья декада мая и первая декада июня характеризовались дефицитом осадков, что обусловило снижение их эффективности. При применении рейсера численность однолетних двудольных сорняков снизилась на 29,9%, их масса - на 77,1%, при этом горец выюнковый погиб на 42,9%, марь белая на 59,3%, однако произошло нарастание численности многолетних двудольных сорняков, что и сказалось на общей невысокой эффективности препарата. Кугар снизил массу однолетних двудольных сорняков на 49,1%, многолетних двудольных на 41,8%, при этом марь белая погибла на 74,1%, горец выюнковый на 14,3%.

В 2003 г. на момент внесения гербицидов почва характеризовалась достаточным количеством увлажнения, что повысило их эффективность. При внесении рейсера количество двудольных сорняков снизилось на 77,8%, их масса на 84,5%, кугара – 78,9 и 82,1% соответственно. При внесении рейсера гибель горца выюнкового составила 64,3%, горца птичьего 66,7%, звездчатки средней 69,6%, мари белой 71,4%, пастушьей сумки 100%. Гербицид кугар полностью уничтожил горец птичий, марь белую, фиалку полевую, ромашку непахучую, пастушью сумку, численность звездчатки средней снизилась на 82,6%, горца выюнкового на 85,7%. Однако и в первом и во втором варианте произошло нарастание численности и массы пырея ползучего в 1,5 - 2 раза, что снизило общую эффективность гербицидов.

В 2004 г. гербициды были внесены по влажной почве и эффективность кугара против двудольных сорняков составила 100%, рейсера – 70,0%, при этом просо куриное в изучаемых вариантах погибло на 95,6 – 100%. (таблица 4.2).

Таблица 4.2 - Биологическая эффективность довсходового внесения гербицидов в посевах проса
(полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант опыта	Снижение численности и массы сорных растений к контролю, %			
	всего	мари белой	подмаренника цепкого	горца вьюнкового
2002 г.				
Контроль без прополки	<u>43,0</u> 535,0	<u>13,5</u> 380,6	<u>15,8</u> 51,0	<u>1,8</u> 21,3
Рейсер, 25% к.э., 1 л/га	<u>+7,6</u> 57,9	<u>59,3</u> 94,6	<u>11,1</u> +27,8	<u>42,9</u> 63,6
Кугар, КС, 1 л/га	<u>43,6</u> 47,9	<u>74,1</u> 56,0	<u>55,6</u> +11,2	<u>14,3</u> 61,5
2003 г.				
	всего	пастушьей сумки	звездчатки средней	горца вьюнкового
Контроль без прополки	<u>283,5</u> 1168,4	<u>14,5</u> 77,3	<u>11,5</u> 196,1	<u>14,0</u> 42,4
Рейсер, 25% к.э., 1 л/га	<u>34,0</u> 61,5	<u>100</u> 100	<u>69,6</u> 89,1	<u>64,3</u> 67,5
Кугар, КС, 1 л/га	<u>+0,7</u> 36,8	<u>100</u> 100	<u>82,6</u> 91,1	<u>85,7</u> 93,9
2004 г.				
	всего	пастушьей сумки	горца шероховатого	проса куриного
Контроль без прополки	<u>121,0</u> 925,5	<u>16,0</u> 248,0	<u>8,0</u> 70,0	<u>90,0</u> 565,0
Рейсер, 25% к.э., 1 л/га	<u>92,6</u> 95,4	<u>100</u> 100	<u>87,5</u> 78,1	<u>100</u> 100
Кугар, КС, 1 л/га	<u>75,2</u> 91,8	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>95,6</u> 98,5

Примечания: 1 - В контроле численность сорняков, шт/м², их масса, г/м²

2 - В числителе – снижение численности сорняков, в знаменателе – их массы

3 - + Увеличение засоренности

Было отмечено фитотоксическое действие рейсера и кугара на растения проса: в фазе всходов листья культуры теряли зеленую окраску, постепенно верхняя часть листа усыхала, появлялись некротические пятна, у некоторых растений отмирала точка роста. В фазе полного кущения повреждения были менее заметны, однако растения отставали в росте. При внесении кугара изреживание посевов составило в среднем за 3 года 24,5%, рейсера - 29,5%.

Когда гербициды вносились по влажной почве, возрастала как эффективность против сорняков, так и отрицательное действие на культуру (таблица 4.3).

Таблица 4.3 -Влияние довсходового внесения гербицидов на урожайность проса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Показатели к уборке	Количество растений при уборке, шт	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
2002 г.			
Контроль без прополки	210	16,1	-
Рейсер, 25% к.э., 1 л/га	182	18,6	2,5
Кугар, КС, 1 л/га	212	19,0	2,9
НСР ₀₅		3,3	
2003 г.			
Контроль без прополки	164	16,5	-
Рейсер, 25% к.э., 1 л/га	132	17,3	0,8
Кугар, КС, 1 л/га	145	20,8	4,3
НСР ₀₅		3,6	
2004 г.			
Контроль без прополки	81	11,4	-
Рейсер, 25% к.э., 1 л/га	36	12,3	0,9
Кугар, КС, 1 л/га	30	12,8	1,4
НСР ₀₅		2,4	

Снижение засоренности посева при применении гербицидов улучшило условия для развития культуры, поэтому, несмотря на угнетающее действие гербицидов на растения проса, было сохранено от 0,8 до 4,3 ц/га зерна по сравнению с контролем без обработки. Уничтожение сорняков и частичное изреживание посева привело к тому, что оставшиеся культурные растения образовали крупные метелки, и урожайность на обработанных гербицидами делянках составила 18,6 – 19,0 ц/га в 2002 г. и 17,3 – 20,8 ц/га в 2003 г. и 0,9 – 1,4 ц/га в 2004 г.

Однако, учитывая то, что наблюдается тесная взаимосвязь между эффективностью гербицидов и отрицательным действием на культуру, применение рейсера и кугара для борьбы с сорной растительностью в посевах проса нецелесообразно. В связи с этим основное внимание мы уделили исследованиям по применению гербицидов в период вегетации культуры.

4.2 Применение гербицидов в период вегетации культуры

В последние годы в посевах зерновых культур широкое распространение получили гербициды - производные сульфонилмочевины. Препараты этой группы имеют низкую норму расхода, активны при температуре ниже 10°C, обладают широким спектром действия, благоприятными токсикологическими, экологическими и экономическими данными. Их можно применять на зерновых колосовых культурах в фазах от двух листьев до появления флагового листа. Через 2 часа после внесения гербицида обработанные сорняки тормозятся в росте и перестают поглощать из почвы воду и минеральные вещества, более не конкурируя с зерновыми культурами [25], [159].

Исследования, проведенные в Беларуси и России в посевах ячменя, озимой пшеницы и овса показали высокую эффективность гербицида линтур против звездчатки средней, ромашки непахучей, пастушьей сумки, видов фиалки [41], [60], [152], [166], [168], [188]. По данным С.В. Сороки [155] действие гербицида линтур на отдельные виды сорняков в сильной степени зависит от срока внесения – в фазе 2 - 3 листьев озимой пшеницы на 70 - 85% уничтожаются не только двудольные сорняки, но и метлица обыкновенная. Применение данного гербицида в более поздние сроки (4 - 5 листьев пшеницы) против метлицы неэффективно.

Секатор в норме 150 – 200 г/га обеспечил высокую эффективность в борьбе с марью белой, ромашкой непахучей, пикульником обыкновенным, горцем выюнковым, звездчаткой средней, подмаренником цепким. Отмечается высокая эффективность секатора в отношении многолетних сорных растений [27], [28], [205].

В посевах ячменя и овса гербициды хармони и гранстар в чистом виде хорошо подавляют виды пикульника, фиалку полевую, звездчатку среднюю и ромашку непахучую, однако 2,4-Д лучше уничтожает марь белую [61], [160]. Устранить этот недостаток позволяют баковые смеси этих гербицидов. Так, в посевах льна-долгунца баковая смесь агритокс, 50% в.к. – 0,7 л/га + хармони, 75% с.т.с. - 10 г/га обеспечила снижение численности всех сорняков на 97,8%, их массы на 98,8%, при этом горец шероховатый погибал полностью, марь белая - на 99,5% [92].

Как сообщает С.С. Небышинец [111], гибель сорняков при применении баковой смеси гранстар, 75% с.т.с. + агритокс, в.к. на яровом ячмене в норме 15 г/га + 1,0 л/га составила 87,0%, в то время как эталонный препарат агритокс в норме 1 л/га уничтожил лишь 56,5% сорных растений.

В условиях Ростовской области в посевах проса хорошие результаты дало применение гербицида гранстар (15 г/га) и смеси гранстар + хармони (по 10 г/га) [25]. В целом, биологическая эффективность гербицидов в смесях

повышается иногда до 100%, это на 15 - 20% больше, чем при использовании препаратов в чистом виде [91].

Таким образом, высокая избирательность гербицидов на основе сульфонилмочевины в сочетании с высокой эффективностью обеспечивает реализацию потенциала урожайности различных зерновых культур. Поэтому нами в 2001 - 2004 гг. была проведена оценка биологической и хозяйственной эффективности гербицидов агритокс в.к., секатор, ВДГ, линтур, ВДГ, хармони, 75% с.т.с., гранстар, 75% с.т.с. и баковых смесей гербицидов в посевах проса.

Биологическая и хозяйственная эффективность изучаемых гербицидов в значительной степени зависела от видового состава сорной растительности и климатических условий года.

В 2001 г. в посеве доминировала марь белая. При количественном учете перед обработкой ее численность составила 314 шт/м², в то время как засоренность звездчаткой средней была 3,3, пастушьей сумкой - 7,2, горцем выюнковым - 1,4, осотом полевым - 3,4, чистецом болотным - 4,5 шт/м². прохладные погодные условия способствовали раннему зарастанию посевов сорняками.

При обработке посевов в фазе 3 - 5 листьев проса секатором в норме 200 г/га ромашка непахучая, фиалка полевая погибали полностью. Численность звездчатки средней снизилась на 83,3%, масса - на 97,5%, горца выюнкового - 60,0 и 78,6%, мари белой - 59,4 и 78,8% соответственно). Многолетние сорняки были уничтожены на 93,5%, но в целом его эффективность была 71,2%, что ниже, чем при внесении 2,4-Д (таблица 4.4).

Таблица 4.4 - Эффективность применения гербицидов в посевах проса в вегетационный период 2001 г.
(полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант опыта	Снижение численности двудольных сорняков, % к контролю					Урожайность, ц/га
	горца вьюнкового	мари белой	чистеца болотного	осота полевого	всего	
Контроль без прополки	2,5	69,5	19,5	11,5	113,0	25,2
2,4-Д, 500 г/л в.р., 1,2 л/га (эталон)	40,0	99,3	15,0	60,9	84,1	43,5
Линтур, ВДГ, 150 г/га	100	88,5	97,4	60,9	87,2	43,2
Секатор, ВДГ, 200 г/га	60,0	59,4	93,6	93,0	71,2	43,4
Хармони, 75% с.т.с., 15 г/га	100	51,7	73,1	94,1	43,8	38,5
Гранстар, 75% с.т.с., 15 г/га	100	57,7	76,9	100	65,7	37,0
Хармони, 75% с.т.с. + 2,4-Д, 500 г/л в.р. (10 г/га + 1,0 л/га)	70,0	68,4	69,2	100	88,1	45,6
Гранстар, 75% с.т.с. + 2,4-Д, 500 г/л в.р. (10 г/га + 1,0 л/га)	60,0	68,7	93,6	94,1	75,0	42,6
	Снижение массы двудольных сорняков, % к контролю					Сохраненный урожай, ц/га
Контроль без прополки	6,3	629,1	108,2	241,4	1055,4	-
2,4-Д, 500 г/л в.р., 1,2 л/га (эталон)	+15,1	99,2	55,3	98,5	86,0	18,3
Линтур, ВДГ, 150 г/га	100	90,9	98,8	89,1	91,9	18,0
Секатор, ВДГ, 200 г/га	78,6	78,8	96,8	91,1	84,3	18,2
Хармони, 75% с.т.с., 15 г/га	100	49,7	68,9	84,2	57,6	13,3
Гранстар, 75% с.т.с., 15 г/га	100	50,4	88,4	100	72,3	11,8
Хармони, 75% с.т.с. + 2,4-Д, 500 г/л в.р. (10 г/га + 1,0 л/га)	96,0	98,0	58,1	100	93,2	20,4
Гранстар, 75% с.т.с. + 2,4-Д, 500 г/л в.р. (10 г/га + 1,0 л/га)	72,7	87,8	96,0	98,8	91,4	17,4
НСР ₀₅						5,2

Примечания: 1 - В контроле численность сорняков, шт/м², их масса, г/м²

2 - + Увеличение засоренности

Высокочувствительными к применению линтура в норме 150 г/га оказались горец выюнкковый и шероховатый, звездчатка средняя, ромашка непахучая, фиалка полевая, которые при его внесении погибли полностью. Линтур превосходил по своему действию на марь белую (88,5%) секатор и баковые смеси, но уступал 2,4-Д, численность мари белой в этом варианте снизилась на 99,3%.

При применении хармони и гранстара в чистом виде в норме 15 г/га горец выюнкковый, звездчатка средняя, фиалка полевая погибали полностью, численность чистеца болотного снизилась на 73,1 - 76,9%, осота полевого 94,1 – 100%. Однако гибель мари белой составила только 51,7 – 57,7%.

Эффективность применения гербицидов хармони и гранстар возросла в баковых смесях с 2,4-Д (10 г/га + 1,0 л/га). Они позволили не только контролировать марь белую, масса которой снизилась при их внесении на 98,0 и 87,8%, но и сорняки устойчивые к 2,4-Д: горец выюнкковый и звездчатку среднюю на 72,7 – 100%. В результате общая масса сорняков снизилась на 93,2 и 91,4%.

В 2001 г. максимальная урожайность была получена в вариантах с внесением 2,4-Д (43,5 ц/га), хармони + 2,4-Д (45,6 ц/га), линтура (43,2 ц/га), секатора (43,4 ц/га), гранстара + 2,4-Д (42,6 ц/га). В вариантах с хармони и гранстаром сохраненный урожай составил 11,8 – 13,3 ц/га. 2001 г. был довольно благоприятным для проса, поэтому даже на контроле без обработки было получено 25,2 ц/га.

В 2002 г. засоренность составила 64,4 шт/м². В посеве доминировали подмаренник цепкий – 29,6, звездчатка средняя – 14,4, марь белая – 10,0, горец выюнкковый – 2,2, осот полевой – 3,0 шт/м².

Высокую эффективность показали секатор и линтур, при внесении которых в фазу 3 - 5 листьев культуры гибель сорняков составила 87,0 – 88,4%, причем подмаренник цепкий погибал на 86,5 – 90,0%, марь белая на 83,5 – 85,5%, горец выюнкковый на 80,0 – 89,5%. Биологическая эффективность хармони (15 г/га) составила 35,6% по численности и 71,0% по массе, гранстара – 44,6 и 73,5% соответственно (таблица 4.5).

Таблица 4.5 - Эффективность применения гербицидов в посевах проса в вегетационный период 2002 г.
(полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант опыта	Снижение численности двудольных сорняков, % к контролю				Урожайность, ц/га
	горца выюнкового	мари белой	подмаренника цепкого	всего	
Контроль без прополки	4,3	7,0	11,5	29,5	16,6
2,4-Д, 500 г/л в.р., 1,2 л/га (эталон)	65,4	92,9	+8,7	+28,8	16,7
Линтур, ВДГ, 150 г/га	89,5	85,5	90,0	88,4	21,3
Секатор, ВДГ, 200 г/га	80,0	83,5	86,5	87,0	22,2
Хармони, 75% с.т.с., 15 г/га	69,2	60,0	28,7	35,6	17,9
Гранстар, 75% с.т.с., 15 г/га	70,4	70,0	30,1	44,6	18,8
Хармони, 75% с.т.с. + 2,4-Д, 500 г/л в.р. (10 г/га + 1,0 л/га)	70,8	85,7	40,4	46,8	18,3
Гранстар, 75% с.т.с., + 2,4-Д, 500 г/л в.р. (10 г/га + 1,0 л/га)	88,5	85,7	47,8	56,8	19,4
	Снижение массы двудольных сорняков, % к контролю				Сохраненный урожай, ц/га
Контроль без прополки	41,7	128,1	192,3	390,4	-
2,4-Д, 500 г/л в.р., 1,2 л/га (эталон)	53,2	91,6	22,8	35,1	0,1
Линтур, ВДГ, 150 г/га	99,4	99,0	95,0	97,8	4,7
Секатор, ВДГ, 200 г/га	99,2	79,4	90,2	96,2	5,6
Хармони, 75% с.т.с., 15 г/га	84,9	55,7	35,8	71,0	1,3
Гранстар, 75% с.т.с., 15 г/га	72,8	64,2	65,7	73,5	2,2
Хармони, 75% с.т.с. + 2,4-Д, 500 г/л в.р. (10 г/га + 1,0 л/га)	80,9	99,2	61,3	75,7	1,7
Гранстар, 75% с.т.с., + 2,4-Д, 500 г/л в.р. (10 г/га + 1,0 л/га)	99,3	98,4	45,9	76,1	2,8
НСР ₀₅					2,0

Примечания: 1 - В контроле численность сорняков, шт/м², их масса, г/м²

2 - + Увеличение засоренности

Невысокая гибель сорных растений по сравнению со снижением их массы связана с большей устойчивостью сорняков к химическим препаратам в засушливые годы, чем во влажные, когда ткань сорняков более нежная и восприимчивая к гербицидам [31]. При неблагоприятных условиях роста (сухая ветреная погода) устойчивость сорняков к гербицидам повышается, растения начинают одревесневать, кутикула утолщается, а у опушенных видов возрастает плотность опушения [83, с. 209]. Баковые смеси хармони и гранстара с 2,4-Д на данном типе засорения были не очень эффективны, что объясняется видовым составом сорных растений. Несмотря на то, что гибель мари белой и горца вьюнкового составила 70,8 – 88,5% по сравнению с 60,0 – 70,4% в вариантах с обработкой посевов хармони и гранстаром в чистом виде, гибель подмаренника цепкого находилась на уровне 40,4 – 47,8, что и сказалось на низкой биологической эффективности в целом.

В засушливом 2002 г. при применении линтура и секатора сохраненный урожай составил 4,7 и 5,6 ц/га соответственно, при урожайности в контроле 16,6 ц/га. При обработке гранстаром в норме 15 г/га и баковой смесью гранстара с 2,4-Д сохраненный урожай был ниже - 2,2 и 2,8 ц/га. В вариантах с 2,4-Д, хармони, баковой смеси хармони с 2,4-Д сохраненный урожай статистически недостоверен.

В 2003 г. было принято решение о замене гербицида 2,4-Д, 500 г/л в.р., на агритокс, в.к. Хотя спектр и механизм токсического действия у агритокса такие же, как у 2,4-Д, в связи с заменой одного атома хлора на метильную группу этот гербицид отличается большей избирательностью действия и менее опасен для культуры, чем 2,4-Д.

Сорный ценоз в 2003 г. был представлен многолетними двудольными сорняками – видами осота, подорожника, мяты полевой, чистеца болотного, из малолетних сорных растений встречались горец вьюнковый, марь белая и звездчатка средняя. Линтур и секатор в этих условиях явно выигрывали по сравнению с агритоксом, эффективность которого по численности составила 9,0%, по массе 29,9%, они снизили численность сорняков на 67,8 – 87,2%, массу – 90,6 – 90,8% (таблица 4.6).

Таблица 4.6 - Эффективность применения гербицидов в посевах проса в вегетационный период 2003 г.
(полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант опыта	Снижение численности двудольных сорняков, % к контролю						Урожайность, ц/га
	звездчатки средней	мари белой	горца вьюнкового	осота полевого	мяты полевой	всего	
Контроль без прополки	7,5	8,0	15,5	10,5	25,5	105,5	13,3
Агритокс, в.к., 1,2 л/га	2,2	91,7	31,2	+7,9	+43,8	9,0	15,3
Линтур, ВДГ, 150 г/га	93,3	62,5	74,2	66,7	41,2	67,8	18,0
Секатор, ВДГ, 200 г/га	100	60,6	68,5	72,1	64,3	87,2	17,0
Хармони, 75% с.т.с., 15 г/га	82,2	41,7	87,1	81,0	26,3	57,6	16,9
Гранстар, 75% с.т.с., 15 г/га	100	41,7	61,2	80,1	36,9	57,4	17,2
Хармони, 75% с.т.с. + агритокс, в.к. (10 г/га + 1,0 л/га)	80,0	75,0	61,3	83,8	45,1	56,9	16,8
Гранстар, 75% с.т.с., + агритокс, в.к. (10 г/га + 1,0 л/га)	100	83,3	60,4	77,8	65,0	61,2	17,4
	Снижение массы двудольных сорняков, % к контролю						Сохраненный урожай, ц/га
Контроль без прополки	83,3	32,7	89,4	410,6	73,1	877,3	-
Агритокс, в.к., 1,2 л/га	44,3	94,3	13,7	31,8	+8,7	29,9	2,0
Линтур, ВДГ, 150 г/га	99,8	79,2	94,6	93,3	57,6	90,6	4,7
Секатор, ВДГ, 200 г/га	100	76,9	86,3	90,2	79,9	90,8	3,7
Хармони, 75% с.т.с., 15 г/га	99,4	63,7	98,4	98,9	32,7	76,9	3,6
Гранстар, 75% с.т.с., 15 г/га	100	69,6	77,2	80,6	54,5	72,5	3,9
Хармони, 75% с.т.с. + агритокс, в.к. (10 г/га + 1,0 л/га)	84,8	77,8	94,9	89,1	45,1	73,4	3,5
Гранстар, 75% с.т.с., + агритокс, в.к. (10 г/га + 1,0 л/га)	100	92,2	72,6	80,9	80,0	82,5	4,1
НСР ₀₅							2,5

Примечания: 1 - В контроле численность сорняков, шт/м², их масса, г/м²

2 - + Увеличение засоренности

Было установлено, что в норме 15 г/га хармони и гранстар лучше действовали на виды горца и звездчатку среднюю, чем в смеси, где они вносились в уменьшенной дозировке 10 г/га, однако расширялось их действие на марь белую и пастушью сумку. Эффективность против этих видов возросла с 41,7% до 75,0 – 83,3%. На данном типе засорения, где численность малолетних сорных растений была невысокой, а преобладали в основном многолетние сорные растения – осот полевой, мята полевая, чистец болотный, виды подорожника - своего преимущества баковые смеси перед внесением гербицидов в чистом виде не показали, снижение массы сорняков в этих вариантах составило 72,5 – 82,5%.

В 2004 г. сорный ценоз в основном был представлен звездчаткой средней (74 шт/м²), горцем выюнковым (31 шт/м²), яруткой полевой (44 шт/м²), фиалкой полевой (7 шт/м²) и др.

Учитывая смешанный тип засорения участка сорными растениями, как устойчивыми к гербицидам группы 2,4-Д и 2М-4Х, так и чувствительными к ним, и то, что гербициды хармони и гранстар в чистом виде эффективны лишь в ранние фазы роста сорных растений, было принято решение об исключении этих вариантов, а норму расхода этих гербицидов в баковой смеси для достижения максимальной эффективности химической прополки увеличить.

При внесении гербицидов в фазу 3 – 5 листьев проса гибель сорных растений при внесении секатора составила 84,5%, линтура – 86,7%, при этом ромашка непахучая, ярутка полевая и звездчатка средняя в этих вариантах погибли полностью, марь белая на 76,0 – 86,3%, горец выюнкковый на 50,1 – 100%. Высокую эффективность обеспечила баковая смесь хармони + агритокс и гранстар + агритокс в норме (15 г/га + 0,8 л/га). Численность сорняков в посеве снизилась на 81,4% в варианте с добавлением хармони и на 89,9% с добавлением гранстара. При этом ярутка полевая, ромашка непахучая погибали полностью, численность горца выюнкового, звездчатки средней снизилась на 70,0– 84,0 и 98,1 – 100% (таблица 4.7).

Таблица 4.7 - Эффективность применения гербицидов в посевах проса в вегетационный период 2004 г.
(полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант опыта	Снижение численности двудольных сорняков, % к контролю							Урожайность, ц/га
	мари белой	звездчатки средней	фиалки полевой	ярутки полевой	горца выюнкового	ромашки непахучей	всего	
Контроль без прополки	14,0	33,4	8,7	14,0	33,4	2,7	155,3	12,0
Агритокс, в.к., 1,2 л/га	100	6,7	21,8	100	30,3	10,8	44,8	22,5
Линтур, ВДГ, 150 г/га	86,3	100	100	100	100	100	86,7	34,9
Секатор, ВДГ, 200 г/га	76,0	100	50,0	100	50,1	100	84,5	34,3
Хармони, 75% с.т.с. + агритокс, в.к., (15 г/га + 0,8 л/га)	100	98,1	50,0	100	84,0	100	85,4	34,3
Гранстар, 75% с.т.с., + агритокс, в.к., (15 г/га + 0,8 л/га)	100	100	83,8	100	70,0	100	91,6	35,3
	Снижение массы двудольных сорняков, % к контролю							Сохраненный урожай, ц/га
Контроль без прополки	154,8	808,2	32,3	712,6	182,1	7,4	2531,2	-
Агритокс, в.к., 1,2 л/га	100	1,6	14,6	100	16,4	12,5	50,2	10,5
Линтур, ВДГ, 150 г/га	99,3	100	100	100	100	100	99,5	22,9
Секатор, ВДГ, 200 г/га	85,8	100	96,3	100	91,7	100	98,5	22,3
Хармони, 75% с.т.с. + агритокс, в.к., (15 г/га + 0,8 л/га)	100	99,0	76,6	100	99,1	100	98,3	22,3
Гранстар, 75% с.т.с., + агритокс, в.к., (15 г/га + 0,8 л/га)	100	100	96,3	100	96,7	100	99,5	23,3
НСР ₀₅								6,4

Примечание - В контроле численность сорняков, шт/м², их масса, г/м²

В 2004 г. в начале вегетации посевы проса находились в угнетенном состоянии в связи с продолжительным похолоданием и ночными заморозками. Применение линтура в фазе 3 – 5 листьев вызвало появление на листьях проса мозаичности и усыхание их кончиков. Небольшая мраморность на листьях культуры наблюдалась после обработки секатором, и баковыми смесями гербицидов. Но через 2 недели все симптомы исчезли, растения восстановили равномерную зеленую окраску и продолжали развиваться нормально.

На фоне высокой засоренности, когда урожай в контроле был потерян практически полностью, сохраненный урожай составил 10,5 ц/га при обработке агритоксом, 22,3 – 23,3 ц/га остальными гербицидами.

Внешне культурные растения заметно реагировали на применение гербицидов. Они на обработанных гербицидами делянках были выше (длина растений увеличилась на 26,6 – 38,5 см, мощнее, размеры метелок увеличивались на 5,0 - 9,8 см, масса 1000 зерен – на 0,2 – 0,4 г, масса семян главной метелки – на 2,4 – 3,5 г (приложение Д).

Таким образом, чувствительность проса к гербицидам повысилась, когда растения находились в угнетенном состоянии. Такое явление было замечено исследователями на других культурах, когда селективность гербицидов в значительной степени зависит от погодных условий. Например, растения гороха более чувствительны к динитрофенолам после длительного периода облачной погоды; сильные ожоги, снижение густоты насаждений растений сахарной свеклы наблюдались при опрыскивании бетаналом в жаркую погоду, особенно в повышенных дозировках; ожоги, пожелтение и отмирание листьев кукурузы вызывал бьюктрил Д при высокой температуре и небольших осадках [31].

Учитывая то, что в 2001 – 2003 гг. опыты по оценке эффективности гербицидов проводились на участках, где доля мари в структуре сорного ценоза составляла не более 50%, было решено изучить влияние гербицидов на засоренность и урожайность проса при доминирующем положении этого сорного вида при разных нормах внесения препаратов. Опыт заложили на посевах проса июльского срока сева, возделываемого на зеленую массу. С учетом динамики появления сорных растений, обработку проводили в фазе начала кущения проса.

Численность сорных растений перед обработкой составила: мари белая - 70,7 шт/м², звездчатка средняя 16,0, фиалка полевая 8,0, при общей засоренностью перед обработкой 161,3 шт/м².

Высокую эффективность на данном участке показал агритокс в норме 0,7 и 1,2 л/га. Масса мари белой снизилась на 92,0-100%, на 24,5 – 52,3% подавлялось развитие фиалки полевой, горца вьюнкового, звездчатки средней (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Влияние гербицидов на засоренность и урожайность проса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, 2004 г.)

Вариант	Снижение массы сорняков, % к контролю					Урожайность зеленой массы, ц/га
	марь белая	звездчатка средняя	фиалка полевая	горец выюнковый	всего	
Контроль без прополки	900,0	22,0	7,3	58,0	1007,1	321,2
Линтур, ВДГ, 120 г/га	44,4	100	89,1	82,2	49,0	424,5
Линтур, ВДГ, 180 г/га	67,3	100	87,7	100	62,8	408,7
Секатор, ВДГ, 150 г/га	35,6	100	86,8	66,4	38,5	388,8
Секатор, ВДГ, 200 г/га	48,2	100	86,8	71,3	50,6	396,8
Агритокс, в.к., 0,7 л/га	92,0	52,3	24,5	44,1	88,5	436,1
Агритокс, в.к., 1,2 л/га	100	50,6	24,5	40,1	95,5	405,0
НСР ₀₅						56,6

Примечание - В контроле масса сорных растений, г/м²

В варианте с применением линтура (120 – 180 г/га) гибель сорных растений составила 49,0 – 62,8%, секатора (150 – 200 г/га) – 38,5 – 50,6%. При этом масса горца выюнкового снизилась на 66,4 – 100%, фиалки полевой – 86,8 – 89,1%, звездчатка средняя погибла полностью. На марь белую линтур и секатор действовали слабее, снижение массы составило 35,6 – 67,3. В вариантах с применением гербицидов было достоверно сохранено 67,6 – 114,9 ц/га зеленой массы проса.

Из-за высокой засоренности посевов проса осотами (в среднем по республике 4,6 шт/м²), видами ромашки – 2,3 шт/м², видами горца – 11,4 шт/м² особое значение в борьбе с данными видами имеет применение гербицидов, содержащих в качестве действующего вещества клопиралид.

В 2003 - 2004 гг. было проведено исследование эффективности баковой смеси новой препаративной формы клопиралида – гербицида лонтрел 300 (клопиралид типа соль, 300 г/л к.э.) с агритоксом, в.к при разных нормах расхода лонтрела 300, в.к. В качестве эталона выступала баковая смесь лонтрела 300, 30% в.р. с агритоксом, в.к.

В 2003 г. сорный ценоз был представлен как двудольными малолетними (горец выюнковый, звездчатка средняя, марь белая, пастушья сумка), так и многолетними сорными растениями (осот полевой, бодяк полевой, чистец болотный). Достаточные осадки в июне позволили сформировать более 1 кг вегетативной массы на м² (таблица 4.9).

Таблица 4.9 - Эффективность баковых смесей гербицидов в посевах проса
(полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Сорное растение	Контроль без прополки		Лонтрел 300, 30% в.р + агритокс, в.к., 0,3 л/га + 0,8 л/га (эталон)		Лонтрел 300, к.э. + агритокс, в.к., 0,2 л/га + 0,8 л/га		Лонтрел 300, к.э. + агритокс, в.к., 0,3 л/га + 0,8 л/га	
	Численность, шт, стеблей/м ²	Масса, г/м ²	Снижение двудольных сорняков, % к контролю					
			численности	массы	численности	массы	численности	массы
2003 г.								
Горец выюнкковый	25,0	151,6	82,0	91,9	72,0	91,5	92,0	95,6
Звездчатка средняя	22,0	242,0	29,5	50,7	52,3	75,9	40,9	45,7
Марь белая	23,5	156,9	98,6	95,0	93,6	98,0	93,6	93,2
Пастушья сумка	13,5	125,1	63,0	86,8	55,6	80,7	70,4	85,4
Осот полевой	4,0	44,4	100	100	87,5	87,6	100	100
Бодяк полевой	2,5	69,4	100	100	100	100	100	100
Чистец болотный	13,5	57,2	74,1	82,9	70,4	71,1	74,1	71,5
Всего сорняков	219,5	1097,5	83,4	83,4	83,8	87,0	81,1	81,9
2004 г.								
Горец выюнкковый	8,7	84,7	92,3	99,8	69,2	94,5	92,3	99,6
Звездчатка средняя	39,3	2131,7	55,9	87,4	47,5	83,9	39,0	82,2
Ярутка полевая	34,0	1033,3	100	100	96,1	100	100	100
Ромашка непахучая	3,3	60,3	100	100	80,0	93,9	100	100
Фиалка полевая	6,0	28,0	66,7	88,1	66,7	73,8	66,7	94,0
Осот полевой	4,7	184,0	100	100	100	100	100	100
Бодяк полевой	2,7	65,7	100	100	100	100	100	100
Всего сорняков	144,0	4260,3	51,7	84,3	63,4	85,2	60,9	86,5

Прохладные и влажные погодные условия июня и первой декады июля в 2004 г. были благоприятствовали росту и развитию сорных растений, особенно звездчатке средней и ярутке полевой, что позволили им при численности в контроле 144 шт/м² сформировать более 4 кг вегетативной массы.

Внесение лонтрела 300, к.э. в норме 0,2 л/га в смеси с агритоксом, 0,8 л/га в фазу 4 – 5 листьев проса обеспечило снижение общей численности двудольных сорняков на 63,4 - 83,8%, их массы – на - 85,2 – 87%, в норме 0,3 л/га – снижение численности сорняков на 60,9 - 81,1 их массы - на 81,9 – 86,5%.

При этом полностью погибал бодяк полевой, на 87,5 - 100% осот полевой, 80% - 100% ромашка непахучая, 91,5 – 99,6% горец вьюнковый. Численность фиалки полевой снизилась на 66,7%, звездчатки средней – на 39,0 – 52,3%. Агритокс, в.к., входящий в состав баковой смеси, обеспечил высокую эффективность подавления мари белой (93,6%) и ярутки полевой (96,1 – 100%).

Стабильно высокая эффектность по годам независимо от норм расхода лонтрела отмечена для бодяка полевого, для осота полевого в норме расхода гербицида 0,2 л/га наблюдается снижение эффектность со 100 до 87,5%.

Установлено, что осот полевой, осот шероховатый и бодяк полевой наиболее чувствительны к лонтрелу в фазе розетки – начале роста стебля. Виды ромашки, горца хорошо подавляются гербицидом во все фазы роста и развития. Отмечена недостаточная эффектность лонтрела 300, к.э. и лонтрела, 30% в.р. на звездчатку среднюю.

Снижение засоренности посевов в результате применения баковой смеси лонтрела 300, к.э. с агритоксом, в.к. в изучаемых нормах расхода способствовало повышению урожайности зерна проса на 5,4 – 5,6 ц/га в 2003 г. и 7,3 – 8,5 ц/га в 2004 г, лонтрела, 30% в.р. с агритоксом, в.к. – 4,5 – 9,3 ц/га, при урожайности в контроле без обработки 17,6 и 12,5 ц/га соответственно (таблица 4.10).

Таблица 4.10 - Влияние баковых смесей гербицидов на урожайность проса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Сохраненный урожай, ц/га	
	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.
Контроль без прополки	17,6	12,5	-	-
Лонтрел 300, 30% в.р. + агритокс, в.к., 0,3 л/га + 0,8 л/га (эталон)	22,1	21,8	4,5	9,3
Лонтрел 300, к.э. + агритокс, в.к., 0,2 л/га + 0,8 л/га	23,0	21,0	5,4	8,5
Лонтрел 300, к.э. + агритокс, в.к., 0,3 л/га + 0,8 л/га	23,2	19,8	5,6	7,3
НСР ₀₅	2,8	4,6		

В результате проведенных исследований было установлено, что баковая смесь лонтрел 300, к.э. + агритокс, в.к. по эффективности не уступает баковой смеси лонтрел, 30% в.р. + агритокс, в.к.

Токсичного действия на культуру при внесении баковых смесей не наблюдалось. Анализ структуры урожая подтвердил урожайные данные и также не показал явного преимущества одного из изучаемых вариантов (приложение Е). В 2004 г. по сравнению с 2003 г. сохраненный урожай был выше и разница в параметрах структуры урожая между контролем без обработки и остальными вариантами существенна, между собой же данные находятся в пределах ошибки опыта. В 2003 г. хотя во всех вариантах с применением баковых смесей такие параметры как высота растений проса, длина метелки, масса 1000 зерен, количество и масса зерна главной метелки превышают контроль, однако разница в большинстве случаев недостоверна.

Данные по биологической эффективности препаратов дают возможность определить коэффициенты чувствительности сорных растений к изучаемым гербицидам в посевах проса (таблица 4.11), что позволяет на основе оценки исходной засоренности подобрать соответствующий для проведения прополки гербицид для обеспечения высокой эффективности защитных мероприятий.

В среднем за годы исследований агритокс в посевах проса показал высокую эффективность против мари белой, ярутки полевой, пастушьей сумки (коэффициенты чувствительности 9-10). Он оказывает угнетающее действие на виды горца, пикульник обыкновенный, звездчатку среднюю. При обработке многолетних сорняков, таких как бодяк полевой, осот полевой, чистец болотный наблюдается побурение листовой поверхности, однако со временем многолетники отрастают. Спектр действия агритокса в целом совпадает с 2,4-Д, однако наблюдается более высокая к нему чувствительность у горца выюнкового, звездчатки средней, ромашки непахучей, пикульника обыкновенного.

Гербицид секатор проявил высокую эффективность в отношении звездчатки средней, подмаренника цепкого, горца выюнкового, фиалки полевой, ромашки непахучей, пикульника обыкновенного. Наблюдалась высокая эффективность секатора против многолетних сорняков – осота полевого, бодяка полевого и чистеца болотного. Коэффициенты чувствительности многолетних сорняков к гербицидам составляют 7 - 10. В зависимости от фазы развития коэффициент чувствительности мари белой составляет 3 – 8, что свидетельствует о сильной зависимости эффективности гербицида от фазы развития сорняка.

Таблица 4.11 - Чувствительность сорных растений к гербицидам в посевах проса
(данные полевых и производственных опытов, 2001 – 2004 гг.)

Сорное растение	2,4-Д, 500 г/л в.р., 1,2 л/га	Агритокс, в.к. 1,2 л/га	Линтур, ВДГ, 150 г/га	Секатор, ВДГ, 200 г/га	Хармони, 75% с.т.с., 15 г/га	Гранстар, 75% с.т.с., 15 г/га	Агритокс, в.к. + хармони, 75% с.т.с. (1,0 л/ га + 10 г/га)	Агритокс + гранстар, 75% с.т.с. (1,0 л/га + 10 г/га)	Агритокс, в.к. + лонтрел 300, к.э. (0,8 л/га + 0,3 л/га)
Бодяк полевой	3 - 5	3 - 6	7 - 9	8 - 9	3 - 7	3 - 7	5 - 9	5 - 8	9 - 10
Горец вьюнковый	1 - 4	3 - 4	7 - 10	4 - 9	6 - 10	6 - 10	7 - 10	6 - 10	8 - 10
Звездчатка средняя	1 - 2	1 - 5	9 - 10	9 - 10	8 - 10	9 - 10	8 - 10	9 - 10	4 - 5
Марь белая	8 - 10	9 - 10	5 - 9	3 - 8	4 - 7	4 - 7	7 - 10	7 - 10	9 - 10
Осот полевой	3 - 6	4 - 6	6 - 7	7 - 9	3 - 8	4 - 8	5 - 10	5 - 9	9 - 10
Пастушья сумка	9 - 10	9 - 10	9 - 10	8 - 10	8 - 10	7 - 10	8 - 10	8 - 10	8 - 9
Пикульник обыкновенный	1 - 3	2 - 5	9 - 10	9 - 10	6 - 10	6 - 10	6 - 8	7 - 9	7 - 9
Подмаренник цепкий	1 - 3	1 - 3	8 - 9	8 - 10	3 - 6	3 - 7	4 - 6	4 - 5	3 - 4
Ромашка непахучая	1 - 4	2 - 5	9 - 10	9 - 10	8 - 10	8 - 10	9 - 10	9 - 10	9 - 10
Фиалка полевая	1 - 4	2 - 5	9 - 10	7 - 8	8 - 10	8 - 10	6 - 8	8 - 9	6 - 8
Чистец болотный	2 - 4	3 - 5	8 - 9	8 - 10	6 - 8	6 - 8	6 - 8	8 - 9	6 - 7
Ярутка полевая	9 - 10	9 - 10	9 - 10	9 - 10	8 - 10	8 - 10	8 - 10	8 - 10	9 - 10

Примечание - 1 – гибель 10%..., 5 – гибель 50%..., 10 – гибель 100%

Звездчатка средняя, пикульник обыкновенный, ромашка непахучая, ярутка полевая в одинаково высокой степени чувствительны к линтуру и секатору, однако последний более эффективен по отношению к подмареннику цепкому, осоту полевому, бодяку полевому, в то время как к линтуру более чувствительны марь белая, фиалка полевая и горец выюнковый.

Коэффициенты чувствительности горца выюнкового, мари белой, пастушьей сумки, пикульника обыкновенного, подмаренника цепкого к хармони и гранстару колеблются в широких пределах от 3 до 10, более чувствительны сорные растения к этим гербицидам в ранние фазы роста и развития. Отмечена высокая эффективность этих гербицидов на звездчатку среднюю, ромашку непахучую и фиалку полевую.

Гербициды хармони и гранстар лучше применять в составе баковых смесей с 2,4-Д и агритоксом при засоренности участка двудольными малолетними сорняками, такими как марь белая, ярутка полевая, пастушья сумка, горец выюнковый, звездчатка средняя, ромашка непахучая.

Бодяк полевой, горец выюнковый, осот полевой, ромашка непахучая, марь белая, ярутка полевая из всех изученных гербицидов наиболее восприимчивы к баковой смеси лонтрела с агритоксом. Однако данная смесь уступает линтуру и секатору по действию на звездчатку среднюю и подмаренник цепкий.

На основании проведённых исследований установлено, что эффективность гербицидов в сильной степени зависит от видового состава сорных растений и максимальная эффективность химической прополки достигалась только при максимальном совпадении спектра действия гербицидов с видовым составом сорных растений.

Для защиты посевов проса от сорных растений с успехом можно применять такие гербициды как линтур, ВДГ (120-180 г/га) секатор ВДГ (150-200 г/га), агритокс, в.к. (0,7-1,2 л/га). Гербициды хармони, 75% с.т.с. (10 – 15 г/га), гранстар, 75% с.т.с. (10-15 г/га), лонтрел 300, к.э (0,2 – 0,3 л/га) лучше применять в составе баковых смесей с агритоксом (0,8 – 1,0 л/га).

На основании полученных данных по биологической эффективности препаратов в посевах проса гербициды линтур, ВДГ (120 – 180 г/га), секатор, ВДГ 150 – 200 г/га), агритокс, в.к. (0,7 – 1,2 л/га) включены в «Каталог разрешенных препаратов...» Республики Беларусь.

4.3 Сочетание агротехнических и химических мероприятий в защите посевов проса от сорной растительности

Данные по механической борьбе с сорными растениями в посевах проса, в частности эффективности и целесообразности проведения довсходового боронования, носят противоречивый характер. Несмотря на то, что ряд

исследователей считает его эффективным способом борьбы с сорными растениями [204] он не получил широкого применения в технологии возделывания проса [133].

Поэтому нами были проведены исследования по оценке эффективности довсходового боронования посевов проса и целесообразности проведения этого мероприятия совместно с обработкой посевов гербицидами.

В 2002 г. на опытном участке преобладали подмаренник цепкий, марь белая, горец вьюнковый, реже встречались ромашка непахучая, пастушья сумка, осот полевой, бодяк полевой, пырей ползучий. Боронование, проведенное на 6-й день после посева, снизило общее количество сорняков по отношению к контролю на 23,7%, в том числе численность подмаренника цепкого снизилась на 40,3%, мари белой - 23,2%, горца вьюнкового – 0,5%, фиалки полевой – 35,5% (таблица 4.12).

Таблица 4. 12 – Эффективность боронования и химической прополки в посевах проса

(полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант	Снижение численности сорных растений, % к контролю		
	подмаренника цепкого	мари белой	горца вьюнкового
2002 г.			
Контроль (без боронования и опрыскивания гербицидом)	10,8	9,2	2,0
Боронование до всходов	40,3	23,2	0,5
Опрыскивание линтуром, ВДГ (150 г/га) в фазу кущения	81,5	78,3	100
Боронование до всходов и опрыскивание линтуром, ВДГ (150 г/га) в фазу кущения	93,8	85,5	100
2004 г.			
	звездчатки средней	мари белой	горца вьюнкового
Контроль (без боронования и опрыскивания гербицидом)	50,0	86,0	63,0
Боронование до всходов	36,2	31,4	54,0
Опрыскивание линтуром, ВДГ (150 г/га) в фазу кущения	100	85,8	100
Боронование до всходов и опрыскивание линтуром, ВДГ (150 г/га) в фазу кущения	100	90,3	100

Примечание - В контроле численность сорняков, шт/м²

В 2004 г. на опытном участке доминировала марь белая, горец вьюнковый, звездчатка средняя, ярутка полевая. Эффективность довсходового боронования была выше: количество сорных растений снизилось на 35,9%, в том числе звездчатки средней на 36,2%, мари белой – 31,4%, горца вьюнкового – 54,0%, ромашки непахучей – 30,6%. Однако после проведения боронования засоренность осталась на достаточно высоком уровне, сорные растения в сильной степени подавляли развития проса, в результате чего наблюдалось сильное изреживание культуры. Высота растений проса не превышала 60 см и сохраненный урожай (2,0 ц/га) в этом варианте не достоверен.

В данном опыте была получена минимальная за все годы урожайность на контроле 0,9 ц/га. Потери урожая по отношению к варианту с применением гербицида составили 97,2%, то есть урожай зерна проса был потерян полностью.

В качестве химического метода борьбы с сорными растениями использовали гербицид линтур, ВДГ в норме 150 г/га.

В 2002 г. довсходовое боронование и обработка линтуром в фазе кущения снизили численность сорняков на 83,4%, в том числе было уничтожено 92,1% малолетних и 87,5% многолетних сорных растений, в 2004 г. эффективность составила 75,8% по численности и 90,3% по массе. При бороновании была уничтожена часть всходов сорных растений, благодаря чему на момент обработки линтуром оказалось меньше сорняков в фазе 6 настоящих листьев, когда действие гербицида снижается. Проведение химпрополки линтуром без боронования обеспечило гибель 70,9% сорняков в условиях 2002 г. и 68,7% в 2004 г. несмотря на то, что более полная гибель сорных растений наблюдалась при проведении боронования до всходов в сочетании с химической прополкой в фазе кущения, хозяйственная эффективность этого мероприятия существенно не отличалась от проведения одной прополки линтуром (таблица 4.13).

Как свидетельствуют полученные результаты, боронование проса до всходов во влажный год при высокой засоренности не снизило количество сорняков до безопасного для культуры уровня. Совместное же применение этого приема и химической прополки не показало своего преимущества перед одной обработкой гербицидом линтур. В условиях же засушливого 2002 года довсходовое боронование даже при невысокой биологической эффективности обеспечило достоверную прибавку урожая. Это можно объяснить тем, что при бороновании разрушалась почвенная корка, разрыхлялась почва, вследствие чего ускорялось появление всходов проса. В целом же эффективность боронования на уровне 31,4 – 42,8% для культуры недостаточна.

Таблица 4.13 – Эффективность боронования и химической прополки защите посевов проса от сорных растений (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант	Снижение, % к контролю		Урожай-ность, ц/га	Сохраненный урожай		Затраты на защиту, \$ США/га	Чистый доход, \$ США/га	Рентабель-ность,%
	численности сорняков	массы сорняков		ц/га	\$ США/га			
2002 г.								
Контроль (без боронования и опрыскивания гербицидом)	39,2	307,6	11,8	-	-	-	-	-
Боронование до всходов	23,7	31,4	13,9	2,1	21,6	8,9	12,7	142,8
Опрыскивание линтуром, ВДГ (150 г/га) в фазе кушения	70,9	79,2	16,6	4,8	49,4	19,6	29,8	152,1
Боронование до всходов и опрыскивание линтуром, ВДГ (150 г/га) в фазе кушения	83,4	94,6	16,9	5,1	52,5	26,6	25,9	97,2
НСР ₀₅ 2,0								
2004 г.								
Контроль (без боронования и опрыскивания гербицидом)	244,0	2254,0	0,9	-	-	-	-	-
Боронование до всходов	35,9	42,8	2,9	2,0	20,6	9,9	10,6	107,0
Опрыскивание линтуром, ВДГ (150 г/га) в фазе кушения	68,7	79,6	32,5	31,6	325,2	65,7	259,5	395,1
Боронование до всходов и опрыскивание линтуром, ВДГ (150 г/га) в фазе кушения	75,8	90,3	29,4	28,5	293,3	66,9	226,4	338,7
НСР ₀₅ 5,1								

Примечание - В контроле численность сорняков, шт/м², их масса, г/м²

От применения линтура получен максимальный чистый доход – 19,6 долларов США/га в 2002 г. и 259,5 долларов США/га – в 2004 г. при рентабельности 152,1 – 395,1%. В 2004 г. на фоне высокой засоренности защита посевов проса от сорных растений оказалась экономически более эффективной, поскольку в контроле сорняки полностью заглушили посев и урожай был потерян. Экономическая эффективность сочетания боронования и химической прополки несколько ниже, что связано с увеличением затрат на защиту, которое не оправдывается повышением урожайности. Следовательно, если планируется обработка посевов эффективными гербицидами, бороновать посевы проса нецелесообразно, что согласуется с мнением других авторов [133, с. 66].

Выводы

На основании проведённых исследований установлено, что:

применение гербицида агритокс, в.к. в норме расхода 0,7-1,2 л/га эффективно при засорении посевов проса марью белой, пастушьей сумкой, яруткой полевой;

применение линтура, ВДГ (120-180 г/га), секатора, ВДГ (150-200 г/га) позволяет снизить засоренность посевов проса на 80-100%, в том числе и устойчивыми к 2,4-Д и 2М-4Х видами сорных растений (виды горца, ромашки, подмаренник цепкий, звездчатка средняя, фиалка полевая);

использование в посевах проса гранстара, 75% с.т.с. и хармони, 75% с.т.с. в норме 10-15 г/га в смесях с гербицидами группы 2,4-Д обеспечивает высокий эффект проведённых защитных мероприятий на полях, где наряду с ромашкой непахучей, видами горца, звездчаткой средней, произрастает марь белая, ярутка полевая и пастушья сумка;

внесение баковой смеси агритокса (0,8 л/га) с лонтрелом 300 (клопиралид типа соль, 300 г/л к.э.) в норме 0,2 - 0,3 л/га позволяет обеспечить эффективность прополки на уровне 80-100% против ромашки непахучей, горца выюнкового, мари белой, ярутки полевой и, что особенно важно, против осотов и бодяков.

На основании полученных данных по биологической эффективности препаратов в посевах проса гербициды линтур, ВДГ (120 – 180 г/га), секатор, ВДГ (150 – 200 г/га), агритокс, в.к. (0,7 – 1,2 л/га) включены в «Каталог разрешенных препаратов...» Республики Беларусь.

Гербициды кугар, КС и рейсер, 25% к.э. в норме 1 л/га при довсходовом их применении фитотоксичны для проса в результате чего отмечалась гибель растений.

Установлено, что биологическая эффективность довсходового боронования в посевах проса составляет 23,7–35,9%, обеспечивая

максимальную эффективность при преобладании в посевах фиалки полевой, видов горца, подмаренника цепкого, ромашки непахучей, мари белой. Если планируется обработка посевов проса эффективными гербицидами, от боронования до всходов можно отказаться.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ПРОСА

Основной принцип оценки экономической эффективности использования пестицидов - сопоставление эффекта, полученного в результате их применения в виде дополнительного урожая и затрат на средства защиты растений. Для анализа экономической эффективности средств защиты растений используются следующие показатели: величина сохраненного урожая в результате применения пестицидов, стоимость сохраненного урожая с учетом повышения его качества, затраты на проведение защитных мероприятий, включающие стоимость пестицидов и стоимость их внесения, чистый доход, составляющий разницу стоимости сохраненного урожая и затрат на защиту растений, рентабельность или окупаемость применяемых средств защиты растений [161].

Расчет экономической эффективности свидетельствует о высокой окупаемости затрат при использовании гербицидов в посевах проса.

В Республиканском унитарном предприятии «Минская областная сельскохозяйственная опытная станция» в 2002 г. на основе оценки видового состава сорных растений и динамики их появления было принято решение о применении гербицида линтур в норме 170 г/га в фазу начала кущения культуры (таблица 5).

Таблица 5 - Экономическая эффективность применения гербицидов в посевах проса (производственные опыты)

Вариант опыта	Снижение численности сорняков, %	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай		Затраты на защиту, \$ США/га	Чистый доход, \$ США /га	Рентабельность, %
			ц/га	\$ США/га			
РУП «Минская ОСХОС», 2002 г.							
Линтур, ВДГ, 170 г/га	79,6	24,1	8,5	87,5	27,1	60,4	222,9
СПК «Жуховичи», Кореличский район, Гродненская область, 2003 г.							
2М-4Х, 250 г/л + гранстар, 75% с.т.с., 4,0 л/га + 15 г/га	90,8	23,4	8,4	86,4	33,3	53,1	159,4
2М-4Х, 250 г/л + хармони, 75% с.т.с., 4,0 л/га + 15 г/га	88,6	24,3	9,3	95,7	37,0	58,7	158,3

Примечание - Расчет экономической эффективности произведен в ценах 2004 г.

При внесении препарата численность мари белой снизилась на 70,3, ромашки непахучей - 95,6, горца вьюнкового – 98,8%, звездчатка средняя погибла полностью. Общее количество сорняков снизилось на 79,6, их масса на 87,2%, сохраненный урожай проса составил 8,5 ц/га, что не только окупало произведенные затраты, но и обеспечило чистый доход 60,4 долларов США/га при рентабельности защитных мероприятий 222,9%.

В 2003 г. в СПК «Жуховичи» в производственном опыте исходная засоренность посевов проса составила 120 шт/м². Преобладала мари белая, звездчатка средняя, горец вьюнковый и шероховатый, встречались ромашка непахучая, фиалка полевая, пастушья сумка. Учитывая видовой состав и численность сорных растений выше пороговой, было принято решение о применении баковых смесей в фазе 5 – 6 листьев культуры. При внесении баковой смеси 2М-4Х с хармони численность сорняков снизилась на 88,6, с гранстаром – 90,8%, что способствовало сохранению 8,4 – 9,3 ц/га зерна, чистый доход составил от 53,1 – 58,7 долларов США/га, рентабельность - 158,3 - 159,4% .

Результаты оценки экономической эффективности применения гербицидов свидетельствуют о высокой рентабельности химической прополки в посевах проса. Снижение уровня засоренности способствует благоприятному росту культурных растений, уменьшению затрат и потерь при уборке урожая.

Использование гербицидов в производственных условиях позволило сохранить 8,4 – 9,3 ц/га урожая зерна, чистый доход составил от 53,1 – 60,4 долларов США/га при рентабельности 158,3 – 222,9%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Выявлено, что в посевах проса в Беларуси произрастает 75 видов сорных растений, принадлежащих к 27 семействам. Структура сорно-полевой флоры носит зональный характер. В Северной агроклиматической зоне наблюдается высокая численность пырея ползучего, подмаренника цепкого, торицы полевой, в то время как в Центральной зоне выше засоренность фиалкой полевой, видами осота и щетинника. Просо куриное, звездчатка средняя более характерны для Южной агроклиматической зоны, реже здесь встречается дрема белая, пастушья сумка, ромашка непахучая. Марь белая и виды горца произрастают в равной степени по всей территории республики [7-А, 9-А].

Средняя засоренность посевов составляет 150,5 шт/м², в том числе пырея ползучего – 38,6 шт/м², мари белой – 18,4, проса куриного – 17,1, щетинника сизого и зеленого – 11,4, видов горца – 11,4, звездчатки средней – 7,1, фиалки полевой – 9,1 шт/м². Доминируют малолетние сорные растения 100,7 шт/м² (66,9%), из них преобладают раннеяровые и позднеяровые однолетники. Численность многолетних сорняков составляет 49,8 шт/м² (33,0%). Наибольшее распространение получили виды, относящиеся к семействам мятликовых, маревых, фиалковых, гвоздичных, гречишных [7-А, 9-А].

Изучение ботанического состава и зонального распределения сорных растений открывает возможности для биологического обоснования применения гербицидов и формирования их современного ассортимента [7-А, 9-А].

2. Установлено, что чем продолжительнее совместная вегетация культуры с сорняками, тем выше потери урожая зерна проса: совместная вегетация сорняков до фазы 3-5 листьев – 1,4 – 10,8%, до фазы 5 – 6 листьев – 13,0 – 18,9%, при более продолжительном сроке – 28,4 – 61,8%. При полном отказе от прополки и высоком уровне засорения потери достигают 70,3 – 97,2% урожая [5-А, 10-А].

Критический период вредоносности сорных растений в посевах проса составляет 21 – 26 дней совместной вегетации. Он тесно связан с динамикой появления сорных растений: при дружном и раннем появлении сорняков, борьбу с ними следует проводить в фазе 3 – 4 листьев, при более растянутом – фазе 5 – 6 листьев культуры [5-А, 10-А].

3. Определено, что биологический порог вредоносности сорных растений в посевах проса составляет 9 – 18 шт/м². В неблагоприятных для развития проса погодных условиях (засуха, заморозки) его показатели снижаются, при интенсивном росте культуры – повышаются [4-А, 10-А].

Коэффициент вредоносности сорных сообществ, отражающий потери урожая при увеличении засоренности проса на один сорняк/м², равен 0,07-0,18 по количеству сорняков и 0,017-0,044 ц/га по их массе [4-А].

Полученный коэффициент вредоносности позволяет рассчитать ожидаемые потери урожая на конкретных полях, а также определить экономические пороги целесообразности применения гербицидов, которые находятся в пределах 14 – 55 шт/м², и зависят также от интенсивности накопления просом вегетативной массы.

4. Установлено, что биологическая эффективность довсходового боронования в посевах проса составляет 23,7–35,9%, обеспечивая максимальную эффективность при преобладании в посевах фиалки полевой, видов горца, подмаренника цепкого, ромашки непахучей, мари белой. Поэтому применение гербицидов необходимый технологический прием [2-А].

5. В период вегетации проса их следует применять только с учетом видового состава сорных растений: при засорении посевов марью белой, пастушьей сумкой, яруткой полевой высокую эффективность показал агритокс, в.к. в норме расхода 0,7-1,2 л/га; видами горца, ромашки, подмаренником цепким, звездчаткой средней, фиалкой полевой лучшие результаты получены при использовании линтура, ВДГ (120-180 г/га), секатора, ВДГ (150-200 г/га); там, где наряду с ромашкой непахучей, видами горца, звездчаткой средней, произрастает марь белая, ярутка полевая, высокий эффект защитных мероприятий обеспечивает внесение гранстара, 75% с.т.с., хармони, 75% с.т.с. в норме 10-15 г/га в смесях с гербицидами группы 2,4-Д, 2М-4Х; численность ромашки непахучей, горца вьюнкового, видов осотов снижается на 80-100% при использовании баковой смеси агритокса (0,8 л/га) с лонтрелом 300 (клопиралид типа соль, 300 г/л к.э.) в норме 0,2 - 0,3 л/га [1-А, 3-А, 8-А, 10-А, 11-А, 12-А, 13-А, 14-А].

Гербициды кугар, КС и рейсер, 25% к.э. в норме 1 л/га при довсходовом их применении фитотоксичны для проса, в результате чего отмечалась гибель растений [6-А].

6. Защита посевов проса от сорной растительности в производственных условиях с применением нового ассортимента гербицидов снижает их засоренность на 79,6 – 90,8%, сохраняет 8,4 – 9,3 ц/га урожая зерна, обеспечивает чистый доход 53,1 – 60,4 долларов США/га с рентабельностью 158,3 – 222,9% [2-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Для проведения своевременной защиты посевов проса от сорных растений при дружном и раннем появлении сорняков прополку следует проводить в фазе 3 - 4 листьев культуры, при растянутом и запоздалом - фазе 5 - 6 листьев проса при засоренности, превышающей биологические пороги вредоносности (9 - 18 шт/м²).

Выбор гербицида зависит от видового состава основных сорняков в посевах:

при засорении посевов проса марью белой, пастушьей сумкой, яруткой полевой и другими чувствительными сорняками целесообразно использование агритокса, в.к. (0,7 - 1,2 л/га);

при наличии в посевах ромашки непахучей, видов горца, звездчатки средней, подмаренника цепкого, пикульника обыкновенного, осота полевого рекомендуется линтур, ВДГ, 120 - 180 г/га или секатор ВДГ, 150 - 200 г/га;

на полях, где наряду с марью белой, яруткой полевой, пастушьей сумкой произрастают устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х виды сорняков (ромашка непахучая, виды горцев, звездчатка средняя) предпочтение необходимо отдавать баковым смесям хармони, 75% с.т.с. или гранстара, 75% с.т.с. (10 - 15 г/га) с агритоксом, в.к. (0,8 - 1,0 л/га);

при засорении проса, наряду с однолетними сорняками, видами осота, хорошие результаты обеспечивают баковые смеси агритокса (0,8 л/га) с лонтрелом 300 в норме 0,2 - 0,3 л/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Список использованных источников

- 1 Агроклиматический справочник / М-во с.х. БССР. Упр. Гидрометеослужбы; под ред. Н.А. Малишевской.- 2-е изд., перераб. и доп.- Минск: Урожай, 1969. - 248 с.
- 2 Алабушев, В.А. Методика изучения критериев конкуренции и порогов вредоносности сорняков в посевах полевых культур / В.А. Алабушев, А.Ф. Збраилов // Приемы повышения урожайности с.-х. культур. - Персияновка, 1980. - Т. 15, вып. 1. - С. 77 - 81.
- 3 Алабушев, В.А. Сорняки и борьба с ними: Пособие для агронома / В.А. Алабушев, А.А. Парфенюк, З.Н. Морозова. – Ростов на Дону: Рост. кн. изд-во, 1982. – 128 с.
- 4 Алиев, А.М. Вредоносность сорных растений / А.М. Алиев, В.Ф. Ладонин // Защита растений. - 1990. – № 5. - С. 15.
- 5 Аликперов, Р.А. Борьба с сорняками на посевах проса в условиях Пензенской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Р.А. Аликперов; Туркм. с.-х. ин-т им. М.А. Калинина. – Ашхабад, 1963. - 24 с.
- 6 Андреев, А.С. Вредоносность сорных растений в посевах ячменя / А.С. Андреев, А.А. Шевчук, Н.М. Сонич // Пути дальнейш. соверш. защиты растений в респ. Прибалтики и Белоруссии: тез. докл. науч.-произв. конф. – Рига, 1983. - Ч. 3.- С. 4 - 7.
- 7 Анохина, Т.А. О целесообразности использования проса в качестве страховой культуры / Т.А. Анохина, В.Н. Кравцова // Земляробства і ахова раслін. – 2004. - № 1. – С. 6.
- 8 Арлаускене, А. Влияние предшественников и органических удобрений на засоренность посевов в звене зерновых / А. Арлаускене, С. Майкштенене // Защита растений на рубеже XXI века: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию БелНИИЗР (Минск-Прилуки, 19 - 21 февр. 2001 г.). - Минск, 2001. - С. 50 - 52.
- 9 Бабич, А.А. Борьба с сорняками с учетом конкурентной способности культур / А.А. Бабич, В.П. Борона // Земледелие. – 1986. - № 2. - С. 41 – 42.
- 10 Баздырев, Г.И. Агроэкологические основы интегрированной защиты полевых культур от сорняков в современных системах земледелия Нечерноземной зоны РСФСР: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук в форме докл.: 06.01.01 / Г.И. Баздырев; ТСХА. – М., 1991. – 57 с.
- 11 Безуглов, В.Г. Применение гербицидов в интенсивном земледелии / В.Г. Безуглов. - М.: Россельхозиздат, 1981. - 238 с.

- 12 Бешанов, А.В. Борьба с сорняками на полях Нечерноземья / А.В. Бешанов, Г.Е. Шилов, О.С. Выдрина. - Л.: Колос, 1979. -166 с.
- 13 Борона, В.П. Гербициды для интегрированных систем защиты кормовых и зернофуражных культур от сорняков на Украине / В.П. Борона, В.С. Задорожный // Сост. и развитие гербологии на пороге XXI столетия: материалы Второго Всерос. науч.-произв. совещ. (Голицыно, 17 - 20 июля 2000 г.). / ВНИИФ. – Голицыно, 2000. – С. 140 - 142.
- 14 Бысова, Т.Д. Влияние сроков и способов сева на продуктивность и засоренность посевов проса / Т.Д. Бысова // Сб. ст. науч. сотруд. и асп. Белорус. НИИ земледелия и кормов; под ред. М.А. Кадырова. – Минск, 2001. - С. 123 – 125.
- 15 Бысова, Т.Д. Эффективность азотного питания проса / Т.Д. Бысова // Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2000. – С. 93 – 96.
- 16 Ванин, Д.Е. Об оценке вредоносности сорняков / Д.Е. Ванин, В.С. Зуза // С.-х. биология. – 1981. – Т. 16, № 2. - С. 307 - 312.
- 17 Васильченко, И.Т. Определитель сорных растений / И.Т. Васильченко. - Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. -344 с.: ил.
- 18 Васьковский, Г.П. Гербициды как фактор повышения эффективности удобрений / Г.П. Васьковский // Агрохимия. - 1979. - № 4. – С.118 - 122.
- 19 Велецкий, И.Н. Технология применения гербицидов / И.Н. Велецкий. - Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1980. - 152 с.: ил.
- 20 Влияние способов основной обработки почвы на засоренность зерновых культур в севообороте / Л.А. Булавин [и др.] // Ахова раслін. – 2000. - №4. - С. 30 – 33.
- 21 Воеводин, А.В. Вредоносность сорных растений на зерновых культурах / А.В. Воеводин // Бюл. ВИЗР. - 1985. - № 62. – С. 47 – 52.
- 22 Воеводин, А.В. Конкуренция культурных и сорных растений / А.В. Воеводин // Сел. хоз-во за рубежом. - 1974. - № 2. - С. 14 - 18.
- 23 Воеводин, А.В. Проблемы борьбы с сорняками с помощью гербицидов / А.В. Воеводин, В.Ф. Ладонин // Химия в сел. хоз-ве. - 1971. - Т. 9, вып. 2. - С. 75 - 77.
- 24 Волков, Е.Д. Засоренность посевов яровой пшеницы при внесении суперфосфата / Е.Д. Волков, А.И. Лихтенберг // Химия в сел. хоз-ве. – 1970. – Т. 8, №1. - С. 22 - 24.
- 25 Вошедский, В.Н. Эффективность совместного применения удобрений и гербицидов под просо на южном черноземе в Ростовской области / В.Н. Вошедский // Удобрения и химические средства защиты растений в системе возделывания с.-х. культур в Ростовской области: сб. науч. тр. / Донской гос. аграр. ун-т. - п. Персиановский, 1998. - С. 44 - 48.

26 Вредоносность устойчивых сорняков в посевах зерновых культур при прополке гербицидами типа 2,4-Д или 2М-4Х / С.В. Сорока [и др.] // Экол.-экон. основы усовершенств. интегрир. систем защиты растений от вредителей, болезней и сорняков: тез. докл. науч.-произв. конф., посвящ. 25-летию БелНИИЗР. – Минск, 1996. – Ч. 2. – С. 128 - 130.

27 Голубев, А.С. Эффективность применения сульфонилмочевинных гербицидов на примере препарата секатор при многолетнем типе засорения озимой пшеницы / А.С. Голубев, В.И. Долженко, Т.А. Маханькова // Хим. метод защиты растений, состояние и перспектива повышения экол. безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф. 6 – 10 дек. 2004 г. – СПб, 2004. - С. 62 – 64.

28 Гоник, Г.Е. Секатор в Краснодарском крае / Г.Е. Гоник // Защита и карантин растений. – 2001. - № 2. - С. 1.

29 Губанов, И.А. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР: пособие для учителей / И.А. Губанов, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. - М.: Просвещение, 1981. - 287 с.

30 Гулидов, А.М. Видовой состав сорной флоры и его регулирование / А.М. Гулидов // Защита растений. – 1991. - № 2. – С. 18 – 21.

31 Гулидов, А.М. Погодные условия и эффективность гербицидов / А.М. Гулидов // Защита и карантин растений. – 2000. - № 5. – С. 21 – 24.

32 Гулидов, А.М. Проблемы выбора и применения гербицидов / А.М. Гулидов // Защита и карантин растений. – 2000. - № 2. – С. 36 – 38.

33 Гулидов А.М. Вредоносность сорных сообществ и критический период вредоносности сорняков на посевах проса / А.М. Гулидов, В.Д. Харченко // Интегрир. защита растений в условиях интенсивного с.-х. пр-ва: сб. науч. тр./ Всерос. НИИ защиты растений. – Воронеж, 1990. - С. 81 - 88.

34 Демиденко, П.М. Влияние сроков посева на урожайность и качество зерна проса в северной степи УССР / П.М. Демиденко, И.И. Конах // Интенсивная технология возделывания зерновых культур в степи УССР: сб. науч. тр./ Днепропетр. СХИ. – Днепропетровск, 1989. - С. 52 - 57.

35 Димов, И.М. Влияние интенсивной технологии на урожайность проса в Кулундинской степи / И.М. Димов // Материалы науч. чтений, посвящ. 100-летию закладки первых опытов И.И. Жилинским. – Новосибирск, 1997. – С. 51 - 53.

36 Донченко, В.С. Некоторые особенности биологии главных сорняков проса Омской области: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / В.С. Донченко; Омский с.-х. ин-т. – Омск, 1954. - 14 с.

37 Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

- 38 Душкин, А.Н. Исследование и разработка влаго- энерго- и ресурсосберегающей технологии возделывания проса в Центральном Черноземье России: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук: 06.01.09 / А.Н. Душкин; Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К.Д. Глинки. – Воронеж, 1995. – 24 с.
- 39 Елагин, И.Н. Урожай “САМ-200” / И.Н. Елагин // Зерн. к-ры. – 1991. - № 6. - С. 20 - 21.
- 40 Жуков, В.Н. Комплексная вредоносность сорняков полевого севооборота Каменной степи (ЦЧП) / В.Н. Жуков. - СПб – Пушкин, 2004. – 87 с.
- 41 Жуков, Н.М. Перспективы применения линтура на зерновых культурах в Беларуси / Н.М. Жуков // Ахова раслін. – 1999. - №1. - С. 12 – 13.
- 42 Журавель Б.Н. Культура проса в БССР / Б.Н. Журавель. - Минск, 1963. - 44 с.
- 43 Засоренность агроценозов Беларуси в 1996 - 2000 годах, прогноз засоренности, потерь урожая и обоснование ассортимента гербицидов в 2001 году / С.В. Сорока [и др.] // Обзор распростр. вредителей, болезней и сорняков с.-х. культур в 2000 году и прогноз их появления в 2001 г. в Республике Беларусь. – Минск, 2001. - С. 107 - 114.
- 44 Захаренко, А.В. Действие разных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на сорный компонент агрофитоценоза и урожайность полевых культур / А.В. Захаренко // Сост. и пути соверш. интегрир. защиты посевов с.-х. культур от сорной растительности: материалы Всерос. науч.- произв. совещ. (Голицыно, 24 - 28 июля 1995 г.). – Пушкино, 1995.- С. 51 - 55.
- 45 Захаренко, В.А. Изучение конкурентной способности сорных и культурных растений в связи с применением гербицидов / В.А. Захаренко // Химия в сел. хоз-ве. – 1968. - № 6. – С. 47 - 50.
- 46 Захаренко, В.А. Экономика интегрированной борьбы с сорняками: обзор. информ. / В.А. Захаренко / ВАСХНИЛ ВНИИ информ. и техн.-экон. исслед. по сел. хоз-ву. - М., 1981. – 58 с.
- 47 Захаренко, В.А. Экономические аспекты применения гербицидов в растениеводстве / В.А. Захаренко // Акт. вопр. борьбы с сорными растениями: сб. статей; под ред. Г.С. Груздева. – М., 1980. - С. 29.
- 48 Захаренко, В.А. Экономичность гербицидов в интенсивном земледелии / В.А. Захаренко // Защита растений. - 1980. - №11. - С.28 - 29.
- 49 Захаров, П.Я. Формирование урожая проса при разных сроках, способах посева и нормах высева на светло-каштановых почвах Волгоградской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / П.Я. Захаров; Волгогр. с.-х. ин-т. – Волгоград, 1973. - 22 с.

- 50 Збраилов, А.Ф. Влияние конкуренции сорняков на урожайность ярового ячменя / А.Ф. Збраилов // Приемы повышения урожайности с.-х. культур. – Парсиановка, 1981. - Т. 16, вып. I. – С. 88 - 91.
- 51 Земледелие / С.А. Воробьев [и др.]; под ред. С.А. Воробьева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 527 с.
- 52 Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Минск: «ФУАнформ», 2000. - 421 с.
- 53 Зотова, А. П. Сорные растения и борьба с ними / А.П. Зотова. – 2-е изд. - Л.: Лениздат, 1976. – 128 с.
- 54 Зуза, В.С. К вопросу потерь урожая от сорняков / В.С. Зуза // Земледелие. – 1984. - № 9. – С. 48 - 49.
- 55 Зуза, В.С. Некоторые математические модели зависимости между засоренностью и урожаем культурных растений (на примере проса) / В.С. Зуза // Биол. науки. –1975. - № 6. - С. 129 - 135.
- 56 Зуза, В.С. Особливості засміченості окремих сільськогосподарських культур в однакових агроекологічних умовах / В.С. Зуза // Эффективность агротехн. приемов в условиях экологизации земледелия Украины: сб. науч. тр. / Харьк. гос. аграр. ун-т им. В.В. Докучаева – Харьков, 1994. - С. 9 - 15.
- 57 Зуза, В.С. Разработка химических мер борьбы с сорняками в посевах проса в условиях Левобережной Лесостепи Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.С. Зуза; Укр. науч.-исслед. ин-т растениеводства, селекции и генетики им. В.Я. Юрьева.– Харьков, 1971. – 22 с.
- 58 Зуза, В.С. Регрессионный анализ в изучении взаимоотношений культурных растений и сорняков / В.С. Зуза // С.-х. биология. – 1974. – Т. 9, № 6. – С. 838 - 843.
- 59 Иванов, М.В. Продуктивность сортов проса обыкновенного при разных нормах высева и применении гербицида / М.В. Иванов // IV межвуз. конф. студ. и мол. ученых Волгоградской обл. (8 – 10 дек. 1998 г.): тез. докл. - Волгоград, 1999. - С. 7 – 8.
- 60 Ивашкевич, А.А. Биологическая эффективность линтура против двудольных сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х в посевах ячменя / А.А. Ивашкевич // Акт. пробл. борьбы с сорной растительностью в современном земледелии и пути их решения. - Жодионо, 1999. - Том 2. - С. 9 - 12.
- 61 Ивашкевич, А.А. Эффективность применения хармони и гранстара в посевах ячменя и их последствие на сельскохозяйственные культуры / А.А. Ивашкевич // Защита растений: сб. науч. тр./ Белорус. НИИ защиты растений. – Минск, 1992. - Вып. 17. - С. 153 - 158.
- 62 Иващенко, А.А. Защита сахарной свеклы от сорняков / А.А. Иващенко // Защита и карантин растений. – 1998. - № 10. – С. 37 – 38.

63 Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / подгот. Л. М. Державин [и др]. - М.: Агропромиздат, 1986. - 16 с.

64 Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей болезней и сорняков: рекомендации / Белорус. НИИ защиты растений; редкол.: В.Ф. Самерсов (гл. ред.) [и др.]. – Барановичи: Баран. укрупн. тип., 1998. – 476 с.

65 Исаев, А.П. Комплексные меры защиты проса от сорняков / А.П. Исаев // Защита и карантин растений. - 1994. - №10. - С. 24.

66 Исаев, А.П. Прогноз и картографирование сорняков / А.П. Исаев. - М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.

67 Исаев, А.П. Разработка химических приемов защиты посевов проса от сорных растений / А.П. Исаев, Л.Д. Коблева // Биол. и экон. потенциал зернобобовых, крупяных культур и пути его реализации: материалы междунар. науч. конф., приуроч. к 35-летию ВНИИ зернобоб. и круп. культур. - Орел, 1997. - С. 303 – 307.

68 Кадыргалиев, А.М. Возделывание проса в сухостепной зоне Уральской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / А.М. Кадыргалиев; Каз. науч.-исслед. ин-т земледелия им. В.Р. Вильямса. - Алма-Ата, 1975. - 20 с.

69 Кадыров, М.А. Стратегия экономически целесообразной адаптивной интенсификации системы земледелия Беларуси / Кадыров М.А. - Минск: «В.И.З.А. Групп», 2004. - 64 с.

70 Казакова, И.П. Эффективность раздельного и совместного применения минеральных удобрений и гербицидов на посевах кукурузы в Западной Сибири / И.П. Казакова // Химия в сел. хоз-ве. – 1970. - № 4. - С. 55 - 57.

71 Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь / Р.А. Новицкий [и др.]. – Минск: ООО «Инфофорум», 2005. - 416 с.

72 Киреенко, Н.В. Просо – ценная кормовая культура / Н.В. Киреенко // Зоотехн. наука Беларуси: сб. науч. тр. / РУП «БелНИИ животноводства». - Минск: Хата, 2001. - Т. 36. – С. 280 – 284.

73 Киреенко, Н.В. Просо – культура больших возможностей: аналит. обзор. / Н.В. Киреенко, Л.Ф. Курч, А.В. Ураков; Белорус. науч. ин-т внедр. новых форм хозяйствования в АПК. – Минск, 2002. – 52 с.

74 Киселев, А.Н. Сорные растения и меры борьбы с ними / А.Н. Киселев. – М.: Колос, 1971. – 192 с.

75 Коблева, Л.Д. Гербициды на посевах проса / Л.Д. Коблева // Науч.– техн. бюл. / Всесоюз. НИИ зернобоб. и круп. культур. – Орел, 1985. - № 33. - С. 68 - 72.

76 Коблева, Л.Д. Последовательное внесение гербицидов в посевах проса / Л.Д. Коблева // Науч.– техн. бюл. / Всесоюз. НИИ зернобоб. и круп. культур. – Орел, 1986. - № 35. - С. 86 - 90.

77 Костикова, Н.О. Биоэнергетическая эффективность элементов технологии возделывания проса / Н.О. Костикова // Биол. и экон. потенциал зернобоб., круп. культур и пути его реализации: материалы междунар. науч. конф., приуроч. к 35-летию ВНИИ зернобоб. и круп. культур. - Орел, 1997. - С. 298 – 303.

78 Костикова, Н.О. Изучение отдельных приемов технологии возделывания проса / Н.О. Костикова // Науч. основы создания моделей агроэкоотипов сортов и зональных технологий воздел. зернобоб. и круп. культур для различных регионов России: сб. статей науч.-метод. коорд. совещ. (Орел, март, 1996). – Орел: Орелиздат, 1997. – С. 233 – 237.

79 Котт, С.А. Сорные растения и борьба с ними / С.А. Котт. – М.: Колос, 1969. – 200 с.

80 Котт, С.А. Сорные растения и меры борьбы с ними / С.А. Котт. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 384 с.

81 Кравцов, С.В. А вы просо сеяли? / С.В. Кравцов // Белорус. сел. хоз-во. – 2002. - № 5. – С. 36 - 37.

82 Кравцов, С.В. Изучение и создание исходного материала проса для селекции на урожайность и крупность зерна: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / С.В. Кравцов; РНИУП «Институт земледелия и селекции НАН Беларуси» – Жодино, 2003. – 20 с.

83 Крафтс, А. Химическая борьба с сорняками / А. Крафтс, У. Роббинс; пер. с англ. - М.: Колос, 1964. - 456 с.

84 Кульков, В.Ф. Совместное влияние предшественников, основной и предпосевной обработки почвы на урожай проса в Заволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.Ф. Кульков; Саратов. с.-х. ин-т – Саратов, 1972. - 24 с.

85 Курч, Л.Ф. Хозяйственно-биологические параметры новых сортов проса в условиях Минской области / Л.Ф. Курч // Совершен. приемов увеличения пр-ва продукции растениеводства и животноводства в условиях Минской обл.: сб. науч. тр. / Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. Минская гос. обл. с.-х. опыт. станция. – Минск, 1996. - Вып. 2. - С. 42 - 49.

86 Курч, Л.Ф. Особенности возделывания проса сорта Быстрое в условиях республики Беларусь / Л.Ф. Курч, А.В. Ураков // Междунар. аграр. журн. – 1998. - № 2. - С. 24 - 25.

87 Ладонин, В.Ф. Роль гербицидов при возрастании масштабов применения удобрений в земледелии / В.Ф. Ладонин // Химия в сел. хоз-ве. - 1976. - № 1. - С. 58 - 64.

- 88 Ладонин, В.Ф. Комплексное применение гербицидов и удобрений в интенсивном земледелии / В.Ф. Ладонин, А.М. Алиев. - М.: Агропромиздат, 1991. - 269 с.
- 89 Ладонин, В.Ф. Рациональное сочетание гербицидов и удобрений в посевах сельскохозяйственных культур: обзор. информ. / В.Ф. Ладонин, А.М. Алиев, Н.И. Цимбалит / ВНИИ тех.-экон. исслед. по сел. хоз-ву. - М., 1984. - 64 с.
- 90 Лазаускас, П.М. Количественная зависимость между массой сорных растений и продуктивностью агрофитоценозов / П.М. Лазаускас // Акт. вопросы б-бы с сорными растениями. - М.: Колос, 1980. - С. 67 - 75.
- 91 Лапковская, Т.Н. Агробιοлогическое обоснование химической системы защиты посевов льна-долгунца от сорных растений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.: 06.01.11 / Т.Н. Лапковская; НИРУП «Белорус. ин-т защиты растений». - п. Прилуки, Минский р-н, 2003. - 21 с.
- 92 Лапковская, Т.Н. Хармони в посевах льна-долгунца / Т.Н. Лапковская, С.В. Сорока // Ахова раслін. - 1999. - № 2 - 3. - С. 34 - 35.
- 93 Лапченков, Г.Я. Сравнительное действие гербицидов - симазина, атразина и производных дихлорфеноксиуксусной кислоты на сорную растительность в посевах просо и сорго: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г.Я. Лапченков; Воронеж. с.-х. ин-т. - Новочеркасск, 1966. - 15 с.
- 94 Лебедев С.М. Смесевые гербициды / С.М. Лебедев // Защита и карантин растений. - 1998. - № 8. - С. 21.
- 95 Либерштейн, И.И. Современные методы изучения и картирования засоренности / И.И. Либерштейн, А.М. Туликов // Акт. вопросы б-бы с сорными растениями. - М., 1980. - С. 54 - 67.
- 96 Логинов, В.А. Последствия современных изменений климата в Беларуси / В.А. Логинов // Земляробства і ахова раслін. - 2004. - № 5. - С. 3 - 4.
- 97 Майсурян, Н.А. Определитель семян и плодов сорных растений / Н.А. Майсурян, А.И. Атабекова. - М.: Колос, 1978. - 288 с.: ил.
- 98 Мальцев, А.И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с нею / А.И. Мальцев. - 3-е изд., доп. и перераб. - Л.: Сельхозгиз, 1936. - 320 с.
- 99 Марков, М.В. Агроценология / М.В. Марков. - Казань: Тат. кн. изд-во, 1972. - С. 45.
- 100 Марков, М.В. Маршрутные и стационарные исследования агрофитоценозов на кафедре ботаники Казанского университета / М.В. Марков // Вопросы агрофитоценологии. - Казань, 1971. - С. 3 - 9.
- 101 Матвеев, Г.А. Атазин, симазин и пропазин как средство борьбы с сорняками в посевах просо и сорго в условиях черноземно-степной зоны Юго-Востока: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г.А. Матвеев; Саратов с.-х. ин-т. - Саратов, 1965. - 14 с.

102 Маяма Дельфан Урожайность зерна проса в зависимости от сроков и способов посева в условиях Восточной лесостепи Украины / Маяма Дельфан // Эффективность агротехн. приемов в усл. экологизации земледелия Украины: сб. науч. тр. / Харьк. аграр. ун-т им. В.В. Докучаева. – Харьков, 1994. – С. 97-101.

103 Маяма Дельфан Эффективность формирования урожая проса в зависимости от агротехнических приемов в условиях восточной лесостепи Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Маяма Дельфан; Укр. акад. аграр. наук. Ин-т растениеводства им. В.Я. Юрьева. – Харьков, 1995. – 26 с.

104 Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / Подгот. Г.С. Груздев [и др.]. – М., 1985. – 23 с.

105 Методические указания по картированию сорных растений в колхозах и совхозах / Сост. А.И. Туликов. – М., 1979. – 12 с.

106 Методические указания по перспективному изучению сорняков и гербицидов / ВИЗР. – Л., 1973. – 20 с.

107 Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве / Гос. комиссия по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при МСХ СССР. ВИЗР. – М., 1981. – 46 с.

108 Методические указания по сбору полевой биоценологической информации с целью оценки вредоносности комплекса вредных организмов / ВИЗР; сост. А.Ф. Зубков. – Л., 1978. – 18 с.

109 Минюк, П.М. Влияние засоренности посевов в разные периоды вегетации на урожай и качества зерна фасоли / П.М., Минюк, М.П. Минюк // Пути повышения урожайности полевых культур: сб. статей; отв. ред. В.П. Самсонов. – Минск: Ураджай, 1981. – Вып. 11. – С. 160 - 163.

110 Монтсвилайте, Я.Ю. Вредоносность и учет сорных растений, предупреждающие меры засорения полей / Я.Ю. Монтсвилайте, Е.Л. Тюльменков, А.С. Андреев // Б-ба с сорняками при интенсивных технологиях: сб. статей / ВАСХНИЛ. Зап. отд-ние. – Минск, 1988. – С. 5 – 27.

111 Небышинец, С.С. Эффективность гербицидов на яровом тритикале / С.С. Небышинец // Ахова раслін. – 1999. – № 1. – С. 17 – 18.

112 Николаева, Н.Г. Токсичность почвы, ее генезис и способы преодоления / Н.Г. Николаева // Состояние и пути соверш. интегрир. защиты посевов с.-х. культур от сорной растительности: материалы Всерос. науч.-произв. совещ. – Пущино, 1995. – С. 15-18.

113 Николаева, Н.Г. Вредоносность сорняков / Н.Г. Николаева, С.С. Ладан // Земледелие. – 1998. – №1. – С. 20 – 22.

114 Нормативы затрат на химическую обработку сельскохозяйственных

растений от вредителей, болезней и сорняков наземными машинами / ВИЗР. – Л. - Пушкин, 1989. - 25 с.

115 Органические удобрения и чистота посевов / В.С. Терещук [и др.] // Химизация сел. хоз-ва. - 1990. - № 1. - С.15 - 17.

116 Орищенко, Я.В. Засоренность посевов и урожай зерновых в условиях минимальной обработки южных черноземов / Я.В. Орищенко, В.А. Знобищева // Вопросы общего земледелия на юго-востоке и в Зап. Казахстане: сб. науч. работ / Сарат. СХИ. – Саратов, 1977. - Вып. 88. – С. 108 - 114.

117 Орищенко, Я.П. Химическая борьба с сорняками в посевах проса в черноземно-степной полосе Юго-Востока: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Я.П. Орищенко; Сарат. с.-х. ин-т. – Оренбург, 1959. – 15 с.

118 Осинская, Т.В. Фитотоксичность и активность гербицидов в зависимости от уровня питания растений / Т.В. Осинская // Химия в сел. хоз-ве. – 1973. - №1. - С. 39 - 42.

119 Оценка плодородия почв Белоруссии / Н.И. Смеян [и др.]. – Минск: Ураджай, 1989. – 359 с.

120 Паденов, К.П. Мероприятия по борьбе с сорняками и пути их усовершенствования / К.П. Паденов // Ахова раслін. – 2001. - № 4. – С. 27 - 29.

121 Паденов, К.П. Проблема борьбы с сорными растениями и пути ее решения в условиях Белорусской ССР / К.П. Паденов // Акт. пробл. соврем. гербологии: тез. докл. I Гербол. чтений, посвящ. памяти Н.А. Шипинова и А.В. Воеводина. (10 – 12 апр. 1990 г.). – Л., 1990. – С. 40 – 41.

122 Паденов, К.П. Сорные растения, их вредоносность, методы учета и меры борьбы: обзор информ. / К.П. Паденов, В.К. Довбан / Белорус. НИИ науч.-техн. информ. - Минск, 1979. - 59 с.

123 Паденов, К.П. Сорные растения в Белоруссии / К.П. Паденов, В.Ф. Самерсов // Защита и карантин растений. – 1997. - № 1. – С. 18 – 19.

124 Пащенко, П.Д. Влияние сроков сева, приемов предпосевной обработки почвы и химической прополки на урожай и качество зерна проса / П.Д. Пащенко, В.Н. Варавва // Вопросы общего земледелия на юго-востоке и в Западном Казахстане: сб. науч. работ / Сарат. СХИ. – Саратов, 1977. - Вып. 88. – С. 114 - 121.

125 Пащенко, П.Д. Значение сочетания агротехнических и химических мер борьбы с сорняками на посевах проса / П.Д. Пащенко, В.Н. Варавва // Вопросы общего земледелия на юго-востоке и в Западном Казахстане: сб. науч. работ. / Сарат. СХИ. – Саратов, 1977. - Вып. 88. - С. 101 - 108.

126 Пестициды: учеб. пособие / Протасов Н.И. [и др.] – Горки: БГСА, 2003. – 226 с.

- 127 Петелько, В.П. Видовой состав сорных растений Новосибирской области / В.П. Петелько, В.Б. Пивень // Болезни и вредители культурных растений и методы борьбы с ними. - М., 1988. - С. 76 - 83.
- 128 Подгорный П. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / П.И. Подгорный. – Воронеж: Кн. изд – во, 1950. – 78 с.
- 129 Порог вредоносности сорных растений в посевах зерновых культур / А.С. Андреев [и др.] // Защита растений в респ. Прибалтики и Белоруссии: тез. докл. науч.-произв. конф. – Таллин, 1985. – Ч. 1. – С. 53 – 54.
- 130 Потапов, Н.К. Влияние способов весенней подготовки почвы и ухода за посевами на урожай зерна и засоренность почвы / Н.К. Потапов // Пробл. повышения урожайности зерновых культур: сб. науч. тр. / Белгород. с.-х. ин-т. – Белгород, 1985. - С. 65 – 70.
- 131 Природа Белоруссии: попул. энц./ редкол.: И.П. Шамякин (гл. ред.) [и др.]. – 2-е изд. – Минск: БелСЭ, 1989. – 599 с.
- 132 Просvirкина, А.Г. Агрометеорологические условия и продуктивность проса / А.Г. Просvirкина. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 160 с.
- 133 Просо в Центральном Черноземье России / В.Т. Рымарь [и др.]. - Каменная Степь, 1998. – 117 с.
- 134 Протасов, Н.И. Гербициды в интенсивном земледелии: учеб. пособие / Н.И. Протасов. – Минск: Ураджай, 1988. – 232 с.
- 135 Протасов, Н.И. Интегрированный метод борьбы с сорняками: (лекция для студ. сельхозвузов) / Н.И. Протасов. – Горки: БСХА, 1979. – 30 с.
- 136 Протасов Н.И. Новые и перспективные гербициды в интенсивном земледелии: учеб. пособие для слушателей ФПК / Н.И. Протасов. – Горки: БСХА, 1985. – 91 с.
- 137 Протасов, Н.И. Проблемы борьбы с сорной растительностью в Республике Беларусь/ Н.И. Протасов // Акт. пробл. борьбы с сорной растительностью в соврем. земледелии и пути их решения: материалы науч.-произв. конф. (17 - 18 марта 1999 г.). - Жодино, 1999. - Т.1. - С. 33 - 36.
- 138 Протасов, Н.И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н.И. Протасов, К.П. Паденов, П.М. Шерснев. - Минск: Урожай, 1987. - 272 с.: ил.
- 139 Пустовая, З.В. Усовершенствование элементов агротехники выращивания проса в летних посевах / З.В. Пустовая // Сб. науч. тр. междунар. конф., посвящ. 30 – летию НИИ крупяных культур; под. ред. Н.И. Бахмата. - Каменец–Подольский, 2002. - С. 223 - 227.
- 140 Салмин, Л.Н. Влияние дозанекса и удобрений на засоренность и урожай яровой пшеницы в условиях Кулунды / Л.Н. Салмин, А.Н. Власенко // Химия в сел. хоз-ве. – 1977. - №1. - С. 32 - 34.
- 141 Самерсов, В.Ф. Фитосанитарная ситуация агрофитоценозов Беларуси и пути ее оптимизации / В.Ф. Самерсов // Ахова раслін. - 1999. - № 2 - 3. - С. 4 - 5.

142 Самерсов, В.Ф. Сорные растения, их распространение и вредоносность в Республике Беларусь / В.Ф. Самерсов, К.П. Паденов // Междунар. аграр. журн. – 1999. - № 5 - С. 13 - 17.

143 Самсонов, В.П. Агроэкологические аспекты борьбы с сорной растительностью в адаптивном земледелии / В.П. Самсонов // Акт. пробл. б-бы с сорной растительностью в соврем. земледелии и пути их решения. - Жодино, 1999. - Том 1. - С.16 - 17.

144 Самсонов, В.П. Агроэкологические аспекты борьбы с сорной растительностью в адаптивном земледелии / В.П. Самсонов // Ахова раслін. – 1999. - № 5. – С. 2 - 5.

145 Симонович, Л.Г. Краткий определитель сорных растений Белоруссии / Л.Г. Симонович, В.А. Михайловская, Н.В. Козловская. - Минск: Наука и техника, 1978. -232 с. : ил.

146 Сиротин, А.А. Морфофизиология проса / А.А. Сиротин, Л.В. Сиротина, М.Ф. Трифонова. – М.: Изд-во МСХА, 1992. – 192 с.

147 Система оптимизации применения гербицидов в зависимости от количества и видового состава сорной растительности: метод. указания / А.С. Андреев [и др.]. – Минск, 1991. – 12 с.

148 Совершенствование химического метода борьбы с сорной растительностью / А.М. Гулидов [и др.] // Защита растений от вредных организмов: сб. науч. тр./ Всерос. НИИ защиты растений.- Воронеж, 1991.- С. 48 - 65.

149 Соколов, А.А. Просо / А.А. Соколов. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 272 с.

150 Соловьев, Г.А. Химический метод борьбы с сорняками в посевах проса на фоне минеральных удобрений / Г.А. Соловьев // Агротехника и урожай: сб. науч. тр. / Морд. гос. ун-т им. Н.П. Огарева. – Саранск: МГУ, 1977. - Вып. 3. - С. 30 - 34.

151 Сорока, Л.И. Критический период вредоносности сорняков в посевах овса / Л.И. Сорока, С.В. Сорока // Защита растений: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ защиты растений. – Минск, 1995. - Вып. 18. – С. 57 - 65.

152 Сорока, Л.И. Линтур в посевах овса / Л.И. Сорока, С.В. Сорока // Защита растений на рубеже XXI века: материалы науч. – практ. конф., посвящ. 30-летию БелНИИЗР (Минск – Прилуки, 19 – 21 февр. 2001 г.). – Минск: Белбизнеспресс, 2001. – С. 123 - 125.

153 Сорока, Л.И. Порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений в посевах овса / Л.И. Сорока, С.В. Сорока // Защита растений в условиях реформиру. агропромышл. комплекса: экономика, эффективность, экологичность: тез. докл. Всерос. съезда по защите растений (СПб, дек. 1995 г.). – СПб, 1995. - С. 89.

154 Сорока, С.В. Биологическое обоснование рационального применения гербицидов в посевах озимой пшеницы в Белорусской ССР: автореф. дис. ... канд. с. - х. наук: 06.01.01 / С.В. Сорока; Белорус. НИИ земледелия. – Жодино, 1990. - 20 с.

155 Сорока, С.В. Система мероприятий по защите озимой пшеницы от сорняков / С.В. Сорока // Сейбіт. – 2002. - № 2. - С. 12 - 17.

156 Сорока, С.В. Тенденции изменения засоренности основных сельскохозяйственных культур в Беларуси / С.В. Сорока // Ахова раслін. - 1999. - № 2-3. - С. 29 - 33.

157 Сорока, С.В. Сезонная динамика засоренности и критический период вредоносности сорняков в посевах озимой пшеницы / С.В. Сорока, А.С. Андреев, Л.И. Сорока // Весці АН БССР. Сер. с.-г. навук. – 1991. - № 2. - С. 71 - 76.

158 Сорока, С.В. Стратегия и тактика борьбы с сорняками в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / С.В. Сорока, К.П. Паденов // Стратегия и тактика экономически целесообразной адапт. интенсификации земледелия: материалы междунар. науч.-практ. конф. (1 - 2 июля, г. Жодино). - Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2004. - Т. 2. - С. 133 - 138.

159 Сорока, С.В. Эффективность гербицидов 4-го поколения в Беларуси / С.В. Сорока, Н.И. Протасов // Агриматко. - 2001. - № 2. – С. 9 - 11.

160 Сорока, С.В. Эффект использования гербицида гранстар в посевах озимой пшеницы и овса / С.В. Сорока, Л.И. Сорока // Ахова раслін. - 1999. - № 5. – С. 7 - 8.

161 Сорочинский, Л.В. Экономическое обоснование применения средств защиты растений / Л.В. Сорочинский // Экол.-экон. основы усовершенш. интегрир. систем защиты растений от вредителей, болезней и сорняков: тез. докл. науч. - произв. конф., посвящ. 25-летию БелНИИЗР 14-16 февр. 1996 г. - Минск: ПКФ «Экаунт», 1996. - Ч. 1. - С. 58 - 59.

162 Спиридонов, Ю.Я. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве / Ю.Я. Спиридонов, Г.Е. Ларина, В.Г. Шестаков. – Голицино: РАСХН-ВНИИФ, 2004. – 243 с.

163 Станков, С.С. Определитель высших растений Европейской части СССР / С.С. Станков, В.И. Талиев. - М.: Сов. наука, 1949. - 1151 с.

164 Старостин, С.П. Не допускать потерь урожая проса и сорго / С.П. Старостин, Л.П. Борисенко, А.И. Силаев // Защита растений. - 1987.- № 10. – С. 12 - 13.

165 Тарасенко, А.П. Уборка и послеуборочная обработка крупяных культур / А.П. Тарасенко. – М.: Агропромиздат, 1992. – 95 с.

166 Терещук, В.С. Линтур на яровом тритикале / В.С. Терещук // Защита и карантин растений. – 2002. - № 7. - С. 25.

167 Терещук, В.С. Пороги вредоносности мари белой и ромашки непахучей в посевах ячменя / В.С. Терещук // Акт. пробл. совр. гербологии: тез. докл. I Гербол. чтений, посвящ. памяти Н.А. Шипинова и А.В. Воеводина (10-12 апр. 1990 г.). - Л., 1990. - С. 46 - 48.

168 Терещук, В.С. Эффективность гербицида линтур в посевах ярового тритикале / В.С. Терещук // Ахова раслін. - 1999. - № 1. - С. 13 - 16.

169 Терещук, В.С. Критический период вредоносности сорных растений в посевах ячменя / В.С. Терещук, А.С. Андреев // Защита растений: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ защиты растений. - Минск, 1991. - Вып. 16 - С. 104 - 109.

170 Технологические карты по защите растений от вредителей, болезней и сорняков / Л.В. Сорочинский [и др.]. - Минск: Ураджай, 1987. - 32 с.

171 Трепашко, Л.И. Экономическая, энергетическая эффективность и экологическая безопасность систем защиты растений / Л.И. Трепашко. - Минск, 2000. - 134 с.

172 Трохонова, З.Г. Вредоносность многолетних сорняков / З.Г. Трохонова // Вопросы агротехники, семеноводства и селекции полевых культур. - Жоди́но, 1982. - Вып.3. - С. 156 - 161.

173 Туликов, А.М. Сорные растения и борьба с ними / А.М. Туликов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Моск. рабочий, 1982. - 157 с.

174 Угрюмов, Е.П. Биологические пороги и критические периоды вредоносности сорняков в агроценозах Северо-Кавказского региона / Е.П. Угрюмов, Р.Н. Денисенкова, А.П. Савва // Сост. и развитие гербологии на пороге XXI столетия: материалы Второго Всерос науч.- произв. совещ. (ВНИИФ, 17 - 20 июля 2000 г.). - Голицино, 2000.- С. 48 - 49.

175 Ушаков, Р.Н. Агроэкологический подход к вредоносности сорных растений / Р.Н. Ушаков, Я.В. Костин // Земледелие. - 2000. - № 4. - С. 43.

176 Ушакова, Л.Т. Эффективность хлорпроизводных триазина в борьбе с сорняками на посевах кукурузы и проса в условиях Киевской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.510 / Л.Т. Ушакова; Полтав. с.-х. ин-т. - Полтава, 1970. - 30 с.

177 Фадеев, Ю.Н. Стратегия и тактика химического метода борьбы с сорняками / Ю.Н. Фадеев, К.В. Новожилов, Л.Д. Стонов // Защита растений. - 1978. - № 4. - С. 22 - 26.

178 Фирсов, А.И., Лощинина Л.П. Агротехнические основы получения экологически чистого зерна проса / А.И. Фирсов, Л.П. Лощинина // Достижения науки и техники АПК. - 1998. - №6. - С. 15 - 16.

179 Фисюнов, А.В. Сорные растения: Альбом-определитель / А.В. Фисюнов. - М.: Колос, 1984. - 320 с.

180 Фисюнов, А.В. Справочник по борьбе с сорняками / А.В. Фисюнов. - М.: Колос, 1976. - 176 с.

181 Фисюнов, А.В. Справочник по борьбе с сорняками / А.В. Фисюнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 255 с.

182 Харченко, В.Д. Действие и последствие систем применения гербицидов на зерновых культурах / В.Д. Харченко // Интегрир. защита растений в усл. интенсив. с.-х. пр-ва: сб. науч. тр./ Всерос. НИИ защиты растений. – Воронеж, 1990 - С. 71 - 80.

183 Харченко, В.Д. Рациональное использование гербицидов на посевах проса / В.Д. Харченко // Сост. и пути соверш. интегрир. защиты посевов с.-х. культур от сорной растительности: материалы Всерос. науч.-произв. совещ. – Пушкино, 1995. – С. 141 - 143.

184 Харченко, В.Д. Совершенствование химического метода борьбы с сорняками на посевах проса в Центрально-Черноземном районе: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / В.Д. Харченко; ТСХА. – М., 1992. – 22 с.

185 Химическая защита растений: учебник / Н.И. Протасов [и др.]. – Минск: Новое знание, 2004. – 218 с.

186 Хомко, Л.С. Определение порога вредоносности сорняков / Л.С. Хомко // Земледелие. – 1986. - № 10. – С. 50 – 51.

187 Хохомова, Д.Е. Чувствительность некоторых видов сорняков к агротехническим и химическим способам борьбы с ними / Д.Е. Хохомова // Акт. пробл. б-бы с сорной растительностью в соврем. земледелии и пути их решения. – Жодионо, 1999. - Т. 1. - С. 125 - 127.

188 Хрюкина, Е.И. Осеннее применение гербицидов в посевах озимой пшеницы / Е.И. Хрюкина // Хим. метод защиты растений, сост. и перспект. повышения экол. безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф. 6 – 10 дек. 2004 г. – СПб, 2004. - С. 342 – 343.

189 Хрюкина, Е.И. Преодоление резистентности сорных растений к гербицидам / Е.И. Хрюкина, Е.Д. Нарезная, З.Г. Милованова // Соврем. сост. пробл. резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам в России и сопред. странах на рубеже XXI века: материалы 9 совещ. (20, 22 дек. 2000 г., Санкт-Петербург). - СПб, 2000. - С.75 - 76.

190 Цветков, С.Г. Вредители, болезни, сорняки льна и меры борьбы с ними / С.Г. Цветков, К.П. Паденов, В.К. Неофитова. - Минск: Урожай, 1978. - 84 с.: ил.

191 Четвергов, Е.В. Влияние азотно-фосфорного удобрения на распространённость сорняков в посевах проса / Е.В. Четвергов // Вопросы интенсификации земледелия Нечерноземья: сб. науч. тр. / Мордов. гос. ун-т им. Н.П. Огарева. – Саранск: МГУ, 1980а. - С. 80 - 85.

192 Четвергов, Е.В. Влияние аминной соли 2,4-Д на двудольные сорняки и просо в зависимости от норм препарата и фона минеральных удобрений на выщелочном черноземе в условиях Мордовской АССР / Е.В. Четвергов //

География и плодородие почв нечерноземной зоны РСФСР. – Саранск, 1980. - С. 134 - 148.

193 Четвергов, Е.В. Изменение технологических и посевных качеств зерна проса под влиянием аминной соли 2,4-Д / Е.В. Четвергов // Агротехника и урожай: сб. науч. работ. / Мордов. гос. ун-т им. Н.П. Огарева. – Саранск: МГУ, 1977. - Вып. 3. - С. 162 - 167.

194 Чикулаев, В.П. Химическая прополка посевов проса / В.П. Чикулаев // Вопр. общего земледелия на юго-востоке и в Западном Казахстане: сб. науч. работ / Сарат. СХИ. – Саратов, 1977. - Вып. 88. - С. 135 - 139.

195 Шинкаренко, А.С. Для прополки проса / А.С. Шинкаренко, А.П. Силкин // Защита и карантин растений. – 1998. - № 7. - С. 21.

196 Шкляр, А.Х. Календарь природы Белоруссии / А.Х. Шкляр. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск: Выш. школа, 1979. - 264 с.: ил.

197 Шкляр, А.Х. Климат Белоруссии и сельское хозяйство / А.Х. Шкляр. – Минск.: Изд-во м-ва высш., сред. спец. и проф. образования БССР, 1962. - 422 с.

198 Шкляр, А.Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве / А.Х. Шкляр. - Минск: Выш. школа, 1973. - С. 370 - 406.

199 Шпанев, А.М. Потери урожая проса от сорных растений при разной эффективности гербицидной обработки в Каменной Степи ЦЧП России / А.М. Шпанев // Хим. метод защиты растений, сост. и перспект. повышения экол. безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф. 6 – 10 дек. 2004 г. – СПб, 2004. - С. 349 – 351.

200 Щеглов, Ю.В. Разработка химического способа борьбы с сорняками в посевах проса и некоторых просовидных культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Ю.В. Щеглов; ТСХА. – М., 1961. - 21 с.

201 Щербакова, Т.А. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур просом куриным в зависимости от норм высева и удобрений / Т.А. Щербакова // Сиб. вестн. с.-х. науки - 1984. – № 6. - С. 11 - 15.

202 Экономические пороги вредоносности сорных растений в посевах основных сельскохозяйственных культур: рекомендации / В.А. Захаренко [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1989. – 24 с.

203 Эффективность промежуточных крестоцветных культур в борьбе с сорняками в посевах зерновых / Л.А. Булавин [и др.] // Ахова раслін. – 2001. - № 5. - С. 7 – 8.

204 Якименко, А.Ф. Просо / А.Ф. Якименко. - М., Россельхозиздат, 1975. - 146 с.

205 Яницкая, Л.И. Новые возможности Секатора / Л.И. Яницкая // Земляробства і ахова раслін. - 2003.- № 2. - С. 35.

206 Яшовский, И.В. Селекция и семеноводство проса / И.В. Яшовский. - М.: Агропромиздат, 1987. – 256 с.

207 Anderson, R.L. A cultural system approach can eliminate herbicide need in semiarid proso millet (*Panicum miliaceum*) / R.L. Anderson // Weed Technol. – 2000. - Vol. 14, № 3. - P. 602 - 607.

208 Anderson, R.L. Kochia infestation levels in proso millet as affected by planting date / R.L. Anderson // West. Soc. Weed Sci. Res. Rep. (USA) - Newark, CA, 1988. - P. 292 – 293.

209 An integrated model of crop-weed interaction: application to wheat-oats mixtures / Debaeke Ph. [et al.] // 8th EWRS Symp. “Quantitative approaches in weed herbicide research and their practical application”. - Braunschweig, 1993. – P. 5 - 15.

210 Christensen, S. Weed suppression ability of spring barley varieties / S. Christensen // Weed Res. – 1995. - Vol. 35. - P. 241 - 247.

211 Competition between safflower and weeds as influenced by crop genotype and sowing time / Paolini R. [et al.] // Weed Res. – 1996. - Vol. 38, № 4. - P. 247 - 255.

212 Competition between winter wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and downy brome (*Bromus tectorum*) / Challaiah [et al.] // Weed Sci. - 1986. - Vol. 34, № 5. – P. 689 - 693.

213 Competitive ability of winter wheat cultivars with wild oat (*Avena ludoviciana*) / Balyan R.D. [et al.] // Weed Sci. – 1991. - Vol. 39. - P. 154 - 158.

214 Cousens, R. A simple model relating yield loss to weed density / R. Cousens // Ann. Appl. Biol. - 1985. – Vol. 107, № 2. - P. 239 - 252.

215 Cousens, R.D. Seasonal and site variability in the tolerance of wheat cultivars to interference from *Lolium rigidum* / R.D. Cousens, S. Mokhtari // Weed Res. – 1996. - Vol. 38. - P. 301 - 307.

216 Critical period for weed control: the concept and data analysis / Knezevic S.Z. [et al.] // Weed Sci. - 2002. – Vol. 50. - P. 773 – 786.

217 Dawson, J.H. Weed thresholds / J.H. Dawson // Proc. of the Western Soc. of Weed Sci. (USA). – Washington, 1984. - Vol. 37. – P. 35 – 38.

218 Dhaliwal, B.K. Physiological basis of competition between spring barley and wild oat (*Avena fatua* L.) / B.K. Dhaliwal, R.J. Froud-Williams // 8th EWRS Symp. “Quantitative approaches in weed herbicide research and their practical application”. - Braunschweig, 1993. - P. 151 - 157.

219 Dhima, K.V. Interference between *Avena sterilis*, *Phalaris minor* and five barley cultivars / K.V. Dhima, I.G. Eleftherohorinos, I.B. Vasilakoglou // Weed Res. – 2000. - Vol. 40. - P. 549 - 559.

220 Effects of time of weed emergence on competition in autumn-sown field beans (*Vicia faba* L.) / Babalola A. [et al.] // 8th EWRS Symp. “Quantitative

approaches in weed herbicide research and their practical application". - Braunschweig, 1993. - P. 49 - 54.

221 Gressel, J. Modelling the effectiveness of herbicide rotation and mixtures as strategies to delay or preclude resistance / J. Gressel, L.A. Segel // Weed Technol. - 1990. - Vol. 4. - P. 186 - 198.

222 Growth analysis of maize (*Zea Mays* L.) in competition for different periods with barnyard grass (*Echinichloa crus-gally* /L. / Beauv.) and redrot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) / Berzsenyi Z. [et al.] // 8th EWRS Symp. "Quantitative approaches in weed herbicide research and their practical application". - Braunschweig, 1993. – P. 107 - 115.

223 Higgins, R.K. Chemical weed control in proso millet / R.K. Higgins, D.J. Lyon, S.D. Miller // Proc. West. Soc. Weed Sci. - 1998. – Vol. 51. - P. 15 – 16.

224 Holt, J.S. Significance and distribution of herbicide resistance / J.S Holt, H.M. LeBaron // Weed Technol. - 1990. - Vol. 4. - P. 141 - 149.

225 Koch, W. Principles of crop/weed competition – the limitations and possibilities of application of economic threshold level (ETL) in weed management programs / W Koch, H. Walter // Plits (Germany, F.R.). – 1983. - Vol. 1, № 1. - P. 44 - 53.

226 Kropff, M.J. Modelling the effects of weeds on crop production / M.J. Kropff // Weed Res. – 1988. - Vol. 28. - P. 465 - 471.

227 Lyon, D.J. Herbicide injury in proso and foxtail millets / D.J. Lyon, S.D. Miller // Proc. West. Soc. Weed Sci. - 1999. - Vol. 52. - P. 24.

228 Lyon, D.J. The future of herbicides in weed control systems of the Great Plains / D.J. Lyon, S.D. Miller, G.A. Wicks // J. Prod. Agr. - 1996. - Vol. 9, № 2. - P. 209 - 215.

229 Niemann, P. Quantifizierung der unkrautunterdrückwirkung einer reihendüngung bei mais / P. Niemann, A. Verschwele // 8th EWRS Symp. "Quantitative approaches in weed herbicide research and their practical application". - Braunschweig, 1993. – P. 167 - 174.

230 O'Donovan, J.T. Tillage and nitrogen influence weed population dynamics in barely (*Hordeum vulgare*) / J.T. O'Donovan, D.W. McAndrew, A.G. Thomas // Weed Technol. - 1997. - Vol. 11, № 3. - P. 502 - 509.

231 Rola, H. Konkurrenz von *Chenopodium album* und *Echinichloa crus-galli* auf mais / H. Rola, J. Rola // 8th EWRS Symp. "Quantitative approaches in weed herbicide research and their practical application". – Braunschweig, 1993. - P. 101 - 106.

232 Satorre, E.H. A comparison of root and shoot competition between spring cereals and *Avena fatua* L. / E.H. Satorre., R.W. Shaydon // Weed Res. – 1992. - Vol. 32. - P. 45 - 55.

233 Selectivitatea si eficacitatea unor erbicide in combaterea buruienilor anuale si perene din cultura meiului (*Panicum miliaceum*) pe un sol saraturat / Popa F. [et al.] // Probleme de agrofitotehnie teoretică și aplicată. – 1987. - Vol. 9, № 2. - P. 185 – 191.

234 Sorghum and millets in human nutrition / FAO // Food and Nutrition Series. - Rome, 1995. - № 27. - 184 p.

235 Spitters, C.J.T. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. I. Estimation of competition effects / C.J.T. Spitters // Netherlands J. Agr. Sci. – 1983. - Vol. 31. - P. 1 – 11.

236 Wrage, J.L. Weed control in small grain and millet: 2000 / J.L. Wrage. - South Dakota: South Dakota State Univ., 2000. – P. 19 – 20.

Список публикаций соискателя

Статьи

1-А Якимович, Е.А. Эффективность линтура в посевах проса в зависимости от срока внесения / Е.А. Якимович, С.В. Сорока // Земляробства і ахова раслін. - 2004. - № 3. - С. 18 - 19.

2-А Якимович, Е.А. Эффективность боронования и химической прополки в защите посевов проса от сорных растений / Е.А. Якимович // Земляробства і ахова раслін. – 2005. - № 3. – С. 34 – 36.

3-А Якимович, Е.А. Эффективность Линтура в посевах проса посевного / Е.А. Якимович // Сб. тр. мол. ученых НАН Беларуси / Отд-ние аграр. наук. Отд-ние биол. наук. Отд-ние мед. наук. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2003. – Т. 2. – С. 92 - 95.

4-А Якимович, Е.А. Пороги вредоносности сорных растений в посевах проса / Е.А. Якимович, С.В. Сорока // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси. – Минск: РУП «ИВЦ Минфина», 2004.- Вып. 28.- С. 49 - 55.

5-А Якимович, Е.А. Критический период вредоносности сорных растений в посевах проса / Е.А. Якимович, С.В. Сорока // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси. – Минск: РУП «ИВЦ Минфина», 2004.- Вып. 28. - С. 56 - 62.

6-А Якимович, Е.А. Фитотоксичность гербицидов рейсер и кугар в посевах проса / Е.А. Якимович // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси. – Минск: РУП «ИВЦ Минфина», 2004.- Вып. 29. – С. 68 – 72.

7-А Якимович, Е.А. Распространенность и вредоносность сорных растений в посевах проса в Беларуси / Е.А. Якимович // Сельское хозяйство – проблемы и

перспективы: сб. науч. тр. / УО «ГГАУ». – Гродно: УО «ГГАУ», 2005. – Т. 4, ч. 1. - С. 100 – 103.

Материалы научно-практических конференций

8-А Томилина, Е.А. Влияние гербицидов на засоренность и урожайность проса посевного / Е.А. Томилина, С.В. Сорока // Интегрир. системы защиты растений. Настоящее и будущее: материалы Междунар. науч. конф., Минск – Прилуки, 15-17 июля 2002 г. – Минск, 2002. - С. 72 - 74.

9-А Якимович, Е.А. Мониторинг засоренности просяного агроценоза в Беларуси / Е.А. Якимович, С.В. Сорока // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Горки, 27 - 29 мая 2003 г.). – Горки: БГСХА, 2003. – Ч.3. - С. 102 - 104.

10-А Якимович, Е.А. Агробιοлогические особенности защиты проса посевного от сорных растений / Е.А. Якимович, С.В. Сорока // Стратегия и тактика экономически целесообразной адапт. интенсиф. земледелия. Селекция и защита растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (1 - 2 июля, г. Жодино). - Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2004. - Т. 2. - С. 157 - 165.

11-А Якимович, Е.А. Принципы защиты проса от сорных растений / Е.А. Якимович, С.В. Сорока // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття: матеріали міжнар. наук. практ. конф. – Київ, 2004. - С. 363 - 370.

12-А Якимович, Е.А. Применение гербицида секатор в посевах проса посевного / Е.А. Якимович // Адаптивное растениеводство: проблемы и решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Самохваловичи, 20 - 23 июля 2004 г. – Минск: ООО «Поликraft», 2004.– С. 171 – 174.

Обзоры

13-А Засоренность посевов Беларуси в 2003 году и прогноз засоренности в 2004 г. / С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская., В.С. Терещук, Л.И. Сорока, А.А. Ивашкевич, Е.Н. Полозняк, С.А. Колесник, Л.Л. Метез, Н.В. Сонкина, Е.А. Якимович, В.М. Ламеко // Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков с.-х. культур в 2003 г. и прогноз их появления в 2004 г. в Республике Беларусь. - Минск, 2004. - С. 110 – 115, 132.

14-А Засоренность посевов Беларуси в 2004 году и прогноз засоренности в 2005 г. / С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская, Л.И. Сорока, В.С. Терещук, А.А. Ивашкевич, Г.П. Романюк, С.А. Колесник, Н.В. Сонкина, Е.А. Якимович, Г.И. Гаджиева, Е.Н. Полозняк // Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков с.-х. культур в 2004 г. и прогноз их появления в 2005 г. в Республике Беларусь. – Минск, 2005. – С. 134 – 141, 163 - 164.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Посевные площади и урожайность проса в Беларуси

Область	Посевная площадь, га					Урожайность, ц/га				
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Брестская	445	485	428	500	881	11,4	13,1	9,9	20,1	17,5
Витебская	56	41	2	100	133	3,6	1,0	10,0	12,4	11,9
Гомельская	3933	1248	503	800	2002	6,8	8,8	8,1	11,9	16,4
Гродненская	118	243	295	500	361	11,4	16,6	18,0	22,0	21,5
Минская	4225	4373	1372	7100	1350	10,1	11,5	12,0	14,1	17,3
Могилевская	68	290	159	700	586	15,5	12,9	12,4	14,9	18,3
Республика Беларусь	8845	6680	2759	9700	5313	8,7	11,4	11,3	14,7	17,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Температура воздуха вегетационных периодов в годы исследований, °С
(метеостанция п. Самохваловичи Минского района)

Месяц	Декада	Год				Средняя многолетняя
		2001	2002	2003	2004	
Май	1	14,4	15,2	13,4	13,4	10,4
	2	13,1	13,0	15,1	8,9	12,4
	3	10,1	16,1	17,9	10,4	14,2
	среднее	12,5	14,8	15,5	10,9	
Июнь	1	13,6	16,1	16,3	14,7	15,2
	2	15,4	18,0	15,0	13,9	17,2
	3	17,6	16,9	14,9	16,5	16,9
	среднее	15,5	17,0	15,4	15,0	
Июль	1	21,1	20,2	17,5	15,9	17,2
	2	21,9	23,3	19,4	16,8	17,7
	3	23,0	21,0	21,9	21,2	17,7
	среднее	22,0	21,5	19,6	18,0	
Август	1	18,5	20,2	18,1	20,3	17,4
	2	20,2	19,9	16,6	18,3	16,4
	3	16,5	18,5	15,5	17,2	15,2
	среднее	18,4	19,5	16,7	18,6	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Количество осадков в годы исследований, мм (метеостанция п. Самохваловичи Минского района)

Месяц	Декада	Год				Среднее многолетнее
		2001	2002	2003	2004	
Май	1	3,7	6,3	11,4	14,0	17,7
	2	4,7	10,4	45,6	15,0	20,0
	3	9,9	9,1	6,5	8,0	21,4
	сумма	18,3	25,8	63,5	37,0	
Июнь	1	15,3	9,8	5,5	6,0	25,0
	2	37,9	20,7	18,7	30,0	27,9
	3	35,6	29,1	19,2	38,0	29,0
	сумма	88,8	59,6	43,4	74,0	
Июль	1	55,3	18,1	94,8	23,0	28,9
	2	14,6	0	24,3	4,0	28,9
	3	108,4	7,3	29,2	104,0	31,7
	сумма	178,3	25,4	148,3	131,0	
Август	1	45,9	56,4	4,6	14,0	28,0
	2	1,7	16,9	8,9	24,0	25,0
	3	8,7	0	28,3	68,0	27,1
	сумма	56,3	73,3	41,8	106,0	

Засоренность посевов проса в Беларуси по годам исследований
(маршрутное обследование)

Сорные растения	Засоренность, шт/м ²				
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	Средняя
Пырей ползучий	55,3	50,2	15,3	33,6	38,6
Марь белая	23,8	29,0	6,6	14,2	18,4
Просо куриное	13,7	35,2	12,9	6,4	17,1
Виды щетинника	6,1	0,1	24,3	15,3	11,4
Виды горца	4,6	5,3	27,0	8,5	11,4
Фиалка полевая	8,5	14,5	6,8	6,8	9,1
Звездчатка средняя	22,6	2,4	1,0	2,3	7,1
Виды осота	11,1	1,0	2,5	3,8	4,6
Подмаренник цепкий	0,3	12,2	2,3	0,1	3,7
Дрема белая	3,5	4,5	0,9	3,9	3,2
Торица полевая	0,9	4,4	3,7	1,0	2,5
Ромашка непахучая	4,2	0,7	2,0	2,4	2,3
Пастушья сумка	2,4	1,1	0,5	4,5	2,1
Пикульник обыкновенный	0,2	1,4	0,5	6,0	2,0
Всего	178,6	169,5	117,9	136,2	150,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Влияние гербицидов на структуру урожая проса
(полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, 2004 г.)

Вариант опыта	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, г	Параметры главной метелки		
			длина, см	масса зерен, г	количество зерен, шт
Контроль без прополки	88,4	6,8	20,7	2,5	355
Агритокс, в.к., 1,2 л/га	115,0	7,0	25,9	4,0	560
Секатор, ВДГ, 200 г/га	126,9	7,0	29,0	5,8	832
Линтур, ВДГ, 150 г/га	121,8	7,0	29,0	6,0	855
Хармони, 75% с.т.с. + агритокс, в.к., (15 г/га + 0,8 л/га)	126,1	7,0	29,3	6,2	883
Гранстар, 75% с.т.с., + агритокс, в.к., (15 г/га + 0,8 л/га)	119,2	7,1	30,5	7,3	981
НСР ₀₅	18,2	0,6	4,1	1,4	148,4

Влияние гербицидов на структуру урожая проса
(полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси)

Вариант опыта	Высота растений, см	Масса 1000 зерен, г	Параметры главной метелки		
			длина, см	масса зерен, г	количество зерен, шт
2003 г.					
Контроль без прополки	99,8	7,0	23,5	0,9	125
Лонтрел 300, 30% в.р. + агритокс, в.к., 0,3 л/га + 0,8 л/га (эталон)	100,3	7,1	24,8	1,1	156
Лонтрел 300, к.э. + агритокс, в.к., 0,2 л/га + 0,8 л/га	107,5	7,0	26,8	1,2	166
Лонтрел 300, к.э. + агритокс, в.к., 0,3 л/га + 0,8 л/га	106,8	7,1	28,0	1,1	155
НСР ₀₅	6,9	0,3	2,7	0,4	43,8
2004 г.					
Контроль без прополки	102,2	7,2	22,0	3,1	423
Лонтрел 300, 30% в.р. + агритокс, в.к., 0,3 л/га + 0,8 л/га (эталон)	112,6	7,2	27,2	6,3	880
Лонтрел 300, к.э. + агритокс, в.к., 0,2 л/га + 0,8 л/га	120,5	7,2	27,3	5,9	820
Лонтрел 300, к.э. + агритокс, в.к., 0,3 л/га + 0,8 л/га	114,4	7,2	27,6	6,0	835
НСР ₀₅	7,4	0,3	4,2	1,5	150,5

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ
МІНІСТЭРСТВА
СЕЛЬСКОЙ ГАСПАДАРКІ І ХАРЧАВАННЯ
РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ

ДЗЯРЖАЎНАЯ ЎСТАНОВА
«ГАЛОЎНАЯ ДЗЯРЖАЎНАЯ
ІНСПЕКЦЫЯ ПА НАСЕННЯВОДСТВУ,
КАРАНЦІНУ І АХОВЕ РАСЛІН»

220034, г. Мінск, вул. Чырвоназорная, 8
т./факс (017) 288-24-57



РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ
МИНИСТЕРСТВО
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГЛАВНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ИНСПЕКЦИЯ ПО СЕМЕНОВОДСТВУ,
КАРАНТИНУ И ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ»

220034, г. Минск, ул. Краснозвездная, 8
т./факс (017) 288-24-57

29.04.2005 № 06-17/379

На № _____ ад _____

Директору РУП
«Институт защиты растений»
НАН Беларуси
С.В. Сороке

Справка

О включении препаратов в «Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь» по данным исследований младшего научного сотрудника лаборатории гербологии РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси Якимович Елены Анатольевны

ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» подтверждает, что по результатам исследований младшего научного сотрудника лаборатории гербологии Якимович Е.А. были зарегистрированы и включены в «Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь» следующие препараты для защиты посевов просо:

- Линтур, ВДГ (триасульфурон, 41 г/кг + дикамба, 659 г/кг) для борьбы с однолетними двудольными сорняками, в т.ч. устойчивыми к 2,4-Д и 2М-4Х при опрыскивании посевов с нормой расхода 0,12-0,18 кг/га;
- Секатор, ВДГ (амидосульфурон, 50 г/кг + йодосульфурон-метил-натрий, 12,5 г/кг + антидот, мефенпир-диэтил, 125 г/кг) для борьбы с однолетними и некоторыми многолетними двудольными сорняками, при опрыскивании посевов с номой расхода 0,15 – 0,2 кг/га.

Регистрация препаратов утверждена на основании Постановления заседания Государственной комиссии по испытанию и регистрации химических и биологических средств защиты растений, регуляторов роста и удобрений Республики Беларусь от 13 апреля 2004 года.

Протокол заседания N 11 от 13 апреля 2004 года.

Директор



Р.А. Новицкий



РЭСПУБЛІКА БЕЛАРУСЬ
МІНІСТЭРСТВА
СЕЛЬСКОЙ ГАСПАДАРКІ І ХАРЧАВАННЯ
РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ

ДЗЯРЖАЎНАЯ ўСТАНОВА
«ГАЛОЎНАЯ ДЗЯРЖАЎНАЯ
ІНСПЕКЦЫЯ ПА НАСЕННЯВОДСТВУ,
КАРАНЦІНУ І АХОВЕ РАСЛІН»

220034, г. Мінск, вул. Чырваназорная, 8
т./факс (017) 288-24-57

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ
МИНИСТЕРСТВО
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГЛАВНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ИНСПЕКЦИЯ ПО СЕМЕНОВОДСТВУ,
КАРАНТИНУ И ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ»

220034, г. Минск, ул. Красная, 8
т./факс (017) 288-24-57

30.05.2005 № 06-16/555

На № _____ ад _____

Директору РУП
“Институт защиты растений”
НАН Беларуси
С.В. Сороке

Справка

О включении препарата в “Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь” по данным исследований младшего научного сотрудника лаборатории гербологии РУП “Институт защиты растений” НАН Беларуси Якимович Елены Анатольевны

Государственное учреждение “Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений” подтверждает, что по результатам исследований младшего научного сотрудника лаборатории гербологии Якимович Е.А. был зарегистрирован и включен в “Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь” препарат Агритокс, в.р. (МЦПА кислоты, 500 г/л +ДМА-К-На солей смесь, 590 г/л) для защиты-посевов просо в фазу кушения (до выхода в трубку) против однолетних двудольных сорняков:

Регистрация препарата утверждена на основании Постановления заседания Совета по пестицидам и удобрениям от 19 апреля 2005 г.
Протокол N 13 от 19 апреля 2005 г.

Директор

Р.А. Новицкий

Акт

производственной проверки эффективности гербицида линтур, ВДГ в 2002 г.

Мы, нижеподписавшиеся, зав. отделом производства и использования кормов РУП «Минской ОСХОС» Курч Леонид Федорович с одной стороны и представители РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси: директор института С.В. Сорока, младший научный сотрудник Е.А. Якимович с другой стороны составили настоящий акт в том, что в вышеуказанной организации проведена производственная проверка эффективности гербицида линтур, ВДГ (триасульфурон, 41 г/кг + дикамба, 659 г/кг) в норме 170 г/га в борьбе с устойчивыми сорняками в посевах проса посевного сорт Быстрое. Посевы были обработаны в фазе начала кущения. Расход рабочей жидкости - 200 л/га.

Эффективность применяемых препаратов на площади 4 га оценивалась по снижению численности и массы сорняков на выделенных участках в сравнении с исходной засоренностью. Учеты засоренности проводились до и через месяц после химпрополки. Урожай определялся по намолотам при прямом комбайнировании.

Доминирующими сорными растениями в посевах проса были горец вьюнковый, фиалка полевая, звездчатка средняя, марь белая и другие.

Установлено, что при применении гербицида линтур численность мари белой снизилась на 70,3%, ромашки непахучей – 95,6%, горца вьюнкового – 98,8%, звездчатка средняя погибла полностью. Общее количество сорняков уменьшилось на 79,6%, их масса на – 87,2%.

В результате снижения засоренности на обработанном линтуром посеве был получен урожай зерна проса 24,1 ц/га, в контроле без обработки - 15,6 ц/га, сохраненный урожай составил 8,5 ц/га.



Акт составлен в 5 экземплярах (финансовым документом не является)

Зав. отделом производства и использования кормов
РУП «Минской ОСХОС»

Директор РУП

«Институт защиты растений» НАН Беларуси

Мл. науч. сотр.

Курч Л.Ф.



Сорока С. В.

Якимович Е. А.

Акт

производственной проверки эффективности гербицидов хармони, 75% с.т.с. и гранстар, 75% с.т.с в «Системе рационального применения гербицидов в посевах проса» в 2003 г.

Мы, нижеподписавшиеся, председатель колхоза им. Железняковича Корелического района Гродненской области

главный агроном

с одной стороны и представители РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси: директор института Сорока С.В., мл. науч. сотрудник Якимович Е.А. с другой стороны составили настоящий акт в том, что в вышеуказанной организации проведена производственная проверка биологической и хозяйственной эффективности перспективных гербицидов гранстар, 75% с.т.с. и хармони, 75% с.т.с. в баковой смеси с 2М-4Х, 250 г/л в.р. в борьбе с сорняками в посевах проса посевного.

Эффективность применяемых препаратов на площади 12 га оценивалась по снижению численности и массы сорняков на опытных вариантах в сравнении с исходной засоренностью. Обработку проводили в начале кушения культуры. Учеты засоренности проводились до и через месяц после химпрополки. Урожай определялся на всех делянках опыта.

До обработки в посевах насчитывалось 120 шт/м² сорных растений. Преобладала марь белая (50 шт/м²), звездчатка средняя (22 шт/м²), горец выюнковый и шероховатый (26 шт/м²), встречались ромашка непахучая, фиалка полевая, пастушья сумка.

Установлено, что при применении 2М-4Х, 250 г/л в.р. в смеси с гранстаром (4,0 л/га + 15 г/га) общее количество сорняков уменьшилось на 90,8%, их масса – на 96,6%. При внесении 2М-4Х, 250 г/л в смеси с хармони (4,0 л/га + 15 г/га) численность сорняков снизилась на 88,6%, их масса – на 95,3%. При этом марь белая, пастушья сумка, звездчатка средняя в обоих случаях погибали полностью, численность горца выюнкового снизилась в варианте с добавлением гранстара на 78,1%, хармони - на 80,3%, ромашки непахучей – 86,2% и 79,3% соответственно.

В результате снижения засоренности сохраненный урожай зерна проса в варианте с гранстаром составил 8,4 ц/га, с хармони – 9,3 ц/га, при урожайности на контроле без обработки – 15 ц/га.

Акт составлен в 5 экземплярах (финансовым документом не является)

Руководитель организации

Главный агроном

Директор РУП

«Институт защиты растений» НАН Беларуси

Мл. науч. сотр.

Сорока С.В.

Якимович Е. А.