

И.А.Прищепа, доктор сельскохозяйственных наук  
Белорусский НИИ защиты растений  
УДК 632.954+631.82:633.16+633.11"324"

## **Биологические аспекты изменения действия гербицидов при их совместном применении с минеральными солями и поверхностно-активными веществами на посевах ярового ячменя и озимой пшеницы**

*Оценка фитотоксичности смесей гербицидов с минеральными солями и поверхностно-активными веществами по отношению к двудольным сорнякам в посевах ярового ячменя и озимой пшеницы позволила установить наличие синергистического взаимодействия между ними. Статистически достоверно установлено существенное усиление гербицидной активности базагра, парднера, дезормона и диалена, применяемых в смеси с минеральными удобрениями и поверхностно-активными веществами, на средне- и слабочувствительные виды сорняков, что дает возможность снижать норму расхода гербицидов на 25-30%. При этом суммарная доза основных азотных удобрений, применяемых в смесях с гербицидами для некорневой подкормки ярового ячменя и озимой пшеницы, во избежание усиления фитотоксического действия на культуру, не должна превышать N10, а КАС --- не более N20.*

*The evaluation of herbicide mixtures with mineral salts and surfactants in relation to dicotyledonous weeds in spring barley and winter wheat crops has allowed determining the availability of interaction between them. The essential amplification of herbicidal activity of basagran, pardner, desormone and dialen used in mixture with mineral fertilizers and surfactants on semi and weak sensitive weed species has been statistically determined, which would allow reducing herbicide application by 25-30%. For this the total dose of main nitrogen fertilizers used in mixtures with herbicides for outside root application of fertilizers to spring barley and winter wheat, aimed at preventing the phytotoxic action on the crop should not be more than N10 and UAN – not more than N20.*

Биологическая эффективность средств защиты растений зависит не только от химической природы препаратов, но и в значительной мере от физико-химических параметров рабочих растворов. Поэтому одним из перспективных направлений является изучение возможности совместного применения гербицидов с минеральными солями, а также специальными добавками, понижающими поверхностное натяжение рабочих растворов и уменьшающими скорость испарения жидкости с поверхности растений.

Качество урожая зерновых культур определяется равномерностью поступления азота удобрений в растения в течение всего периода вегетации. Поэтому азотные удобрения особенно эффективны при их применении по вегетирующим растениям [9]. Для этих целей в основном используются растворы мочевины или аммиачной селитры. В последние годы для некорневой подкормки зерновых культур широко используются жидкие минеральные удобрения, в частности КАС (заводская смесь растворов мочевины и аммония азотнокислого). Азот в жидких удобрениях находится в связанной форме, менее подвижен, не улетучивается и вносить его можно дробно в любую фазу вегетации растений [2].

Яровые и озимые зерновые культуры по-разному реагируют на некорневые подкормки азотными удобрениями. Яровые культуры наиболее полно используют азот удобрений в первую половину вегетации. Поэтому вполне обоснованно совмещать некорневую подкормку с применением гербицидов. Полностью оправдал себя также этот прием на озимой пшенице [7, 8]. Однако фитотоксичность гербицидов как для однодольных, так и двудольных растений существенно зависит от применяемых минеральных удобрений и ПАВ [12]. Макроудобрения в смеси с отдельными гербицидами при рекомендованной норме расхода препарата могут также угнетать защищаемую культуру и приводить к недобору зерна [5, 10].

Применение минеральных удобрений и поверхностно-активных веществ совместно с пестицидами и регуляторами роста на посевах зерновых колосовых культур приобретает особое значение в ресурсосберегающей технологии [1, 4]. Решение этой проблемы обеспечит стабильный рост урожая зерна при наименьших затратах на их применение. Основная цель нашей работы заключалась в оценке изменений фитотоксичности гербицидов разных химических групп по отношению к двудольным сорнякам под воздействием макроудобрений и ПАВ, а также в определении целесообразности применения сниженных норм гербицидов совместно с азотными удобрениями и ПАВ на посевах ярового ячменя и озимой пшеницы в весенний период с учетом фитотоксичности, биологической и хозяйственной эффективности удобрительно-гербицидных смесей и смесей гербицидов с ПАВ.

Оценка фитотоксичности смесей гербицидов (базаграна, чистолана, парднера, диалена, дезормона) с макроудобрениями (аммонием азотнокислым,  $N_{22}$ ; аммонием сернокислым,  $N_{16}$ ; мочевиной  $N_M$ ; калием хлори-

стым,  $K_2$ ) и поверхностно-активными веществами (СМЗ, гликолом, глитамом, эколор) по отношению к двудольным сорнякам дана в условиях полевых экспериментов. С этой целью были заложены специальные опыты с использованием метода "логарифмического" опрыскивания растений [13]. Расход рабочей жидкости составлял 300 л/га. Этот метод позволяет точно определить степень токсичности гербицидов для растений в зависимости от дозы препарата. Опрыскивание посевов ячменя смесями гербицидов с различными добавками проводили в фазу кушения культуры; озимой пшеницы — весной, в период полного кушения при температуре воздуха более 10 °С. В это время однолетние двудольные сорняки на посевах ячменя имели 2-4 настоящих листа, на посевах озимой пшеницы — достигали 4-5 листьев. Эффективность гербицидов определяли на 30-е сутки после опрыскивания посевов по снижению численности и общей массы надземных органов двудольных сорняков в агроценозе зернового поля. Вариант сравнения — контроль без обработки гербицидами. Определяли показатель гербицидной активности, или уровень чувствительности ( $ED_{80}$ ), т.е. дозу гербицида (г д.в./га), обеспечивающую снижение количества и массы растений на 80% [14]. Эти показатели наиболее полно характеризуют токсичность гербицидов и позволяют более правильно и объективно судить о степени устойчивости различных видов растений к их действию. Полученные данные обработаны статистически с использованием метода пробит-анализа и корреляционных уравнений. Учитывая, что макроудобрения и ПАВ не обладают гербицидной активностью при их раздельном применении, коэффициент синергизма (КС) определяли путем деления  $ED$  "чистого" гербицида на соответствующий показатель для смеси гербицида с добавкой макроудобрения [11]. Для каждой добавки рассчитывали коэффициент синергизма и определяли характер взаимодействия макроудобрения с гербицидом.

Полевые опыты для определения биологической и хозяйственной эффективности удобрительно-гербицидных смесей и смесей гербицидов с ПАВ были заложены на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Площадь делянок 32 м<sup>2</sup>. Повторность 4-кратная. Для посева использовали элитные семена, а агротехнические мероприятия проводили в соответствии с принятыми для зоны рекомендациями. Расход гербицидов, нормы ПАВ, дозы удобрений и их концентрация в растворе приведены при обсуждении результатов опыта. Расход рабочей жидкости 300 л/га. Сорняки учитывали количественно-весовым методом на площадках 0,25 м<sup>2</sup>, расположенных на каждой делянке в четырех повторностях. По степени снижения засоренности посевов определяли биологическую эффективность гербицидов и смесей, по урожаю зерна в сравнении с контролем — их хозяйственную эффективность. Уборку проводили малогабаритным зерноуборочным комбайном Сампо-500. Урожай зерна приводили к стандартной влажности (14%) и чистоте (100%). Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа.

Производственные опыты были заложены на посевах ячменя в совхозе-агрофирме "Рассвет" Минского района. Площадь делянки 2 га, повторность 3-кратная. Агротехника на производственных посевах соответствовала применяемым в хозяйстве технологиям. Расчеты экономической эффективности применения удобрительно-гербицидных смесей и смесей ПАВ с гербицидами выполняли по общепринятым методикам с учетом затрат, установленным по технологическим картам. Давалась частичная оценка экономической эффективности с учетом объема дополнительной продукции, дополнительных затрат и их окупаемости, чистого дохода и рентабельности мероприятия.

Большинство гербицидов, рекомендованных для применения на посевах зерновых культур, рассчитаны на достижение максимальной гибели сорняков. В состав агрофитоценоза зернового поля входят виды растений с разной степенью чувствительности к гербицидам. Поэтому достичь их полной гибели путем увеличения нормы расхода препарата невозможно. Повышение концентрации гербицида в растворе приводит к усилению защиты культуры и вызывает заметное снижение урожая зерна. В наших опытах чувствительные виды сорняков при качественном опрыскивании посевов погибали при минимальной концентрации гербицида в растворе и дальнейшее увеличение нормы расхода препарата не отражалось на его эффективности. Оценка гербицидной активности препаратов количественно-весовым методом по проценту гибели растений и по снижению их массы показала наличие существенных различий по этим показателям. Доза гербицида (г д.в./га), обеспечивающая 80% гибели сорняков, в большинстве опытов превышала дозу, необходимую для снижения их массы на 80%. Это связано с тем, что из 20 видов двудольных сорняков, наиболее распространенных в посевах зерновых колосовых культур, встречаются слабо- и высокочувствительные виды к определенной группе гербицидов. Высокочувствительные виды отмирают полностью через несколько дней после обработки, а средне- и особенно слабочувствительные виды, останавливаясь в росте и развитии, продолжают вегетировать, не накапливая зеленой массы и не принося вреда защищаемой культуре. Период их полного отмирания растянут, отдельные виды вегетируют вплоть до уборки культуры на зерно. Поэтому мы считаем, что для оценки гербицидной активности препаратов необходимо пользоваться показателем  $ED_{80}$  по снижению массы обработанных растений на 80% по сравнению с контрольными растениями. Он наиболее точно отражает характер действия гербицидов на разные по чувствительности виды растений. В дальнейшем при характеристике уровня чувствительности отдельных видов сорняков приводится только этот показатель.

В условиях нашего эксперимента гербицидная активность "чистых" препаратов зависела от общей засоренности посевов и видового состава агроценоза зернового поля, от плотности отдельных видов и фазы их

развития в момент обработки, от метеорологических условий в день обработки и последующие дни. К примеру, для базаграна доза гербицида, вызывающая снижение массы сорняков на 80% ( $ED_{80}$ ), колебалась от 270 до 828 г д.в./га, для парднера — 44-99, дилалена — 234-563 и дезормона — 165-287 г д.в./га. Однако, несмотря на значительные различия в уровне чувствительности сорняков к гербицидам, расчетные нормы расхода гербицидов, необходимые для достижения 80%-ного эффекта, были ниже рекомендованных норм.

Взаимодействие гербицидов с макроудобрениями, агниспарителем и поверхностно-активными веществами независимо от их природы носило синергистический характер. Добавление этих веществ к рабочим растворам гербицидов (достоверно на 5%-ном уровне значимости, за исключением опыта с чистоланом) снижало устойчивость двудольных сорняков к гербицидам. Наибольшее количество опытов нами было проведено с аммонием сернокислым ( $N_{ac}$ ). Из литературы [3, 15] известно, что аммоний сернокислый является активатором целого ряда гербицидов, в частности утала. Возрастающая активность гербицидов под влиянием аммония сернокислого, по-видимому, связано с его агниспарительным действием и с усилением проникновения препаратов в растения. Коэффициент синергизма (КС) при взаимодействии аммония сернокислого с гербицидами составлял для базаграна 2,53, парднера 1,85, дезормона 2,05. Наблюдалось существенное усиление гербицидной активности базаграна, применяемого в смеси с кальем хлористым (1%-ный раствор) и мочевиной ( $N_{10}$ ), на посевах ярового ячменя.

Под влиянием аммония азотнокислого ( $N_{10}$ ) происходило достоверное усиление гербицидной активности дезормона в борьбе с двудольными сорняками в посевах озимой пшеницы.

Поверхностно-активные вещества (СУМЗ, гликвал, экол), обладая повышенной смачивающей способностью, создают благоприятные условия для поступления гербицидов в клетки растений. Высокий защитный эффект в борьбе с двудольными сорняками в посевах ячменя показал состав, содержащий гербицид дезормон и СУМЗ. Аналогичные данные получены на озимой пшенице при применении гликвала и глвама совместно с дилаленом и ареленом.

Данные по изменению чувствительности отдельных видов двудольных растений к гербицидам под влиянием макроудобрений представлены в таблице 1. Характерно, что чувствительные виды сорняков, независимо от добавки минеральных солей или ПАВ, погибли при минимальной концентрации гербицида в растворе. Синергисты значительно усиливали активность гербицидов к средне- и слабочувствительным видам сорных растений. К примеру, чувствительность мари белой к базаграну под влиянием макроудобрений повышалась в 1,25-2,48 раза, а ромашки непахучей к дилалену при его совместном применении с аммонием азотнокислым — в 3,31 раза. Аналогичная закономерность отмечена и для других видов сорных растений, наиболее распространенных в посевах ячменя и озимой пшеницы.

Таблица 1. Изменение чувствительности двудольных сорняков к гербицидам в посевах зерновых культур под влиянием макроудобрений и ПАВ (полевой опыт, 1992–1996 гг.)

Гербицид	Добавка	Кoeffициент синергизма (КС) для...						
		мари белой	горцев (виды)	осота желтого	ромашки непахучей	звездчатки средней	фиалки полевой	пастушь- ей сумки
Яровой ячмень								
Базагран, 48% в.р.	$K_r (1\% \text{ p-p})$	2,48	2,29	2,64	1,16	-	-	-
То же	$N_{ac} (0,2\% \text{ p-p})$	1,41	1,30	2,12	-	2,22	1,34	2,84
То же	$N_{aa}10$	1,25	1,24	-	-	1,45	1,35	-
То же	антихлорид (1% p-p)	2,31	2,54	2,06	1,12	-	-	-
То же	СУМЗ (0,1 л/га)	2,09	1,34	-	1,18	1,44	1,16	-
Чистолан, 40% к.э.	$N_{ac} (0,2\% \text{ p-p})$	-	-	-	1,48	1,48	1,28	-
Парднер, 22,5% к.э.	$N_{ac} (0,2\% \text{ p-p})$	1,71	1,69	1,95	1,57	1,95	-	1,70
Дезормон, 60% к.э.	$N_{ac} (0,2\% \text{ p-p})$	1,85	-	1,96	-	2,19	-	-
То же	СУМЗ (0,1 л/га)	1,50	-	1,54	1,39	1,29	-	-
Озимая пшеница								
Диален, 40% в.р.	$N_{aa}10$	-	-	-	3,31	-	3,38	2,87
То же	гликал (1 л/га)	-	-	-	3,75	-	2,62	2,02
То же	глиам (1 л/га)	-	-	-	4,83	-	2,11	1,47
Арелон, 50% к.с.	гликал (1 л/га)	-	-	-	2,22	-	2,15	1,50

Таким образом, на основании полученных данных в качестве компонентов для совместного применения с гербицидами можно рекомендовать минеральные соли (аммоний азотнокислый, аммоний сернокислый, мочевины и хлористый калий), а также нейтральные компоненты (антихлориды и поверхностно-активные вещества). Добавление этих веществ к гербицидам усиливает их токсичность для двудольных сорняков. Высокая эффективность баковых смесей гербицидов с макроудобрениями объясняется тем, что сорняки, поглощая питательные вещества удобрений, ускоряют свой рост, а гербициды лучше поражают активно растущие меристематические ткани [6]. Усиление гербицидной активности препаратов под воздействием ПАВ и минеральных веществ позволяет корректировать нормы расхода гербицидов, снижать их нагрузку на единицу площади

посевов, что важно с экологической и природоохранной точек зрения.

При оценке биологической и хозяйственной эффективности приема совместного применения гербицидов с макроудобрениями или ПАВ на посевах ярового ячменя и озимой пшеницы нормы расхода гербицидов снижались в зависимости от опыта на 50 и более процентов от рекомендованных. Учитывая, что в настоящее время для некорневой подкормки зерновых колосовых культур рекомендуют применять жидкое минеральное удобрение КАС (заводская смесь растворов мочевины и аммония азотнокислого), нами в схемы полевых опытов были включены варианты с этим удобрением. Параллельно проведены испытания баковой смеси мочевины с аммоний азотнокислым в соотношении 1:1 (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макроудобрений на эффективность пониженных норм базагран в борьбе с сорной растительностью в посевах ячменя (полевой опыт, средние данные за 1997–1999 гг.)

Вариант опыта	Гибель сорняков, % к контролю	Снижение массы сорняков, % к контролю					Урожайность, ц/га	Прибавка	
		в сумме	из них					ц/га	%
			мари белой	звездчатки средней	горца вьюнкового	пастушьей сумки			
Без обработки (контроль)	155*	710**	450**	117**	44**	27**	36,4	0	0
Базагран, 48% в.р., 1 л/га (эталон)	38,7	62,7	51,0	86,5	64,8	76,5	44,4	8,0	22,0
То же, 1 л/га+Naa10	60,0	76,6	74,6	99,1	89,5	90,7	46,2	9,8	26,9
То же, 1 л/га+Nm10	51,0	72,0	61,0	99,5	73,9	90,3	47,6	11,2	30,8
То же, 1 л/га+Naa5+Nm5	58,1	72,7	66,6	97,5	90,4	83,6	46,9	10,5	28,8
То же, 1 л/га+КАС(N20)	51,0	74,4	70,5	98,0	88,4	98,9	48,3	11,9	32,7
То же, 1 л/га+Nac (0,5%-ный p-p)	57,4	77,4	64,1	98,8	87,9	91,0	44,6	8,2	22,5

НСР<sub>0,05</sub>

3,7

Примечание. \* — численность сорняков, шт/м<sup>2</sup>, \*\* — масса сорняков, г/м<sup>2</sup>

Таблица 3. Влияние макроудобрений на эффективность пониженных норм агритокса в борьбе с сорной растительностью в посевах ячменя (производственный опыт, совхоз-агрофирма "Рассвет" Минского района, средние данные за 1998–1999 гг.)

Вариант опыта	Гибель сорняков, % к контролю	Снижение массы сорняков, % к контролю	Урожайность, ц/га	Прибавка		Рентабельность, %
				ц/га	%	
Без обработки (контроль)	205*	730**	21,0	0	0	0
Агритокс (МСПА), 59% в.к., 0,4 л/га	68,4	71,8	28,4	7,4	35,2	300,1
То же, 0,4 л/га+Naa10	81,7	90,3	31,0	10,0	47,6	309,5
То же, 0,4 л/га+Nm10	70,9	85,8	31,2	10,2	48,6	349,7
То же, 0,4 л/га+Naa5+Nm5	76,9	88,2	32,1	11,1	52,8	351,1
То же, 0,4 л/га+КАС (N20)	70,4	82,7	31,9	10,9	51,9	373,8
То же, 0,4 л/га+Nac (0,5% р-р)	75,5	80,2	30,0	9,0	42,8	356,8

ПСР<sub>0,05</sub>

3,0

Примечание. \* — численность сорняков, шт/м<sup>2</sup>, \*\* — масса сорняков, г/м<sup>2</sup>.

Основное внимание в исследованиях уделялось изучению действия минеральных удобрений в смесях с гербицидами на защищаемую культуру. Установлено, что от примесивия минеральных удобрений (особенно КАС) на растениях ячменя наблюдались ожоги листьев (5–10% поврежденных растений). Добавление в рабочий раствор базагран минеральных удобрений усиливало их фитотоксичность на культуру. Самые сильные ожоги листьев ячменя (до 25%) отмечены для варианта, где применяли базагран (3 л/га) в смеси с КАС (N30). Снижение нормы расхода базагран до 2 л/га уменьшает ожоги листьев до 2%, а при норме расхода препарата 1 л/га и дозе твердых удобрений N10 и КАС (N20) — фитотоксического действия на культуру не отмечено. Из всех испытанных удобрительно-гербицидных смесей наиболее существенное усиление гербицидной активности базагран по отношению к двудольным сорнякам под влиянием макроудобрений наблюдалось в вариантах с нормой расхода гербицида 1 л/га (табл. 2).

Посевы ярового ячменя были засорены в основном марью белой (доминантный вид), звездчаткой средней, горцем выюнковым, пастушьей сумкой и сушеницей топяной (табл. 2). Общая плотность сорняков составляла в среднем 155 шт/м<sup>2</sup>, при массе надземных органов 710 г/м<sup>2</sup>. Под влиянием базагран при норме расхода препарата 1 л/га масса двудольных сорняков снизилась на 62,7%. Смеси базагран (1 л/га) с аммонием серноокислым (0,5% -ный раствор), аммонием азотнокислым (N10), смесью мочевины с аммонием азотнокислым (N5+N5), а также с раствором КАС (N20) отмечались высокой эффективностью в борьбе с двудольными сорняками в посевах ячменя. Добавление азотных удобрений в раствор базагран увеличило гербицидную активность комбинированного рабочего состава за счет гибели мари белой, звездчатки средней, горца выюнкового и пастушьей сумки. Сушеница топяная практически полностью погибала при минимальной концентрации гербицида в растворе. Достоверной разницы между различными видами удобрений в изменении

устойчивости двудольных сорняков к гербицидам в условиях полевого опыта не отмечено. Для всех азотных удобрений, примененных в смесях с базаграном для некорневой подкормки ячменя в фазу кушения культуры, характерно резкое ингибирование линейного роста и снижение интенсивности накопления зеленой массы растениями (табл. 2)

Суммарная доза твердых азотных макроудобрений, рекомендованных для некорневой подкормки (аммоний азотнокислый, мочевины, смесь мочевины с аммонием азотнокислым), в смесях с гербицидами не должна превышать N10, а КАС — не более N20. Снижение нормы расхода базагран, одного из самых дорогих гербицидов, не только экономически выгодно, но и вызвано также необходимостью уменьшения его фитотоксичности при совместном применении с минеральными удобрениями. В отличие от названных удобрений, смеси аммония серноокислого (0,2–0,5%-ный раствор) с гербицидами не оказывали фитотоксического действия на растения ячменя.

В 2000 г. были проведены исследования по совместному применению ПАВ с гербицидом агритокс (59% в.к.) со сниженной на 50% нормой расхода препарата. В состав агроценоза ячменного поля входили марь белая (45,6% от общей засоренности), фиалка полевая (22,4%), ромашка непахучая (9,1%), горцы выюнковый (9,1%), пастушья сумка (5,9%) и другие виды сорных растений. Как и в условиях точного эксперимента, в полевом опыте отмечено усиление фитотоксичности агритокса на 16–29% за счет резкого снижения накопления надземной массы ромашкой непахучей и горцем выюнковым, сорняков, обладающих средней чувствительностью к этому гербициду.

Параллельно с проведением полевых опытов в 1997–2000 гг. в совхозе-агрофирме "Рассвет" Минского района проводилась производственная проверка приемов совместного применения гербицидов и азотных удобрений для некорневой подкормки, а также различных ПАВ (гликал, экол, СУМЗ) на посевах ячменя. Схемы опытов и результаты исследований представлены в таблицах 3–4.

Таблица 4. Влияние ПАВ на эффективность пониженных норм агритокса в борьбе с сорной растительностью в посевах ячменя (производственный опыт, совхоз-агрофирма "Рассвет" Минского района, средние данные за 1997–2000 гг.)

Вариант опыта	Гибель сорняков, % к контролю	Снижение массы сорняков, % к контролю	Урожайность, ц/га	Прибавка		Рентабельность, %
				ц/га	%	
Без обработки (контроль)	181*	591**	30.4	0	0	0
Агритокс (МСПА), 59% в.к., 0,4 л/га	62.2	70.8	35.5	5.1	16.8	342.6
То же, 0,4 л/га+экивал. 1 л/га	77.7	86.9	37.3	6.9	22.7	344.7
То же, 0,4 л/га+экол. 0,3 л/га	73.7	87.9	37.2	6.8	22.4	354.4
То же, 0,4 л/га+СУМЗ, 0,1 л/га	70.6	82.1	36.9	6.5	21.4	356.2
НСР <sub>0,05</sub>				3,1		

Примечание. \* — численность сорняков, шт/м<sup>2</sup>, \*\* — масса сорняков, г/м<sup>2</sup>.

Из сорняков на производственных посевах ячменя преобладали: марь белая, звездчатка средняя, сушеница топяная, горец вьюнковый, фиалка полевая, виды подорожника. Добавление макроэлементов к гербициду со сниженной нормой расхода препарата усилило гербицидную активность последнего в борьбе с сорняками (табл. 3). Общая масса сорняков с участков, обработанных смесями, снижалась в зависимости от варианта опыта на 80,2–90,3% при 71,8% в эталоне (0,4 л/га). Наиболее чувствительными видами к комбинированным рабочим составам были марь белая, звездчатка средняя, сушеница топяная и подорожники. Чувствительность горца вьюнкового к агритоксу под влиянием азотных удобрений возрастала в 1,9–3,4 раза. Прибавки урожая зерна по вариантам опыта с минеральными добавками колебались от 9 до 11,1 ц/га, рентабельность приема — 309,5–373,8%. При добавлении ПАВ к агритоксу со сниженной нормой расхода препарата гибель сорняков в вариантах со смесями составила 70,6–77,7% при 62,2% в эталоне, урожайность возросла на 6,5–6,9 ц/га, рентабельность мероприятия — 344,7–356,2% (табл. 4).

Испытанные смеси в производственных условиях при качественном опрыскивании и расходе рабочей жидкости 300 л/га практически не оказывали фитотоксического действия на культуру. Необходимо отметить, что применение гербицидов совместно с азотными минеральными удобрениями для некорневой подкормки ячменя не всегда приводило к существенной прибавке урожая зерна по сравнению с применением "чистого" эталона (табл. 3–4). По нашим наблюдениям, ограничивающим фактором дальнейшего роста урожая ячменя выступает большая пораженность листового аппарата растений сетчатой пятнистостью и ринхоспориозом. Поэтому обязательным элементом химической защиты растений ячменя, обеспечивающей получение максимального урожая зерна, является последующая обработка посевов фунгицидами.

Для получения наибольшей отдачи от совместного применения различных добавок и пестицидов

необходимо соблюдать технологию их приготовления и использования. Например, рабочие растворы гербицидов с макроудобрениями готовят непосредственно перед обработкой. При смешивании твердых азотных удобрений с гербицидами предварительно растворяют удобрение в воде примерно до заданной рабочей концентрации, доводят температуру раствора до температуры воздуха и только после этого вносят гербициды или другие компоненты.

Удобрение КАС может быть применено или концентрированное, или разбавленное водой в различных соотношениях. Оптимальный температурный режим для обработки посевов КАС и минеральными солями находится в пределах 10–20 °С, относительная влажность воздуха — не менее 60%, а скорость ветра не должна быть выше 5 м/сек. Засуха, сильный дождь, ночные заморозки в течение 3–5 дней после применения смесей могут привести к ощутимому ущербу. При 5 °С и ниже обработки проводить нельзя. Необходимо отметить, что при разбавлении КАС до рабочих концентраций с ним совместимы практически все гербициды. Нарушение регламентов (особенно дозы расхода макроудобрений) приводит к появлению ожогов листьев и деформации репродуктивных органов. Расход рабочей жидкости при приготовлении комбинированных растворов гербицидов с некорневой подкормкой азотными удобрениями (аммонием азотнокислым, мочевиной, КАС) или добавлением других синергистов (аммония сернокислого, калия хлористого) должен быть минимум 200 л/га. Оптимальной считается норма 300 л/га. При меньшей норме расхода возможны повреждения растений.

Таким образом, взаимодействие гербицидов и минеральных удобрений, применяемых для некорневой подкормки посевов ячменя и озимой пшеницы, носит синергистический характер. В полевых и производственных опытах наблюдали усиление гербицидной активности базаграна, парднера, дезормона и диалена под влиянием азотных удобрений и хлористого калия. Явление синергизма отмечено также для этих герби-

цидов, применяемых совместно с различными поверхностно-активными веществами (гликалом, глиамом, экол, СУМЗ).

Повышение общей фитотоксичности удобрительно-гербицидных смесей и смесей гербицидов с ПАВ связано с их резким ингибирующим действием на рост и развитие средне- и слабочувствительных видов двудольных сорняков.

В качестве компонентов для совместного применения с гербицидами можно использовать: *из минеральных удобрений* – аммоний сернокислый (0,2-0,5%-ный раствор), калий хлористый – (1%-ный раствор), аммоний азотнокислый (N10), мочевины (N10), смесь мочевины с аммонием азотнокислым ( $N_{м}5 + N_{ав}5$ ) и КАС (N10+N20); *из ПАВ* – гликал (1 л/га), глиам (1 л/га), экол (0,3 л/га), СУМЗ (0,1 л/га), а также антииспаритель (1%-ный раствор). Усиленные активности гербицидов в смесях с азотными удобрениями и ПАВ позволяет снижать их нагрузку на единицу площади посевов на 25-30% в зависимости от плотности и видового состава сорняков. Снижение норм гербицидов при совместном применении необходимо и потому, что азотные удобрения повышают токсичность гербицидов по отношению к возделываемой культуре.

### Литература

1. Абаимов В.Ф., Щужин В.Б. Продуктивность посева и качество зерна озимой пшеницы при некорневых подкормках азотом и микроэлементами // *Зерн. культуры*. – 1997. – № 2. – С. 17-18.
2. Алимов К.Г. Эффективность жидких минеральных удобрений в зависимости от сроков и способов их внесения // *Сиб. вестн. с.-х. науки*. – 1993. – № 3. – С. 76-79.
3. Булавин Л.А. Совершенствование химического метода борьбы с пыреем ползучим // *Вестн. Акад. аграр. наук Беларусі*. – 1993. – № 1. – С. 63-66.
4. Голуб И.А. Научные основы формирования высокой урожайности озимых зерновых культур: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Белорус. с.-х. акад. – Горки, 1997. – 32 с.
5. Груздев Г.С., Дейков К.В. Эффективность баковых смесей пестицидов с азотными удобрениями // *Земледелие*. – 1992. – № 6. – С. 27-28.
6. Долматов А.П. Применение гербицида совместно с мочевиной // *Земледелие*. – 1993. – № 4. – С. 20.
7. Дорожки Г.Р. Комбинированные обработки озимой пшеницы // *Защита растений*. – 1988. – № 12. – С. 16-17.
8. Дорожки Г.Р., Анашкина Т.И., Бордюнок Е.П. Влияние комбинированного применения пестицидов и пскорневых подкормок на урожай и качество зерна озимой пшеницы // *Защита растений от вредителей, болезней и сорной растительности*. – Ставрополь, 1986. – С. 59-64.
9. Кукреш С.П., Жуйко Л.И. Эффективность жидких комплексных и азотных удобрений при разных способах их внесения под ячмень // *Резервы повышения плодородия почв и эффективности удобрений*. – Горки, 1995. – С. 26-30.
10. Макаров В.И., Вилкова М.А., Самойлов Л.Н. Применение КАС в баковых смесях с пестицидами и микроэлементами в посевах ячменя // *Применение средств химизации и экол. пробл. в земледелии ЦЧЗ*. – Воронеж, 1992. – С. 164-167.
11. Прищепа И.А. Применение баковых смесей средств химизации // *Агрохимия*. – 1998. – № 3. – С. 78-86.
12. Пронина Н.Б. Физиологические ответные реакции растений на действие гербицидов и условий минерального питания: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук в форме науч. докл. : 03.00.12 / С.-Петербург. аграр. ун-т. – Санкт-Петербург, 1993. – 74 с.
13. Старосельский Я.Ю. Методика полевых опытов с гербицидами // *Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами*. – Москва: Наука, 1967. – С. 70-103.
14. Терехов В.И., Афонин С.П. Статистическая оценка результатов испытаний пестицидов и их смесей. – Москва: ВНИИТЭИС, 1971. – 113 с.
15. Угрюмов Е.П., Савва А.П., Зудилкин Н.В., Дорожкин С.А. Зависимость гербицидной активности угля от условий применения // *Агрохимия*. – 1992. – № 7. – С. 118-123.