

УДК 633.15:632.954(470.55)

ГЕРБИЦИДЫ КРОСС-СПЕКТРА В КОНТРОЛЕ ЗАСОРЕННОСТИ КУКУРУЗЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

© 2020 г. А. Э. Панфилов^{1,*}, Н. И. Казакова¹, Е. С. Иванова¹

¹Институт агроэкологии – филиал Южно-Уральского государственного аграрного университета 456660 с. Миасское, Красноармейский р-н, Челябинская обл., ул. Советская, д. 8, Россия

*E-mail: al_panfilov@mail.ru

Поступила в редакцию 10.12.2019 г.

После доработки 14.01.2020 г.

Принята к публикации 10.02.2020 г.

В работе обоснован выбор гербицидов для контроля смешанной сеgetальной растительности в посевах кукурузы и предложены оптимальные сроки их применения с учетом взаимодействия внешних факторов. В полевом опыте исследовали эффективность 6-ти гербицидов и 3-х сроков обработки. Обобщены результаты исследования, проведенного в 2012–2017 гг. в северной лесостепи Зауралья: уточнены параметры вредоносности биологических групп сорняков, дана сравнительная оценка биологической эффективности гербицидов, выявлены оптимальные сроки применения препаратов кросс-спектра на фоне неустойчивого увлажнения почвы, изучено влияние гербицидов на продуктивность кукурузы и уборочную влажность зерна, определен экономический эффект от применения гербицидов.

Ключевые слова: кукуруза, засоренность, гербицид, урожай, зерно, влажность зерна, Зауралье.

DOI: 10.31857/S0002188120050117

ВВЕДЕНИЕ

Проблема фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур – одна из наиболее актуальных в современной земледелии. Зерновая кукуруза (*Zea mays* L.) не является исключением, поскольку реализация генетического потенциала культуры в регионах с коротким вегетационным периодом (в том числе в Зауралье) возможна только при соблюдении требований интенсивной технологии: внедрения в производство скороспелых гибридов [1–3], точности выполнения операций в определенные сроки [3, 4] и т.п. Технология также должна включать надежную систему защиты растений от вредных объектов, прежде всего от сорняков [5, 6]. Необходимость посева культуры в предельно ранние сроки и короткий период от схода снега до посева затрудняют эффективное применение агротехнического метода борьбы с сорняками, поэтому в этом случае высока роль химических средств их контроля [7–9].

С учетом почвенно-климатических и фитоценологических особенностей региона полный контроль засоренности кукурузы на базе ассортимента гербицидов, сложившегося к началу XXI столетия, достигался двукратным опрыскиванием

почвенным препаратом до посева и послеуборочным – в период от 3-х до 5-ти листьев [10–12] в сочетании с одной или двумя междурядными обработками. Такая схема защиты является напряженной с организационной точки зрения и отличается высокой степенью риска, связанного с несвоевременным выполнением одной или обеих операций под влиянием, например, погодных условий [13–16].

Отказ от этой схемы возможен на основе новых гербицидов кросс-спектра, обладающих одновременно трансламинарным действием на вегетирующие сорняки и экраным эффектом для подавления их последующих всходов [8, 9, 17, 18]. Для оценки эффективности применения таких препаратов необходимо исследование взаимодействия агротехнических сроков применения гербицидов с погодными условиями, видовым составом и динамикой прорастания сорняков.

В связи с актуальностью проблемы в лесостепной зоне Челябинской обл. проведено исследование, целью которого было обоснование выбора средств защиты растений для оперативного контроля сеgetальных растений в посевах кукурузы.

Таблица 1. Видовой состав сорняков в контроле (Институт агроэкологии, 2012–2019 гг.), % от общей сухой массы сегетальных растений

Вид	Год исследования								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	среднее
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i>)	4.2	7.7	12.1	6.4	1.5	3.9	8.8	8.7	6.7
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i>)	6.3	4.4	2.1	3.7	1.0	2.8	3.5	6.0	3.7
Осот полевой (<i>Sochus arvensis</i>)	–	3.8	2.4	2.2	0.5	–	2.4	–	2.3
Овсяг (Avena fatua)	51.6	2.3	18.9	3.6	–	–	6.9	3.2	14.4
Просо сорное (<i>Panicum miliaceum</i>)	7.3	34.6	32.1	42.7	36.6	17.1	31.7	35.6	29.7
Ежовник обыкновенный (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	9.7	12.9	9.7	5.4	22.2	28.7	8.4	13.4	13.8
Щетинник зеленый (<i>Setaria viridis</i>)	6.2	1.9	3.2	1.4	–	–	11.3	10.5	5.8
Щирица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	–	13.7	3.4	4.2	5.7	5.0	7.2	3.4	6.1
Марь белая (<i>Chenopodium album</i>)	8.6	3.8	4.0	3.3	7.2	6.1	3.4	2.9	4.9
Паслен черный (<i>Solanum nigrum</i>)	–	–	9.5	16.1	8.8	1.7	5.2	4.6	7.7
Горец – виды (<i>Polygonum</i> spp.)	6.1	14.9	2.6	6.7	1.5	8.8	6.2	7.3	6.8
Аистник цикутolistный (<i>Erodium cicutarium</i>)	4.2	7.7	12.1	2.1	3.6	11.6	2.3	3.2	5.9
Прочие (малолетние двудольные)	6.3	4.4	2.1	2.2	3.1	15.0	2.7	3.8	5.0

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2012–2017 гг. на опытном поле Института агроэкологии и в 2018–2019 гг. – на базе СПК “Коелгинское” им. И.Н. Шундеева.

Схема опыта включала варианты с внесением до посева культуры почвенного гербицида пропонит, КЭ (2.5 л/га) и применением довсходового почвенного препарата мерлин, ВДГ (0.15 кг/га), а также варианты с обработкой посевов кукурузы в фазе 3–4-х листьев послевсходовыми препаратами кросс-спектра: баковой смесью дублон голд, ВДВ + балерина, СЭ (0.07 кг/га + 0.3 л/га), а также препаратами элюмис, МД (1.5 л/га) и майстер Пауэр, МД (1.5 л/га).

Агротехника в опыте – рекомендованная для региона. Повторность опыта трехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Общая площадь делянки – 42 м², учетная – 28 м². Анализы и учеты проводили в соответствии с принятыми методиками ВНИИ кукурузы [19] и Госсортсети [20].

Почва опытного поля – чернозем обыкновенный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 7.0–7.2%, с физико-химическими и водно-физическими свойствами, типичными для региона. По метеорологическим условиям период проведения исследования отличался разнообразием, отражающим характерную для Зауралья континентальность климата: 2012 г. в целом характеризовался острой атмосферной засухой на фоне высоких температур в период вегетации, что определило преимущественно одноволновой характер появления сорняков в посевах кукурузы. В 2013, 2014 и 2015 гг. быстрое высыхание верхнего слоя почвы в весенний период сдерживало появление сорняков, но обильные осадки во второй половине вегетации способствовали активному вторичному засорению посевов. 2016 г. характеризовался высоким температурным фоном и острым дефицитом осадков, что привело к задержке появления всходов сорняков весной и формированию засоренности в основном за счет многолетних видов. В 2017–2019 гг. температурный фон

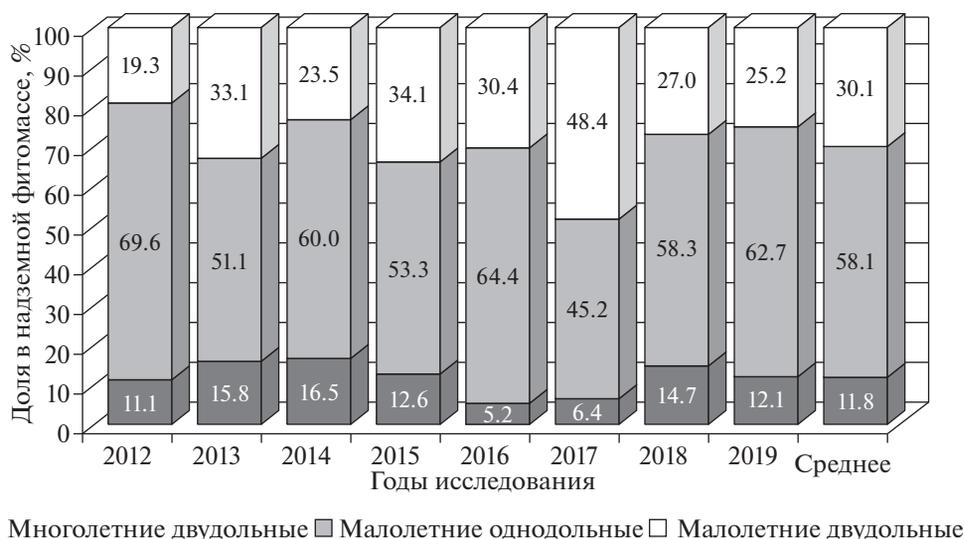


Рис. 1. Групповой состав сорняков в посевах кукурузы (Институт агроэкологии, 2012–2019 гг.).

в течение вегетации был несколько ниже средних многолетних показателей, при этом количество осадков в мае–июле превысило многолетнюю норму; это способствовало массовому появлению сорной растительности с многоволновым характером прорастания сорняков.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В большинстве случаев на территории лесостепной зоны Зауралья основную угрозу для кукурузы представляют сорняки двух групп – многолетние корнеотпрысковые и однолетние злаковые. Малолетние двудольные виды в посевах кукурузы представляют маргинальную группу, с их количеством урожайность кукурузы в подавляющем большинстве лет связана слабо. Это обусловлено тем, что они являются слабыми конкурентами по отношению к двум первым группам сорняков [21].

В годы исследования исходная засоренность по групповому и видовому составу сорняков была типичной для региона (табл. 1, рис. 1): на долю многолетних двудольных сорняков (осота, бодряка и вьюнка полевого) в период проведения опыта приходилось 12% сорной биомассы, на малолетние однодольные (доминирующий вид – просо сорное) – 58 и на малолетние двудольные сорняки – 30%.

Необходимо отметить, что значительная доля овсяга в составе сеgetальной растительности обостряла ситуацию на полях, поскольку, помимо нескольких волн поздних яровых сорняков,

имелась как минимум одна волна ранней засоренности.

В период исследования фоновые погодные условия (особенности водного и температурного режимов верхнего слоя почвы) и рекомендуемый для региона ранний срок посева культуры сформировали общий уровень засоренности в среднем 329 г/м² (с сильным варьированием показателя по годам от 191 до 488 г/м²).

Нестабильная влажность верхнего слоя почвы, периодический дефицит осадков в послепосевной период и высокая емкость поглощения чернозема отрицательно влияли на эффективность почвенных гербицидов (табл. 2). В варианте с допосевным внесением препарата пропонит наблюдали слабые отличия от контроля по засоренности. Например, биологическая эффективность данного почвенного гербицида за период исследования составила в среднем 40.6%, исключением стал лишь 2014 г., когда биологический эффект препарата достиг 74%. Эффективность препарата мерлин в условиях северной лесостепи была еще менее устойчива и варьировала от 4% в 2013 г. до 88% в 2018 г. В целом гербициды показали слабое снижение засоренности по сравнению с контролем – в среднем за период исследования их биологическая эффективность незначительно превышала 50%.

В 2012–2014, 2016 гг. погодные условия способствовали формированию преимущественно одной выраженной волны всходов сорных растений. В этих условиях не обнаружено существенных различий в биологической эффективности послевсходового гербицида с экраным эффек-

Таблица 2. Влияние гербицидов на засоренность посевов кукурузы (Институт агроэкологии, 2012–2019 гг.)

Вариант	Годы исследования								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	среднее
	Сухая биомасса сорняков, г/м ²								
Контроль	191	229	488	478	317	269	326	279	322
	Биологическая эффективность, %								
Пропонит	24.1	25.0	73.6	54.2	21.7	45.1	36.2	47.5	40.9
Мерлин	36.9	4.1	34.2	59.7	86.3	75.9	87.9	22.2	50.9
Дублон голд + балерина	95.8	90.4	93.9	85.4	82.1	80.9	82.0	71.3	85.2
Элюмис	94.5	96.4	92.2	84.8	81.5	79.8	77.8	69.6	84.6
Майстер Пауэр	97.1	94.9	97.2	97.3	82.9	88.2	94.3	91.6	92.1
<i>HCP</i> ₀₅	23.4	15.2	16.3	11.3	2.7	3.9	4.4	3.7	

том (препарат майстер Пауэр), с одной стороны, и препаратов с преимущественно трансламинарным действием (дублон голд + балерина, элюмис) – с другой (эффективность препаратов менялась от 82 до 97% по массе сорняков).

Иная ситуация сложилась в 2015, 2017–2019 гг. на фоне периодического увлажнения почвы на протяжении длительного периода. Появление второй волны поздних яровых двудольных видов и третьей волны проса сорного в посевах кукурузы привело к дифференциации послевсходовых гербицидов по биологической эффективности. Массовое прорастание злаковых видов обеспечило преимущество по биологической эффективности варианта с препаратом майстер Пауэр (эффективность гербицида варьировала от 88 до 97%) по сравнению с вариантами, где применяли препараты элюмис и дублон голд в баковой смеси с препаратом балерина: их внесение обеспечило снижение засоренности по сравнению с контролем от 76 до 85%.

Урожайность зерна кукурузы находилась в тесной зависимости от биомассы сорняков на единице площади. Высокая исходная засоренность

посевов привела к формированию низкой урожайности зерна в контроле на протяжении всего периода исследования – в среднем она составила 1.00 т/га (табл. 3).

Анализ хозяйственной эффективности гербицидов показал, что в группу лидеров по урожайности зерна (в среднем за 8 лет – 5.08–5.69 т/га) вошли препараты дублон голд (+ балерина), элюмис, и майстер Пауэр при явном преимуществе последнего препарата. Это связано с многоволновым прорастанием сорняков и их разновозрастным составом, поэтому на сложившемся фоне решающую роль сыграло широкое “окно” действия препаратов.

Погодные условия и засоренность посевов оказали влияние не только на урожайность, но и на темпы развития кукурузы, что стало причиной высокой уборочной влажности зерна (табл. 4). Максимальные величины этого показателя были отмечены в контроле (в среднем 43.8%) и в вариантах с применением почвенных гербицидов (влажность зерна варьировала в среднем от 36.1 до 37.0%). Минимальный уровень влажности зерна в период уборки был отмечен во все годы исследо-

Таблица 3. Влияние гербицидов на урожайность зерна кукурузы (Институт агроэкологии, 2012–2019 гг.), т/га

Вариант	Годы исследования								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее
Контроль	0.22	2.23	0.47	0.8	0.73	0.46	2.15	0.93	1.00
Пропонит	0.73	3.10	2.53	2.8	1.28	3.21	4.56	2.81	2.63
Мерлин	0.76	3.63	1.60	3.0	5.41	5.11	6.97	1.25	3.46
Дублон голд + балерина	3.03	7.30	3.28	5.8	4.97	5.93	6.53	3.80	5.08
Элюмис	3.16	7.20	2.67	5.8	4.85	5.88	6.89	4.13	5.08
Майстер Пауэр	3.24	7.31	3.62	7.2	5.58	6.13	7.81	4.63	5.69
<i>HCP</i> ₀₅	0.37	0.67	0.40	1.1	0.58	0.58	0.71	0.28	–

Таблица 4. Влияние гербицидов на уборочную влажность зерна кукурузы (Институт агроэкологии, 2012–2019 гг.)

Вариант	Годы исследования								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее
Контроль	40.0	35.4	45.6	40.2	35.8	48.7	48.1	56.6	43.8
Пропонит	36.0	33.2	35.7	32.8	34.4	41.6	39.7	42.5	37.0
Мерлин	39.4	30.4	36.1	32.6	28.5	35.4	34.3	52.4	36.1
Дублон голд + балерина	28.1	26.4	34.5	31.8	28.0	35.4	33.6	38.1	32.0
Элюмис	27.4	26.4	34.8	32.6	28.6	33.3	34.6	38.1	32.0
Майстер Пауэр	26.0	26.3	34.3	30.4	27.0	32.0	31.7	37.2	30.6

Таблица 5. Экономическая эффективность применения гербицидов при выращивании кукурузы на зерно (Институт агроэкологии, 2012–2019 гг.)

Вариант	Затраты	Валовой доход	Условный чистый доход	Себестоимость 1 т зерна, руб.
	руб./га			
Контроль	9071	3452	–1286	14217
Пропонит	11232	10137	3772	5452
Мерлин	13432	13976	2664	6146
Дублон голд + балерина	15024	28532	13024	4935
Элюмис	15371	28940	13286	4811
Майстер Пауэр	16541	32820	15079	5111

вания в вариантах с применением препарата майстер Пауэр (в среднем 30.6%).

По основным показателям экономической эффективности возделывания кукурузы были выделены варианты, обеспечившие максимальную урожайность зерна кукурузы в сочетании с минимальной влажностью – при применении препаратов майстер Пауэр, элюмис, дублон голд + балерина (табл. 5). В условиях Зауралья эти гербициды показали существенное улучшение основных экономических показателей по сравнению с контролем (минимальная себестоимость зерна в сочетании с максимумом чистого дохода), несмотря на увеличение затрат, связанных приобретением и применением препаратов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В лесостепной зоне Южного Зауралья выбор гербицидов для контроля сорняков в посевах кукурузы и оптимальных сроков их применения зависит от погодных условий вегетации, динамики появления сорняков и особенностей действующих веществ препаратов. Совершенствование последних способствует удлинению периода защитного действия гербицидов и расширяет возможности маневра сроками их применения. Полученные результаты позволяют рекомендовать

применение послевсходовых гербицидов кросс-спектра с экраным эффектом в технологии возделывания зерновой кукурузы по вегетирующим растениям в ранние фазы роста сорняков, что обеспечивает стабильный биологический, хозяйственный и экономический эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панфилов А.Э. Биологические и технологические аспекты адаптации зерновой кукурузы в Зауралье // Вестн. ЧГАУ. 2007. Т. 49. С. 65–70.
2. Панфилов А.Э. Проблемы и перспективы выращивания кукурузы на зерно в Зауралье // Вестн. ЧГАА. 2012. Т. 61. С. 115–119.
3. Зезин Н.Н., Панфилов А.Э., Казакова Н.И., Намятов М.А., Цымбаленко И.Н., Гридин В.Ф., Иванова Е.С., Салтанова Р.Д. Кукуруза на Урале. Монография. Екатеринбург, 2017. 204 с.
4. Казакова Н.И. Органогенез и продукционный процесс ультрараннего и раннеспелого гибридов кукурузы в связи со сроками посева в северной лесостепи Зауралья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пермская ГСХА им. Д.Н. Прянишникова. Пермь, 2012. 18 с.
5. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Развитие отечественной гербологии на современном этапе. М.: Печатный город, 2013. 426 с.
6. Панфилов А.Э. Продуктивный потенциал кукурузы и факторы его реализации в лесостепи Южного За-

- уралья: Дис. ... д-ра с.-х. наук. Челябинск: ЧГАУ, 2005. 352 с.
7. *Доронина О.М.* Продуктивность кукурузы в зависимости от степени засоренности // Достижения науки – агропромышленному производству. Мат-лы LIV Международ. научн.-техн. конф. / Под ред. Свечникова П.Г. Челябинск: ЧГАА, 2015. С. 118–122.
 8. *Покатилова А.Н.* Обоснование выбора гербицидов для защиты ярового рапса в условиях северной лесостепи Челябинской области // Достижения науки – агропромышленному производству. Мат-лы LI Международ. научн.-техн. конф. / Под ред. Сергеева Н.С. Челябинск: ЧГАА, 2013. С. 135–140.
 9. *Красножон С.М.* Эффективность применения гербицидов различных классов при возделывании яровой пшеницы // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения. Челябинск: ЧГАУ, 2006. С. 28–34.
 10. *Панфилов А.Э.* Сценарный подход к контролю засоренности кукурузы в лесостепи Зауралья // Вестн. ЧГАА. 2014. Т. 70. С. 198–204.
 11. *Панфилов А.Э., Цымбаленко И.Н., Синицына О.Б.* Почвенные и листовые гербициды как альтернативные элементы технологии возделывания кукурузы // Вестн. ЧГАА. 2012. Т. 62. С. 106–110.
 12. *Панфилов А.Э., Корыстин Е.С.* Эффективность почвенных и листовых противозлаковых гербицидов в посевах кукурузы // Агро XXI. 2003. № 7–12. С. 46.
 13. *Иванова Е.С.* Обоснование оптимальных сроков применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы в Зауралье // Кукуруза и сорго. 2016. № 1. С. 19–24.
 14. *Саитов С.Б., Иванова Е.С.* Оптимальные сроки применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы // АПК России. 2016. Т. 23. № 3. С. 682–686.
 15. *Сайбель М.Н.* Оценка токсичности почвы методами биоиндикации после применения гербицидов в посевах кукурузы // Достижения науки – агропромышленному производству. Мат-лы LIV международ. научн.-техн. конф. / Под ред. Свечникова П.Г. Челябинск: ЧГАА, 2015. С. 152–158.
 16. *Матвеева Е.Ю.* Эколого-биологическое состояние чернозема выщелоченного после применения химических средств защиты растений в посевах кукурузы // Сельскохозяйственные науки – агропромышленному комплексу России. Мат-лы Международ. научн.-практ. конф. Южно-Уральский государственный аграрный университет. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. С. 87–93.
 17. *Панфилов А.Э., Ильин В.С., Саитов С.Б.* Мастер Пауэр в посевах кукурузы // Защита и карантин растений. 2015. № 5. С. 16–17.
 18. *Панфилов А.Э.* Противозлаковые гербициды и их эффективное применение в посевах кукурузы // Нива Урала. 2012. № 7–8. С. 9–10.
 19. Методические указания по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. 56 с.
 20. *Роговский Ю.А., Ролев В.С.* О методике государственного сортоиспытания // Кукуруза и сорго. 1991. № 3. С. 36–40.
 21. *Панфилов А.Э., Корыстина Д.С., Корыстин Е.С., Цымбаленко И.Н.* Вредоносность сорняков различных биологических групп в посевах кукурузы // Кукуруза и сорго. 2007. № 6. С. 16–19.

Cross-Spectrum Herbicides in Control of Corn Infestation in the Forest-Steppe of the Southern Trans-Urals

A. E. Panfilov^{a,#}, E. S. Ivanova^a, and N. I. Kazakova^a

^a Institute of Agroecology, Branch of South Ural State Agriculture University
ul. Sovetskaya 8, Chelyabinsk region, Krasnoarmeyskiy district, s. Miasskoe 456660, Russia

[#] E-mail: al_panfilov@mail.ru

The paper substantiates the choice of herbicides for the control of mixed segetal vegetation in maize crops and suggests the optimal timing of their application, taking into account the interaction of external factors. In the field experiment, the effectiveness of 6 herbicides and 3 treatment periods was investigated. The results of the study conducted in 2012–2017 are summarized in the Northern forest-steppe of Southern Trans-Urals: the adjusted parameters of harmfulness biological groups of weeds, the comparative evaluation of biological efficiency of herbicides, the optimum timing of the use of drugs cross-spectrum on the background of unstable moistening of the soil, influence of herbicides on the productivity of maize and harvest grain moisture, identifies an economic effect from the use of herbicides.

Key words: corn, weeds, herbicide, crop, grain, grain moisture, Trans-Urals.