

УДК 632.954

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ГЕРБИЦИДА КРЕЙЦЕР

© 2021 г. С. В. Кузнецова¹, В. Н. Багринцева^{1,*}¹ Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы
357528 Пятигорск, ул. Ермолова, 146, Россия

*E-mail: maize-techno@mail.ru

Поступила в редакцию 29.03.2021 г.

После доработки 26.04.2021 г.

Принята к публикации 12.07.2021 г.

В полевом опыте ВНИИ кукурузы в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края в 2018–2020 гг. изучена эффективность применения на кукурузе нового гербицида ЗАО Фирмы “Август” Крейцер, ВДГ в борьбе с сорным фитоценозом. Опыт был заложен по схеме: 1 – контроль без гербицидов, 2 – Крейцер (0.11 кг/га) + адьювант Аллюр (0.2 л/га). Проведен анализ влияния гербицида на сорные растения и фитотоксичность гербицида на растения гибридов и самоопыленных линий кукурузы. Анализ средних данных за годы исследования показал высокий эффект истребительного действия гербицида Крейцер. Через 21 сут после его применения общая численность сорняков уменьшилась на 76.9% к контролю, при снижении их фитомассы на 96.5%. Гибель двудольного компонента сорного ценоза составила 85.6, однодольного – 58.5%, сорная биомасса уменьшилась на 98.0 и 91.8% соответственно. Гербицид Крейцер в течение всего вегетационного периода кукурузы активно сдерживал нарастание количества сорняков и прирост их надземной массы. Перед уборкой снижение общей засоренности в варианте с химической обработкой составило 75.5% при уменьшении сорной фитомассы на 95.4%. Было уничтожено 80.0% двудольных и 67.9% однодольных сорняков, масса выживших растений снизилась на 96.4 и 91.0% соответственно. К концу вегетации кукурузы применение гербицида Крейцер позволило полностью исключить из сорного ценоза большую часть произрастающих в посевах сорняков. Визуальные наблюдения за состоянием растений кукурузы выявили различную чувствительность гибридов и линий к гербициду. Максимальное проявление фитотоксичности наблюдали на растениях самоопыленных линий и простых гибридов. Гербицид Крейцер, обеспечив защиту посевов кукурузы от большинства сорняков, позволил получить достоверную прибавку урожайности зерна гибрида Машук 355 МВ в среднем за 2018–2020 гг. 2.07 т/га или 38.8% к контролю.

Ключевые слова: кукуруза, гербицид Крейцер, сорные растения, биологическая эффективность, урожайность.

DOI: 10.31857/S0002188121100100

ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза очень восприимчива к влиянию сорняков, поэтому одним из ключевых условий получения высоких урожаев зерна является борьба с сорным ценозом в ее посевах [1]. В ранние фазы роста и развития растений кукурузы для защиты формирующегося урожая необходимо ограничить численность сорного компонента агрофитоценоза. Агротехнический способ борьбы с сорными растениями является экологически оправданным, но не всегда действенным. Применение гербицидов позволяет более эффективно подавлять сорняки [2–7]. В связи с постоянным обновлением ассортимента химических средств защиты растений необходимость исследований в данной области является особо актуальной.

В Ставропольском крае видовой состав сорной растительности в посевах кукурузы очень разнообразен, включает в себя сорняки классов однодольные и двудольные. В зоне достаточного увлажнения наиболее вредоносным сорняком для кукурузы является амброзия полыннолистная *Ambrosia artemisiifolia* L. [8, 9], которая сильно угнетает кукурузу в ранних фазах развития, потребляя большое количество влаги из почвы. Этот сорняк способен вытеснять другие виды сорных растений из фитоценоза [10]. Также в посевах кукурузы распространены такие сорные растения, как бодяк полевой *Cirsium arvense* L., осот полевой *Sonchus arvensis* L., вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L., щирица запрокинутая *Amaranthus retroflexus* L., щетинник сизый *Setaria glauca* L. и виды проса *Panicum*. Цель работы – изучение

эффективности нового гербицида ЗАО «Август» Крейцер, ВДГ в борьбе с сорными растениями в посеве кукурузы и его фитотоксичности в условиях Ставропольского края на растения гибридов и линий кукурузы.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В состав гербицида Крейцер, ВДГ входят никосульфурон (650 г/кг) + тифенсульфурон-метил (60 г/кг) + флоросулам (40 г/кг). Никосульфурон уничтожает однолетние и многолетние злаковые, а также некоторые однолетние двудольные сорные растения. Тифенсульфурон-метил активен против двудольных сорняков. Флоросулам также уничтожает сорные растения класса двудольные. Рекомендованные нормы внесения гербицида Крейцер, ВДГ – 0.09–0.11 кг/га. В наших опытах исследовали максимальную норму внесения препарата с добавлением многофункционального поверхностно-активного вещества Аллюр.

Полевые опыты проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле ВНИИ кукурузы, которое расположено в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный малогумусный мощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса – 4.7%, подвижного фосфора – 12–15, обменного калия – 280–300 мг/кг.

Опыт закладывали в соответствии с [11]. Схема опыта: 1 – контроль без гербицидов, 2 – Крейцер (0.11 кг/га) + Аллюр (0.2 л/га). Общая площадь делянок – 250 м², на которых были высеяны гибриды и линии кукурузы. Делянки заложены в двукратной повторности. Линии и гибриды для определения фитотоксичности высеивали по 2 ряда, гибрид Машук 355 МВ для учета урожая – по 8 рядов. Посев проводили сеялкой СУПН-8. Предшественником кукурузы в опыте была озимая пшеница. Обработка почвы – общепринятая для возделывания кукурузы: вспашка осенью, 2 культивации до посева, междурядная культивация в фазе 8-ми листьев кукурузы. Гербицид вносили в фазе 5-ти листьев кукурузы опрыскивателем ОП-2500 с расходом рабочего раствора 250 л/га. После внесения препарата в течение вегетации кукурузы вели визуальные наблюдения за состоянием сорняков и растений кукурузы. Фитосанитарное состояние опытных делянок оценивали по методике Велецкого [12]. Учет засоренности проводили количественным методом до внесения гербицидов, количественно-весовым – через 21 сут после внесения и перед уборкой урожая. Урожай кукурузы учитывали в фазе полной спелости зерна. Уборку початков прово-

дили вручную с последующим обмолотом на молотилке, урожай зерна пересчитывали на 14%-ную влажность. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью однофакторного дисперсионного анализа [13].

Среднее многолетнее количество осадков на опытном поле за период вегетации кукурузы (май–сентябрь) составляло 343.6 мм. Во время вегетации кукурузы в 2018 г. погодные условия были неблагоприятными для формирования высокого урожая зерна. Осадков за апрель–сентябрь выпало в 1.3 раза меньше среднего многолетнего количества, а средняя температура воздуха была выше на 2.7°C. Во время цветения кукурузы в 1–2-й декадах июля (в критический период развития репродуктивных органов) наблюдали дефицит осадков и влаги в почве.

Погодные условия 2019 г. оказались более благоприятными для формирования урожая зерна, несмотря на то, что осадков за май–сентябрь выпало в 1.1 раза меньше средней многолетней нормы. Однако в критических фазах роста растений и формирования зерна кукурузы их распределение было равномерным, а количество – оптимальным.

Сумма осадков за период вегетации кукурузы в 2020 г. была меньше средней многолетней на 71.3 мм, что составило 79.2% от нормы. В июле в фазе выметывания и цветения метелки осадков выпало недостаточно, всего лишь 25.6% от среднего многолетнего количества. Недостаточное увлажнение в критический период развития кукурузы неблагоприятно повлияло на опыление початков и образование зерен, из-за чего сформировался урожай зерна ниже потенциального.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Степень засоренности опытных делянок до внесения гербицида Крейцер была очень высокой, в посеве кукурузы произрастали как двудольные, так и однодольные сорные растения, которые находились на ранних стадиях развития. На 1 м² насчитывали 37.5 сорняка, из них 66% составляли двудольные. Основными представителями этого класса были: амброзия полыннолистная *Ambrosia artemisiifolia* L. (проективное покрытие опытных делянок 48%), бодяк полевой *Cirsium arvense* L. (2.), вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L. (4.5%), лебеда татарская *Atriplex tatarica* L. (1.6%), осот полевой *Sonchus arvensis* L. (4.3%), подмаренник цепкий *Galium aparine* L. (1.1%), яснотка стеблеобъемлющая *Lamium amplexicaule* L. (1.9%).

Однодольные сорные растения составляли 34.0% от общей засоренности, видовой состав был

Таблица 1. Численность сорных растений в посеве кукурузы через 21 сут после применения гербицида Крейцер в фазе 5-ти листьев, шт./м²

Наименование сорного растения	Контроль без гербицидов				Крейцер (0.11 кг/га) + Аллюр (0.2 л/га)			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средние	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средние
Двудольные	13.9	12.0	15.8	13.9	2.4	1.3	2.1	2.0
Амброзия полыннолистная	4.8	4.6	7.0	5.5	1.8	1.0	1.0	1.3
Бодяк полевой	5.3	0.0	0.3	1.9	0.0	0.0	0.3	0.1
Вьюнок полевой	0.5	0.6	1.0	0.7	0.3	0.0	0.5	0.3
Горец вьюнковый	0.3	1.0	0.3	0.5	0.3	0.0	0.0	0.1
Дурнишник обыкновенный	0.0	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Лебеда татарская	0.0	1.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.3	0.1
Марь белая	0.3	0.4	2.8	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Молочай огородный	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Осот огородный	0.3	0.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Осот полевой	0.5	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Очный цвет полевой	0.5	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Подмаренник цепкий	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Щирица запрокинутая	0.8	0.4	2.5	1.2	0.0	0.3	0.0	0.1
Яснотка стеблеобъемлющая	0.3	1.6	1.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Однодольные	6.3	6.8	10.5	8.2	4.9	4.8	0.3	3.4
Просо волосовидное	1.8	0.0	0.5	0.8	0.8	0.0	0.0	0.3
Щетинник сизый	5.5	6.8	10.0	7.4	4.1	4.8	0.3	3.1
Всего	20.2	18.8	26.3	22.1	7.3	6.1	2.4	5.1

представлен в основном щетинником сизым *Setaria glauca* L. (30.7%) и видами проса *Panicum* (2.9%).

Визуальные наблюдения за действием гербицида Крейцер на сорные растения начали вести сразу после его применения. На следующие сутки после внесения гербицида было отмечено увядание листьев амброзии полыннолистной, вьюнка полевого, полегание растений лебеды татарской. Через 10 сут после обработки делянок гербицидом наблюдали пожелтение и закручивание верхних листьев амброзии полыннолистной, полная потеря тургора листьев вьюнка полевого с появлением антоциановой окраски и некроза края листовой пластины. У бодяка полевого выявлено закручивание листьев с признаками хлороза и некроза. У однодольных сорняков не отмечено признаков фитотоксичности. На 20-е сут после применения гербицида сохранившиеся в посеве сорные растения находились в угнетенном состоянии.

Применение гербицида Крейцер позволило снизить не только численность сорных растений, но и их видовое разнообразие. Например, в 2018 г. гибель сорняков через 21 сут после внесения гербицида составила 63.9% относительно контроля (табл. 1). Число двудольных сорных растений со-

кратилось на 82.7, однодольных – на 22.2%. Амброзии полыннолистной и щетинника сизого, доминирующих в структуре сорного сообщества, стало меньше на 62.5 и 25.5% соответственно. Обработка опытных делянок гербицидом позволила избавиться от таких сорняков, как бодяк полевой, марь белая, молочай огородный, осот полевой и огородный, очный цвет полевой, щирица запрокинутая и яснотка стеблеобъемлющая.

В 2019 г. через 21 сут после химической прополки кукурузы численность сорняков сократилась на 67.6, двудольных стало меньше на 89.2, однодольных – на 29.4%. Снижение числа растений амброзии полыннолистной составило 78.3%. Сократился и видовой состав сорного ценоза. Были уничтожены такие сорняки, как вьюнок полевой, горец вьюнковый, дурнишник обыкновенный, лебеда татарская, марь белая, осот огородный, очный цвет полевой, яснотка стеблеобъемлющая.

В 2020 г. через 21 сут после применения гербицида Крейцер погибла большая часть растений сорного ценоза, общая засоренность снизилась на 90.9%. Число двудольных сорняков сократилось на 86.7, однодольных – на 97.1%. Численность доминирующих в посеве кукурузы амбро-

Таблица 2. Масса сорных растений в посеве кукурузы через 21 сут после применения гербицида Крейцер в фазе 5-ти листьев, г/м²

Наименование сорного растения	Контроль без гербицидов				Крейцер (0.11 кг/га) + Аллюр (0.2 л/га)			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средние	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средние
Двудольные	266	57.8	244	189	4.63	0.8	4.0	3.77
Амброзия полыннолистная	108	42.0	105	85.2	2.3	0.6	1.1	1.3
Бодяк полевой	115	0.0	10.0	41.5	0.0	0.0	0.5	0.2
Вьюнок полевой	0.5	1.4	26.2	9.4	2.3	0.0	2.0	2.2
Горец вьюнковый	13.1	2.6	4.0	6.6	0.03	0.0	0.0	0.01
Дурнишник обыкновенный	0.0	1.0	29.8	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Лебеда татарская	0.0	6.4	0.0	2.1	0.0	0.0	0.4	0.1
Марь белая	2.6	1.0	47.3	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Молочай огородный	0.2	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0	0.0	0.0
Осот огородный	2.6	1.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Осот полевой	1.5	0.0	1.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Очный цвет полевой	1.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Подмаренник цепкий	0.0	0.2	0.0	0.06	0.0	0.0	0.0	0.0
Щирица запрокинутая	21.6	0.6	18.9	13.7	0.0	0.2	0.0	0.06
Яснотка стеблеобъемлющая	0.2	1.4	1.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Однодольные	62.5	15.4	98.5	58.8	10.2	4.1	0.2	4.8
Просо волосовидное	37.8	0.0	1.8	13.2	0.9	0.0	0.0	0.3
Щетинник сизый	24.7	15.4	96.7	45.6	9.3	4.1	0.2	4.5
Всего	329	73.2	343	248	14.8	4.9	4.2	8.57

зии и щетинника уменьшилась на 85.7 и 97.0% соответственно.

В 2020 г. в связи с засушливыми погодными условиями действие гербицида Крейцер на сорные растения было более эффективным, отмечено наибольшее число погибших растений за 3 года испытаний.

Анализ средних данных засоренности опытных делянок за 2018–2020 гг. показал высокий уровень истребительного действия гербицида. Снижение общего числа сорных растений относительно контроля (биологическая эффективность) составило 76.9%. Погибло 85.6% двудольных сорняков, в том числе 76.4% растений амброзии. Численность однодольных сорняков уменьшилась на 58.5%, щетинника сизого – на 58.1%.

Численность сорных растений не всегда показывает степень их вредности, т.к. меньшее число сорняков может иметь большую фитомассу, которая выносит из почвы больше влаги и питательных веществ. Поэтому кроме численности сорняков было проанализировано изменение сорной фитомассы.

Во все годы исследования на делянках, обработанных гербицидом, наблюдали существенное

снижение надземной массы выживших сорняков. В 2018 г. общая масса сорных растений стала меньше на 95.5% относительно контрольного варианта (табл. 2). Максимальное уменьшение фитомассы отмечено у двудольных видов – 98.3, в том числе амброзии – 97.9%. У однодольных сорняков потеря массы составила 83.7%, щетинника сизого – 62.4%.

В 2019 г. тенденция к снижению массы сорных растений при применении гербицида сохранилась. Общая надземная масса сорняков уменьшилась на 93.3, масса двудольных – на 98.6, однодольных – на 73.4%. У доминирующих видов сорного сообщества амброзии и щетинника фитомасса стала меньше на 98.6 и 73.4% соответственно.

В 2020 г. отмечено максимальное снижение общей массы сорных растений, которое составило 98.8%. Фитомасса двудольного компонента сорного ценоза уменьшилась на 98.4, однодольного – на 99.8%. Наиболее вредоносные сорняки амброзия полыннолистная и щетинник сизый в контрольном варианте без гербицидной обработки к дате учета уже набрали большую надземную массу. Гербицид Крейцер позволил значительно снизить ее на 99.0 и 99.8% соответственно.

Таблица 3. Численность сорных растений в посеве кукурузы в фазе полной спелости зерна, шт./м²

Наименование сорного растения	Контроль без гербицидов				Крейцер (0.11 кг/га) + Аллюр (0.2 л/га)			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средние	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средние
Двудольные	11.5	4.1	12.8	9.5	2.4	1.1	2.4	1.9
Амброзия полыннолистная	6.5	2.5	6.0	5.0	1.3	0.8	1.0	1.0
Бодяк полевой	3.3	0.0	0.3	1.2	0.0	0.0	0.3	0.1
Вьюнок полевой	0.0	0.3	0.8	0.4	0.5	0.3	0.8	0.5
Горец вьюнковый	0.0	0.0	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Дурнишник обыкновенный	0.0	0.0	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1
Лебеда татарская	0.0	0.8	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Марь белая	0.5	0.0	2.0	0.8	0.3	0.0	0.3	0.2
Молочай огородный	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Осот полевой	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Очный цвет полевой	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Щирица запрокинутая	0.3	0.5	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Яснотка стеблеобъемлющая	0.3	0.0	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Однодольные	6.1	5.3	5.6	5.6	2.3	2.3	0.8	1.8
Просо волосовидное	1.0	0.8	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Просо куриное	0.3	0.0	1.3	0.5	0.3	0.0	0.0	0.1
Щетинник сизый	4.8	4.5	4.3	4.5	2.0	2.3	0.8	1.7
Всего	17.6	9.4	18.4	15.1	4.7	3.4	3.2	3.7

В среднем за 2018–2020 гг. через 21 сут после применения гербицида общая сорная масса уменьшилась на 96.5, масса двудольных сорняков – на 98.0, однодольных – на 91.8%. Наблюдали значительное снижение нагрузки фитомассы на 1 м²: амброзии – на 98.5, щетинника – на 90.1%.

К фазе полной спелости зерна кукурузы, в связи с межвидовой конкуренцией сорняков и их естественным убыванием, уровень засоренности в контроле снизился относительно предыдущего учета. Однако наблюдали значительный прирост массы сорных растений (табл. 3, 4). Гербицид Крейцер на протяжении всего вегетационного периода активно сдерживал нарастание количества сорняков и прирост их надземной массы. В среднем за 3 года снижение общей засоренности на делянках с химической обработкой составило 75.5% при уменьшении сорной фитомассы на 95.4%. Было уничтожено 80.0% двудольных сорняков, масса выживших видов уменьшилась на 96.4%. Число однодольных сорняков снизилось на 67.9%, при уменьшении их массы на 91.0%. Было уничтожено 80.0% растений амброзии и 62.2% щетинника сизого. Надземная масса этих сорняков стала меньше на 96.5 и 89.1% соответственно. Применение гербицида Крейцер к концу вегетационного периода кукурузы позволило полностью исключить из сорного ценоза та-

кие его представители, как горец вьюнковый, лебеда татарская, молочай огородный, осот полевой, очный цвет полевой, щирица запрокинутая, яснотка стеблеобъемлющая, просо волосовидное. Анализ засоренности посевов кукурузы показал высокую биологическую эффективность применения гербицида Крейцер в том числе против амброзии полыннолистной.

Одним из основных критериев оценки эффективности применения гербицидов является проявление фитотоксичности на культуре (табл. 5). Визуальные наблюдения за состоянием растений гибридов и линий кукурузы выявили неоднозначную их реакцию на применение гербицида. Наибольшую чувствительность к действующим веществам гербицида Крейцер проявили простые гибриды и самоопыленные линии кукурузы. В 2018 г., через 10 сут после внесения препарата у 100% растений простого гибрида Альфа М был обнаружен очаговый хлороз и некроз краев листовой пластины, 50% растений простого гибрида Нимфа С отреагировали на применение гербицида гофрированием листьев и искривлением стебля. Из трехлинейных гибридов только у гибрида НУР наблюдали признаки фитотоксичности – гофрирование листьев и искривление стебля. Остальные исследованные гибриды и линии проявили устойчивость к гербициду Крейцер.

Таблица 4. Масса сорных растений в посеве кукурузы в фазе полной спелости зерна, г/м²

Наименование сорного растения	Контроль без гербицидов				Крейцер (0.11 кг/га) + Аллюр (0.2 л/га)			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее
Двудольные	1070	307	468	616	53.9	5.9	8.8	22.5
Амброзия полыннолистная	1020	251	375	549	48.5	4.3	4.3	19.0
Бодяк полевой	28.6	0.0	1.3	10.0	0.0	0.0	0.8	0.3
Вьюнок полевой	0.0	4.5	6.3	3.6	1.8	1.6	2.7	2.0
Горец вьюнковый	0.0	0.0	4.9	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Дурнишник обыкновенный	0.0	0.0	1.6	0.5	1.2	0.0	0.0	0.4
Лебеда татарская	0.0	47.4	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Марь белая	15.2	0.0	47.5	20.9	2.4	0.0	1.0	0.8
Молочай огородный	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Осот полевой	0.0	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Очный цвет полевой	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Щирица запрокинутая	7.0	3.8	25.4	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Яснотка стеблеобъемлющая	0.4	0.0	4.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Однодольные	137	180	62.5	126	24.2	5.7	4.2	11.4
Просо волосовидное	36.6	10.9	14.3	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Просо куриное	7.7	0.0	0.0	2.6	0.3	0.0	0.0	0.1
Шетинник сизый	92.4	169	48.2	103	23.9	5.7	4.2	11.3
Всего	1210	487	530	742	78.1	11.6	13.0	33.9

В 2019 г. проявление фитотоксичности было отмечено для большинства изученных гибридов и линий. У 30% растений гибрида НУР и у 15% растений РД 4202 СВ наблюдали осветление основания верхних листьев. Осветление верхних листьев отмечали у гибрида Машук 172 (10%). Очаговый хлороз листьев наблюдали у трехлинейного гибрида Байкал и линии РМ 146, хлороз с признаками некроза краев 1–3-х листьев или остановкой роста растений – у трехлинейного гибрида Машук 390 МВ и линий МК 310, РГС 498 МВ. Наиболее пострадали растения линии РМ 330, у 70% растений отмечен очаговый хлороз листьев и некроз края листовой пластины, через 30 сут была зафиксирована гибель 100% растений. У простого гибрида Уральский 150 отмечен некроз краев 1–3-х листьев (10%), у линии РД 2138 – некроз нижних листьев (10%). У белозерной кукурузы (гибрид Белозерный 300) отмечено искривление стебля с остановкой роста растений (20%). Гибрид сахарной кукурузы Лакомка тоже пострадал от гербицида, отмечено закручивание верхних листьев (50%). Закручивание верхних листьев с проявлениями очагового хлороза листьев было и у линии R 2305 SD. Листья 50% растений линии КЛ 6 М приобрели антоциановую окраску.

В 2020 г. фитотоксичности было подвержено меньшее, чем в 2019 г., число исследованных ги-

бридов и линий, но повреждения растений были также существенными. Осветление основания верхних листьев отмечено у трехлинейного гибрида НУР, простого гибрида Аврора С, у линии РГС 498 МВ (10%). Закручивание верхних листьев с осветлением их основания наблюдали у простого гибрида Уральский 150. У гибрида Лакомка и линии R 2305 SD действие гербицида проявилось в закручивании верхних листьев. Гофрирование листьев отмечено у трехлинейного гибрида Машук 172 и линий РД 4202 СВ, РМ 146. Простой гибрид Альфа М отреагировал на применение гербицида закручиванием верхних листьев с очаговым хлорозом и некрозом нижних листьев. Максимальное проявление фитотоксичности было отмечено у линии РМ 330, у 50% растений – остановка роста и некроз нижних листьев, через 30 сут была отмечена гибель 100% растений. Наблюдения за внешним состоянием растений гибрида Машук 355 МВ за все годы исследований не выявили признаков химического воздействия.

Чувствительность гибридов и линий кукурузы к гербициду по годам исследования была не однозначной вследствие различных погодных условий после его применения. В 2018 г. в течение 10 сут выпало 67.5 мм осадков, среднесуточная температура воздуха за этот период составила 20.5°C. На протяжении 10 сут после внесения гербицида

Таблица 5. Проявления фитотоксичности на гибридах и линиях кукурузы при применении гербицида Крейцер (0.11 кг/га) + Аллор (0.2 л/га)

Наименование гибрида, линии	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Нур	0; 00 (10%)	** (30%)	** (10%)
Уральский 150	Нет реакции	// (10%)	**, *** (10%)
Машук 172		* (20%)	00 (10%)
Байкал		*-* (20%)	Нет реакции
Машук 220 МВ		Нет реакции	
Машук 250 СВ			
Машук 355 МВ			
Машук 390 МВ		*-* (10%); ! (20%)	
Белозерный 300	Нет данных	0 (20%); ! (20%)	
Лакомка		*** (50%)	*** (15%)
Нимфа С	0; 00; ** (50%)	Нет данных	Нет данных
Аврора С	Нет данных	Нет реакции	**
Альфа М	*-*; // (100%)		***; ///; *-* (10%)
Мирт М	Нет данных		Нет реакции
Милена М	Нет реакции		
МК 310	Нет данных	*-*; // (100%)	
РМ 146		*-* (50%)	00 (10%)
РМ 330		*-*; // (70%)	! (50%); /// (50%)
РГС 498 МВ		Нет реакции	** (10%)
КЛ 6 М		0/0 (50%)	Нет реакции
РД 2138		/// (10%)	
РД 4202 СВ	Нет реакции	** (15%)	00 (8%)
Р 2305 SD	Нет данных	*** (70%); *-* (20%)	*** (30%)

Условные обозначения: * – осветление верхних листьев, ** – осветление основания верхних листьев, *** – закручивание верхних листьев, *-* – очаговый хлороз листьев, 0 – искривление стебля, 00 – гофрирование листьев, // – некроз краев 1–3-х листьев, /// – некроз нижних 1–3-х листьев, ! – остановка роста растений, !! – гибель растений.

в 2019 г. сумма осадков была равна 39.0 мм при среднесуточной температуре 22.4°C. Поэтому в сложившихся неблагоприятных погодных условиях отмечали повышенное проявление фитотоксичности на растениях кукурузы. В 2020 г. в условиях жесткой засухи 10-суточного периода выпало 32.5 мм осадков при среднесуточной температуре 22.9°C и максимальной – 32.0°C. Недостаток влаги и высокие температуры усугубили фитотоксическое действие гербицида на растения гибридов и линий кукурузы.

Чистота посевов и отсутствие фитотоксичности препарата для растений гибрида Машук 355 МВ обусловили лучшие, чем в контроле, условия для их роста и развития (табл. 6). Высота растений гибрида была максимальной в варианте с химической прополкой как по годам, так и в среднем за 2018–2020 гг., прирост высоты составил 17 см. Наблюдали увеличение числа початков на 100 растений, в среднем за 3 года было получено на 4

початка больше, чем в контроле. Также увеличилась масса одного початка и зерна с початка, прибавка в среднем за годы исследования составила 23 и 19 г соответственно.

Обработка посевов гербицидом Крейцер обеспечила защиту кукурузы от большинства сорняков и получение достоверной прибавки урожайности зерна (табл. 7). Максимальная прибавка урожайности зерна гибрида Машук 355 МВ 3.0 т/га (57.6%) была получена в 2018 г. В 2019 г. урожайность повысилась на 1.22 т/га (19.7%), в 2020 г. – на 1.98 т/га (43.1%). В среднем за 2018–2020 гг. прибавка урожайности зерна составила 2.07 т/га или 38.8%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в условиях зоны достаточного увлажнения Ставропольского края гербицид Крейцер уничтожал большую часть сложившего-

Таблица 6. Биометрическая характеристика растений и структура урожая гибрида кукурузы Машук 355 МВ в зависимости от применения гербицида Крейцер (средние за 2018–2020 гг.)

Показатель	Контроль без гербицидов				Крейцер (0.11 кг/га) + Аллюр (0.2 л/га)				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средние	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средние	прибавка
Высота растений, см	203	233	191	209	220	245	213	226	17
Количество початков на 100 растений	94	99	90	94	95	100	99	98	4
Масса одного початка, г	96	125	108	110	99	148	151	133	23
Масса зерна с початка, г	73	105	85	88	78	123	120	107	19

Таблица 7. Урожайность гибрида кукурузы Машук 355 МВ

Вариант	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средние		
				урожайность	прибавка	
					т/га	%
Контроль без гербицидов	5.21	6.19	4.59	5.33	—	—
Крейцер (0.11 кг/га) + Аллюр (0.2 л/га)	8.21	7.41	6.57	7.40	2.07	38.8
<i>HCP</i> ₀₅	0.68	0.77	0.68	0.68		

ся сорного фитоценоза в посевах кукурузы. Показано, что через 21 сут после внесения гербицида снижение общей засоренности в среднем за 2018–2020 гг. составило 76.9% с уменьшением общей массы сорных растений на 96.5%. Число растений амброзии полыннолистной сократилось на 76.4, щетинника сизого – на 58.1%, при этом надземная масса этих сорняков уменьшилась на 98.5 и 90.1%. Количество сорных растений к концу вегетации кукурузы за счет применения гербицида Крейцер в среднем за 3 года снизилось на 75.5, их фитомасса – на 95.4%.

Гербицид Крейцер позволил практически полностью уничтожить сложившийся сорный ценоз и получить достоверную максимальную прибавку урожайности зерна кукурузы. Таким образом, полученные данные с учетом фитотоксичности растений кукурузы, позволяют рекомендовать гербицид Крейцер с максимальной нормой внесения 0.11 кг/га для борьбы с засоренностью в производственных посевах трехлинейных гибридов кукурузы за исключением раннеспелых НУР и Уральский 150. В семеноводческих посевах линий и простых гибридов кукурузы, особенно в условиях жесткой засухи при недостатке влаги и высоких температурах воздуха гербицид Крейцер с нормой внесения 0.11 кг/га использовать нельзя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Mousavi M.R.* Integrated weed management: principles and methods // *J. Prod. Agric.* 2001. P. 759–762.
2. *Багринцева В.Н., Кузнецова С.В.* Комплексная оценка гербицидов для кукурузы // *Зерновое хозяйство России.* 2011. № 1 (13). С. 31–34.
3. *Кузнецова С.В., Багринцева В.Н., Губа Е.И.* Эффективность применения гербицидов на кукурузе // *Кукуруза и сорго.* 2011. № 1. С. 24–27.
4. *Прудников А.Д., Солнцева О.И.* Применение гербицидов при возделывании раннеспелых гибридов кукурузы // *Защита и карантин раст.* 2019. № 8. С. 46–48.
5. *Зезин Н.Н., Скутина Л.С., Панфилов А.Э., Казакова Н.И.* Зональные особенности применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы на Южном и Среднем Урале // *Кормопроизводство.* 2017. № 6. С. 22–26.
6. *Salarzai M.* Effect of different herbicides on weed population and yield of maize (*Zea mays* L.) // *Pak. J. Agric. Sci.* 2001. V. 38. P. 75–77.
7. *Owen M.D.K., Zelaya I.A.* Herbicide resistant crops and weed resistance to herbicides // *Pest. Manag. Sci.* 2005. V. 61 (3). P. 301–311.
8. *Багринцева В.Н., Кузнецова С.В.* Динамика изменения сорного ценоза в посевах самоопыленной линии кукурузы // *Зерн. хоз-во России.* 2010. № 6 (12). С. 51–54.
9. *Кузнецова С.В., Багринцева В.Н.* Гербициды для борьбы с амброзией в посевах кукурузы // *Защита и карантин раст.* 2019. № 6. С. 41–43.

10. Кузнецова С.В., Багринцева В.Н. Сорные растения в посевах кукурузы // Земледелие. 2015. № 6. С. 44–45.
11. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой Днепропетровск: ВНИИ кукурузы ВАСХНИЛ, 1980. 54 с.
12. Велецкий И.Н. Технология применения гербицидов. 2-е изд. перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, ЛО, 1989. 176 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

Effectiveness of the New Herbicide Kreutzer

S. V. Kuznetsova^a and V. N. Bagrintseva^{a, #}

^a All-Russian Research Scientific Institute of Corn
ul. Ermolova 14B, Pyatigorsk 357528, Russia

[#]E-mail: maize-techno@mail.ru

In the field experience of the Corn Research Institute in the zone of sufficient moisture in the Stavro-Polish Territory in 2018–2020, the effectiveness of the use of a new herbicide of the August Company Kreutzer, VDG in the fight against weed phytocenosis was studied in the field. The experiment was based on the scheme: 1 – control without herbicides, 2 – Kreutzer (0.11 kg/ha) + adjuvant Allure (0.2 l/ha). The influence of the herbicide on weed plants and the phytotoxicity of the herbicide on plants of hybrids and self-pollinated maize lines was analyzed. The analysis of the average data for the years of the study showed a high effect of the destructive action of the herbicide Kreutzer. 21 days after its application, the total number of weeds decreased by 76.9% compared to the control, with a decrease in their phytomass by 96.5%. The proportion of the dicotyledonous component of weed cenosis was 85.6, monocotyledonous – 58.5%, weed biomass decreased by 98.0 and 91.8%, respectively. Herbicide Kreutzer during the entire growing season of corn actively prevented the increase in the number of weeds and the increase in their aboveground mass. Before harvesting, the reduction of total contamination in the variant with chemical treatment was 75.5%, while the weed phytomass was reduced by 95.4%. 80.0% of dicotyledonous and 67.9% of monocotyledonous weeds were eliminated, the mass of surviving plants decreased by 96.4 and 91.0%, respectively. By the end of the Cucurbita growing season, the use of the herbicide Kreutzer made it possible to completely exclude most of the weeds growing in the crop from the weed cenosis. Visual observations of the state of maize plants revealed different sensitivity of hybrids and lines to the herbicide. The maximum manifestation of phytotoxicity was observed on plants of self-pollinated lines and simple hybrids. The herbicide Kreutzer, providing protection of corn crops from the majority of litter, allowed us to obtain a reliable increase in the grain yield of the Mashuk hybrid 355 MV on average for 2018–2020 2.07 t/ha or 38.8% of the control.

Key words: corn, herbicide Kreutzer, weeds, biological efficiency, yield.