

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В РАЗНЫХ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

М.Т. Мухина, к.б.н., И.В. Ильющенко, к.б.н.,

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова,
127550, Москва, ул. Прянишникова, 31 а
ili.ari@yandex.ru

Показана эффективность применения гербицидов с различными действующими веществами в ранние сроки развития сорных растений в посевах кукурузы. Обработка, проведенная в фазе 1-2 настоящих листьев, позволила снизить количество сорных растений более чем на 87%, массу сорных растений на 89 %, а при количественно-весовом учете наблюдалась 100%-ная гибель некоторых видов сорных растений (марь белая, подмаренник цепкий, ярутка полевая). Прибавка урожая зерна кукурузы в Республике Дагестан была 1,9-6,7 ц/га, а в Ростовской области доходила до 17,2 ц/га. Наиболее высокий условный чистый доход 18610 руб/га (при окупаемости 9,7 руб. на 1 руб., вложенный в защитные мероприятия) показал гербицид на основе композиции (75 г/л мезотриона + 30 г/л никосульфурона).

Ключевые слова: кукуруза на зерно, гербициды, 2,4-Д, никосульфурон, комбинированный гербицид, окупаемость, прибавка урожая.

Для цитирования: Мухина М.Т., Ильющенко И.В. Эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы на зерно в разных почвенно-климатических зонах // Плодородие. – 2023. – №6. – С. 110-113. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.27.

Необходимость ежегодного повышения урожайности сельскохозяйственных культур напрямую зависит от роста населения. Поэтому задача сельхозтоваропроизводителя – повышение урожайности культуры за счет применения химических средств защиты растений, удобрений и агротехнических приемов, которые позволяют нарастить объем и повысить уровень продуктивности культуры.

Кукуруза – одна из основных зерновых культур, которую выращивают во всех зонах нашей страны, она положительно реагирует на факторы интенсификации (удобрения, средства защиты растений). Зерно кукурузы является высокобелковым компонентом, используемым в пищевой промышленности. Оно служит основой кормовой базы для животноводства и птицеводства [1].

Посевные площади кукурузы на зерно в 2023 г. достигли 2 636,1 тыс. га, несмотря на это объемы производства остаются ниже ожидаемых. Валовые сборы в 2022 г. составили всего 77,3 % по отношению к 2021 г., произошло снижение их с 152376 до 117840 тыс. ц., хотя урожайность повысилась с 52,5 до 58,2 ц/га (на 10,8 %) [2, 3].

Уровень продуктивности кукурузы в значительной степени зависит от засоренности посевов различными сорняками и недостаточности проведения эффективной борьбы механическими мерами, поэтому большое значение имеет применение гербицидов. При засоренности на посевах кукурузы более 70% потери урожая могут составлять от 25 до 50%. При наличии в посевах 50, 100, 200 сорняков/м² урожайность зеленой массы снижается соответственно, на 27,4; 52,7 и 74,0% [4]. Таким образом, уничтожить сорную растительность там, где агротехникой это сделать не получается, могут только гербициды.

Цель исследований – определить биологическую и экономическую эффективность применения гербицидов с разными действующими веществами при выращивании кукурузы на зерно в двух почвенно-климатических зонах.

Методика. На опытных участках выращивали средне-спелые сорта кукурузы (группа по ФАО 301-400): Кубанский 320 СВ, Воронежский 230 СВ, Краснодарский 315 МВ.

Обработка гербицидами проведена в фазе 3-5 листьев культуры. В этот период наиболее безопасно применение гербицида для культуры и эффективно против сорных растений, так как есть итог от применения препарата и это время является залогом получения высокого урожая в будущем.

Схема опыта

Вариант опыта	Норма применения, л/га
А (550 г/л 2,4-Д кислоты в виде малолетучих эфиров С7-С9)	0,6
	0,9
В (40 г/л никосульфурона)	1,0
	1,5
С (75 г/л мезотриона + 30 г/л никосульфурона)	1,0
	2,0
Контроль (б/о)	-

Действующие вещества гербицидов, используемые в опыте, разрешены к применению на территории Российской Федерации. Препараты зарегистрированы и внесены в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации». В целях добросовестной конкуренции, где особую роль занимает ценовой комплекс, как элемент маркетинга, представлены только действующие вещества препаратов.

Исследования по применению гербицидов с разными действующими веществами при выращивании кукурузы на зерно проводили в 2021-2022 г. в Республике Дагестан (II зона) и Ростовской области (III зона).

II почвенно-климатическая зона. Опытное поле расположено в Хасавюртовском районе Республики Дагестан. Почва на участке светло-каштановая тяжелосуглинистая, содержание гумуса в пахотном слое 2,8%, pH 8,1.

III почвенно-климатическая зона. Опытное поле расположено в Зерноградском районе Ростовской области. Почва на участке лугово-каштановая тяжелосуглинистая, содержание гумуса в пахотном слое 3,4%, pH 6,8.

Метеорологические условия 2021-2022 г. способствовали появлению большинства видов сорных растений во всех исследуемых зонах, среднесуточная температура воздуха была 17,5-23°C при достаточной влажности почвы (ГТК >1).

Площадь учетных делянок 25 м², повторность четырехкратная.

Фаза развития сорных растений в период обработки 1-2 настоящих листьев. Учеты вредных объектов проводили на 30-й день после обработки. Данный период позволяет дать оценку эффективности гербицидов.

Учет вредных объектов производили количественно-весовым методом в соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению регистрационных испытаний гербицидов» [5].

Учет засоренности, оценку структуры урожая и урожайности, а также статистическую обработку результатов проводили по методике Б.А. Доспехова, экономическую эффективность определяли по методике А.Ф. Ченкина.

Результаты и их обсуждение. На ранних этапах развития кукуруза практически не способна конкурировать с сорняками, при этом оптимальный срок для их сдерживания – фаза развития 3-5 листьев культуры, когда сорняки наиболее чувствительны к гербицидному воздействию, а риск развития у кукурузы фитотоксичности сведен к минимуму.

В таблице 1 показаны соотношения количества сорных растений с учетом применения двух доз препаратов и снижение по отношению к контролю массы сорных растений на 30-й день после проведения обработки. В необработанных контрольных точках были исключены делянки с максимальной и минимальной засоренностью.

Количественный учет сорняков на контроле показал, что исходная засоренность опытных участков в двух почвенно-климатических зонах была высокой и варьировала от 185 до 331 экз/м² на контроле во II зоне, и от 202 до 311 экз/м² в III зоне.

Масса сорных растений на контроле во второй зоне была от 302 до 958 г/м², в третьей зоне – от 470 до 1442 г/м².

Исследования показали, что количество сорных растений по отношению к контролю после обработки на 30-й день снизилось. Препарат на основе 2,4-Д кислоты (в виде малолетучих эфиров С7-С9) в двух дозировках был менее эффективным в Ростовской области (76,4%) и в Республике Дагестан (79,3%) в 2021 г. по сравнению с другими действующими веществами. Наиболее эффективным был двухкомпонентный препарат (мезотрион + никосульфурон), при максимальной норме применения во всех зонах снизилось как количество, так и масса сорных растений (на 92,4%) на протяжении двух лет.

1. Влияние применяемых гербицидов на общую засоренность посевов кукурузы в двух почвенно-климатических зонах

Почвенно-климатическая зона	Вариант опыта	Норма применения, л/га	Количество сорных растений		Масса сорных растений	
			снижение, % к контролю		снижение, % к контролю	
			2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
II	A	0,6	79,3	80,1	83,6	83,4
		0,9	82,4	83,5	89,8	88,7
	B	1,0	89,3	89,4	90,1	91,4
		1,5	90,6	94,4	92,4	93,3
	C	1,0	91,5	93,2	92,4	93,7
		2,0	92,5	96,3	94,7	94,6
III	A	0,6	76,4	75,6	80,3	82,3
		0,9	77,2	76,5	81,5	83,2
	B	1,0	85,4	85,4	84,4	85,3
		1,5	87,8	88,3	87,2	87,6
	C	1,0	92,4	93,6	92,6	97,3
		2,0	93,7	94,9	94,7	98,1

Снижение массы сорных растений было высоким (более 80%) во всех зонах. Это говорит о том, что после обработки гербицидами, несмотря на численность, сорные растения находились на ранних стадиях роста и не смогли полноценно сформироваться, а те из них, которые выжили, были в угнетенном состоянии и не причинили существенный вред посевам кукурузы.

Количественно-видовой состав сорных растений в посевах кукурузы зависит от почвенно-климатических условий, предшественников, обработки почвы и ряда других факторов [6, 7].

Проведенные учеты сорных растений, показали, что наибольшее распространение среди сорняков в посевах кукурузы имели: марь белая (*Chenopodium album* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) и др. Некоторые особо вредоносные виды сорных растений, такие как канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medik.) не встречались на опытном поле в Ростовской области, а амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.) не обнаружена в Республике Дагестан.

В таблице 2 показано влияние применяемых гербицидов на отдельные виды сорных растений.

Количественное соотношение в контрольном варианте отдельных видов сорных растений было от 27 до 59 экз/м².

В результате проведенных исследований во второй и в третьей почвенно-климатической зонах, препарат на основе 2,4-Д кислоты (в виде малолетучих эфиров С7-С9) по отношению к некоторым видам сорных растений (щирица запрокинутая, звездчатка средняя, бодяк розовый, подмаренник цепкий) показал наименьшую эффективность подавления роста и развития сорняков (~ 51%) по сравнению с другими действующими веществами, где эффективность составляла около 80% (препарат на основе никосульфурона) и 97% (препарат на основе мезотриона + никосульфурон).

Известно, что гербициды на основе 2,4-Д эфиров эффективнее, чем на основе 2,4 -Д солей. Эффективность выражается в том, что препараты на основе эфиров быстрее проникают в растения и увеличивают спектр действия гербицидов [8]. В проведенных исследованиях не удалось показать эффективность гербицида на основе 2,4-Д эфиров при сравнении с другими действующими веществами.

2. Влияние применяемых гербицидов на отдельные виды сорных растений (в среднем за 2021-2022 г.).

Вид сорной растительности	Снижение количества сорных растений, % к контролю*											
	II зона						III зона					
	A		B		C		A		B		C	
	0,6	0,9	1,0	1,5	1,0	2,0	0,6	0,9	1,0	1,5	1,0	2,0
	л/га						л/га					
Щирица запрокинутая	52,7	59,3	79,3	81,1	95,1	98,2	59,1	65,3	80,1	83,2	96,0	98,9
Одуванчик лекарственный	32,1	34,3	79,3	84,7	97,1	99,4	31,2	33,3	81,4	84,2	96,2	99,7
Звездчатка средняя	30,1	35,6	89,4	93,2	96,4	99,3	32,4	36,7	73,4	80,2	98,1	99,8
Ярутка полевая	69,2	74,3	87,3	89,0	98,1	100	72,3	76,3	90,4	96,2	99,1	100
Амброзия полевая	Данный вид на опытном поле не обнаружен						59,3	68,4	72,3	85,1	86,4	97,3
Бодяк полевой	51,2	53,2	71,4	78,4	95,8	99,4	50,1	52,4	75,4	80,9	98,1	99,9
Канатник Теофраста	57,3	62,4	77,3	83,7	86,4	94,3	Данный вид на опытном поле не обнаружен					
Подмаренник цепкий	48,3	56,4	80,4	83,2	93,2	100	Данный вид на опытном поле не обнаружен					
Марь белая	70,4	76,3	83,1	85,1	98,4	99,3	75,6	78,1	85,6	88,0	98,8	100
Осот полевой	57,4	63,3	86,9	90,5	87,1	95,2	54,4	61,5	88,6	93,1	94,8	98,6

*На контроле приведены данные о количестве сорных растений, экз/м².

Наилучший показатель по подавлению роста и развития сорной растительности показал двухкомпонентный препарат, при норме применения 2,0 л/га, некоторые виды сорных растений были устранены на 100%. Все представленные виды сорных растений чувствительны к компонентам препарата и их количество снизилось с 86,4 до 100%.

По данным Росстата, в Республике Дагестан средняя урожайность кукурузы на зерно в сельскохозяйственных организациях за 2021-2022 г. составила 28,6 ц/га, в Ростовской области - 43,3 ц/га [3]. В таблице 3 представлена эффективность применения гербицидов на основе разных действующих веществ для повышения урожая зерна кукурузы.

3. Влияние гербицидов на урожайность зерна кукурузы

Почвенно-климатическая зона	Вариант опыта	Норма применения, л/га	Урожайность, ц/га		Прибавка урожая, ц/га	
			2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
II	A	0,6	25,9	27,9	2,8	1,9
		0,9	26,4	28,2	3,3	2,2
	B	1,0	28,1	28,7	5	2,7
		1,5	28,7	29,1	5,6	3,1
	C	1,0	29,2	29,8	6,1	3,8
		2,0	29,8	30,4	6,7	4,4
	Контроль - без обработки	-	23,1	26,0	-	-
			2021 г. НСР _(0,5) =2,6 ц/га 2022 г. НСР _(0,5) =1,4 ц/га			
III	A	0,6	34	36,3	6,7	7,1
		0,9	35,1	37,5	7,8	8,3
	B	1,0	37,7	38,9	10,4	9,7
		1,5	39,8	41	12,5	11,8
	C	1,0	40,2	41,4	12,9	12,2
		2,0	44,5	46,1	17,2	16,9
	Контроль - без обработки	-	27,3	29,2	-	-
			2021 г. НСР _(0,5) =3,6 ц/га 2022 г. НСР _(0,5) =3,4 ц/га			

Средняя урожайность кукурузы на зерно за двухлетний период во второй почвенно-климатической зоне составила 27,9 ц/га, в вариантах с применением гербицидов получены достоверные прибавки урожая зерна кукурузы. Наибольшая величина сохранённого урожая отмечена при применении 2 л/га препарата на основе мезотриона и никосульфурона – 6,7 ц/га.

В Ростовской области (III почвенно-климатическая зона) урожайность на контроле составила по годам 27,3 и 29,2 ц/га. Средняя урожайность кукурузы на зерно за двухлетний период составила 37,8 ц/га, в вариантах с применением гербицидов получены достоверные прибавки урожая зерна кукурузы. Наибольшая прибавка урожая отмечена при применении 2,0 л/га гербицида на основе мезотриона + никосульфурона – 17,2 ц/га. Препарат на основе никосульфурона тоже показал достоверные прибавки урожая по сравнению с контролем 9,7-12,5 ц/га.

Для сельхозтоваропроизводителя самым важным результатом его деятельности является получение

наибольшей прибыли при минимальных затратах на единицу продукции. В связи с этим, важнейшие показатели при возделывании сельскохозяйственных культур –целесообразность затрат и окупаемость мер борьбы с вредными объектами. Рентабельность применения средств химизации под выращиваемую культуру зависит в первую очередь от материальных затрат на проведение обработок и величины сохраненного урожая [9].

Условный чистый доход для зерновых культур определяется разностью между стоимостью сохраненного урожая и расходами на обработку. Расходная часть учитывает: затраты на приобретение гербицидов, расход на транспортировку, стоимость эксплуатации техники, оплату труда персонала, оплату транспортных средств, необходимых при организации применения гербицидов.

По данным региональных органов управления АПК, на 01.12.2021 г. стоимость 1 т кукурузы 3-го класса была 13300 руб., а 15.12.2022 г. - 10700 руб. [11, 12].

Стоимость гербицида на основе 2,4-Д кислоты (в виде малолетучих эфиров С7-С9) – 800 руб/л, на основе

никосульфурона -1300 руб/л, на основе мезотриона+ никосульфурона -1500 руб/л.

Результаты расчета выполнены с использованием

данных технологических карт выращивания кукурузы на опытных полях Ростовской области и Республики Дагестан (табл. 4).

4. Экономическая эффективность применения гербицидов на посевах кукурузы (в среднем за 2021-2022 г.)

Почвенно-климатическая зона	Вариант опыта	Норма применения, л/га	Сохраненный урожай к контролю, ц/га	Стоимость сохраненного урожая, руб/га	Затраты на обработку, руб/га	Условный чистый доход, руб/га	Окупаемость, руб/руб.
II	A	0,6	2,4	2880	1210	1670	1,4
		0,9	2,8	3360	1210	2150	1,8
	B	1,0	3,9	4680	1710	2970	1,7
		1,5	4,4	5280	1710	3570	2,1
	C	1,0	5	6000	1910	4090	2,1
		2,0	5,6	6720	1910	4810	2,5
III	A	0,6	6,9	8280	1210	7070	5,8
		0,9	8,1	9720	1210	8510	7,0
	B	1,0	10,1	12120	1710	10410	6,1
		1,5	12,2	14640	1710	12930	7,6
	C	1,0	12,6	15120	1910	13210	6,9
		2,0	17,1	20520	1910	18610	9,7

Как видно из таблицы 4 окупаемость и условный чистый доход напрямую зависят от возможности спектра влияния действующих веществ гербицидов. Так под влиянием гербицида на основе мезотриона + никосульфурона, как на однолетние, так и на многолетние сорные растения, увеличивается сохраненный урожай (до 5,6 ц/га во II зоне и 17,1 ц/га в III зоне), тем самым повышая рентабельность применения препарата, несмотря на его более высокую стоимость.

Отмечено, также, что окупаемость прибавкой урожая зерна кукурузы в Ростовской области была выше, чем в Республике Дагестан. Так окупаемость препарата при максимальной норме расхода на основе 2,4 Д-эфиров и никосульфурона в Ростовской области составила по годам 7,0 и 7,6 руб/руб. соответственно. Наиболее высокий условный чистый доход 18610 руб/га (при окупаемости 9,7 руб. на 1 руб., вложенный в защитные мероприятия) отмечен при применении на кукурузе гербицида на основе мезотриона + никосульфурон.

Таким образом, использование комбинированного гербицида биологически и экономически оправдано, как в Республике Дагестан, так и в Ростовской области. В зависимости от материальной обеспеченности хозяйства можно спрогнозировать прибавку урожая зерна кукурузы и рентабельность использования гербицида на основе изученных действующих веществ.

Выводы. Результаты проведенных исследований наглядно показали, что при высокой засоренности полей и многообразии сорных растений получить высокую рентабельность зерна кукурузы невозможно без применения гербицидов. В то же время необходимо учитывать

сроки применения гербицидов под культуру и почвенно-климатические условия региона. Очень важно проводить фитосанитарный мониторинг сорных растений для подбора гербицидов непосредственно под конкретный участок для минимизации материальных потерь при выращивании кукурузы на зерно.

Литература

1. Торицов В.Е., Дронов А.В., Торицов В.В. и др. Ценность кукурузы, сорговых культур и их урожайность в зависимости от приемов выращивания // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. – 2019. – № 5 – С. 15-22.
2. <https://zerno.ru/node/21579>
3. <https://rosstat.gov.ru/>
4. Булавин Л.А. Влияние гербицидов и сроков их внесения на экономическую эффективность возделывания кукурузы на зерно // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 6. – С. 28-31.
5. Голубев А.С., Маханькова Т.А. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов. – Санкт-Петербург: ФГБНУ ВИЗР, 2020. – 80 с.
6. Казермазов А.М., Хачидогов А.В. Применение гербицидов на посевах кукурузы как один из факторов получения высоких урожаев // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2020. – № 2 – С. 48-53.
7. Гринько А.В., Полиенко Е.А., Влияние гербицидов на продуктивность кукурузы на обыкновенных черноземах в условиях Ростовской области // Живые и биокосные системы. – 2018. – № 24 URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-24/article-6>
8. Куликова Н. А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения: Учебное пособие. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 152 с.
9. Пансеев А.В., Миренков Ю.А., Козотко Л.Г. Экономическая эффективность применения гербицидов и их баковых смесей в посевах кукурузы на зерно // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 75-80
10. <https://zerno.ru/cerealspricesdate/2021-12-01/com>
11. <https://zerno.ru/cerealspricesdate/2022-12-15/com>

EFFECTIVENESS OF USING HERBICIDES IN CORN CROPS FOR GRAIN IN DIFFERENT SOIL AND CLIMATIC ZONES

M.T. Mukhina, PhD (Biol.), I.V. Ilyushenko, PhD (Biol.),

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31a, Moscow, 127434, Russia

ili.ari@yandex.ru

The article shows the effectiveness of using herbicides with various active ingredients in the early stages of weed development in corn crops. Treatment carried out in the phase 1-2 of true leaves made it possible to reduce the number of weeds by more than 87%, the mass of weeds by 89%, and with quantitative and weight accounting there was 100% death of some types of weeds (white pigweed, tenacious bedstraw, field). The increase in corn grain yield in the Republic of Dagestan was 1.9-6.7 c/ha, and in the Rostov region it reached 17.2 c/ha. The highest catch net income is 18,610 rubles. from 1 ha (with a payback of 9.7 rubles per 1 ruble invested in protective measures) showed a herbicide based on the composition (75 g/l mesotrione + 30 g/l nicosulfuron).

Keywords: corn for grain, herbicides, 2,4-Д, nicosulfuron, combined herbicide, occupation, harvest.