

УДК 633.15:632.954:631.8

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС

В. А. КАЛИНИН, В. И. ЧЕРКАШИН

(Кафедра химических средств защиты растений)

Основным условием получения высоких урожаев кукурузы на силос в Центральном районе Нечерноземной зоны является рациональное и научно обоснованное применение удобрений. Однако получить желаемый результат от их внесения часто не удается из-за высокой засоренности полей. Сорные растения поглощают из почвы значительное количество питательных элементов, снижают эффективность удобрений, уменьшают коэффициент использования питательных веществ. По мнению исследователей [1, 2, 7, 8], внесение высоких норм удобрений в расчете на запланированный урожай должно сопровождаться мероприятиями по борьбе с сорной растительностью. К таким мероприятиям в первую очередь относится применение гербицидов. При увеличении норм удобрений может возрастать засоренность посевов, особенно сорняками, наиболее отзывчивыми на них [3, 10—12]. К сожалению, до сих пор при разработке системы удобрения под конкретные культуры это не учитывается, а вопросы применения гербицидов на повышенных фонах удобрений конкретно для зоны изучены еще недостаточно.

Высокая засоренность посевов кукурузы в данной зоне, изменчивость видового состава сорняков под действием высоких норм удобрений вызывают необходимость в разработке системы применения гербицидов. Этому вопросу и посвящена предлагаемая работа.

### Условия и методы

Исследования проводили в 1982—1984 гг. в учхозе Тимирязевской академии «Дружба» Переславского района Ярославской области. Предшественниками кукурузы гибрида Днепровский 247 по годам были вико-овсяная смесь, кормовая свекла и гречиха.

Почва опытных участков — серая лесная среднесуглинистая, содержание гумуса по Тюрину — 2,63—2,78 %. В пахотном слое, мощность которого достигает 29 см, содержится в среднем 16,3 мг подвижного фосфора и 17,2 мг на 100 г обменного калия; реакция среды близкая к нейтральной (рН 6,6).

Нормы удобрений рассчитывали на планируемые урожаи (метод элементарного баланса) 450 и 600 ц зеленой массы кукурузы с 1 га. Они составили соответственно 120N55P90K (фон I) и 190N120P190K (фон II). Органические удобрения (навоз) из расчета 40 т/га вносили на обоих фонах минерального питания. Удобрения применяли в виде аммиачной селитры, простого гранулированного суперфосфата и хлористого калия. Вносили их весной под перепашку. Посев проводили гидрофобизиро-

ванными (с добавкой фентиурама) семенами.

Довсходовые гербициды согласно схеме опыта вносили до посева, обработку по всходам проводили в фазу 3—5 листьев кукурузы с помощью ранцевого опрыскивателя "MS-070" Маруяма (Япония). Норма расхода жидкости 450—500 л/га.

Засоренность определяли количественно-весовым методом по методике ВИЗР в фазу 3—5 листьев кукурузы, через месяц после обработки гербицидами и перед уборкой урожая.

Растительные образцы для анализов отбирали непосредственно перед обработкой гербицидами и перед уборкой урожая, который учитывали методом сплошной уборки. Содержание азота, фосфора и калия, качество зеленой массы определяли общепринятыми методами, остаточные количества гербицидов — методом газожидкостной хроматографии. Коэффициенты использования питательных элементов рассчитывали балансовым методом. Данные об урожае зеленой массы кукурузы обрабатывали методом дисперсионного анализа [4].

Агрометеорологические условия в годы для всех лет исследований были понижен- опытов были в целом благоприятными для ные температуры и заморозки на почве в роста и развития кукурузы. Характерным первой и второй декадах июня.

### Результаты исследований

Засоренность опытных участков была высокой. На контрольных делянках насчитывалось от 197 до 250 сорных растений на 1 м<sup>2</sup>, их сухая масса составляла 533—594 г/м<sup>2</sup> (табл. 1). В видовом составе сорняков преобладали марь белая (*Chenopodium album*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), горцы (*Polygonum convolvulus, scabrum*), мокрица-звездчатка (*Stellaria media*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), хвощ полевой (*Egisetum arvense*). Встречались также пикульник зябра обыкновенный (*Caleopsis speciosa*), мята полевая (*Mentha arvensis*), дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis*), редька дикая (*Raphanus raphanistrum*), ромашка непахучая (*Matricaria inodora*), чистец болотный (*Stachys palustris*).

Результаты опытов, в которых изучалось действие удобрений и гербицидов на засоренность посевов кукурузы, показали, что на высоком фоне минерального питания (при внесении 190N190P120K) численность сорняков несколько ниже, чем на фоне 120N55P90K. Если в контрольных вариантах на фоне I сорняков насчитывалось 250 шт/м<sup>2</sup>, то на фо-

Таблица 1  
Засоренность посевов и урожай зеленой массы кукурузы (среднее за 1982—1984 гг.)

Вариант, доза гербицида, кг д. в. на 1 га	Через 1 мес после обработки		Перед уборкой урожая		Урожай зеленой массы, ц/га
	гибель, %	снижение воздушно-сухой массы, %	гибель, %	снижение воздушно-сухой массы, %	
1 — контроль без прополки	250	533,1	99	484,8	225
	197	594,4	86	572,8	220
2 — контроль, 2 ручные прополки	78,8	70,1	54,5	55,1	439
	76,1	67,9	47,5	62,8	448
3 — атразин, 2,5 до всходов	95,6	94,1	84,8	93,9	499
	95,9	94,7	90,7	93,8	556
4 — 2,4-Д, 1,0 по всходам	73,2	72,2	32,3	66,3	359
	69,1	70,8	48,9	66,9	389
5 — атразин, 2,5 до всходов + 2,4-Д, 1,0 по всходам	94,8	98,5	88,9	97,8	556
	92,4	98,4	94,2	97,4	580
6 — атразин, 2,5 до всходов + лонтрел, 0,1 по всходам	97,6	99,7	96,0	99,6	597
	97,3	99,7	94,2	99,6	633
7 — олеогезаприм, 2,0 по всходам	84,0	87,3	69,7	82,4	479
	78,2	86,6	66,3	2,3	492
8 — то же + 2,4-Д, 1,0 по всходам	78,4	95,6	63,3	88,1	481
	78,2	94,1	62,8	89,6	491
9 — атразин, 2,5 + 2,4-Д, 1,0 по всходам	92,8	99,0	91,9	98,8	584
	91,3	98,6	91,9	99,0	580
10 — олеогезаприм, 2,0 + лонтрел, 0,1 по всходам	88,4	92,6	77,8	95,7	551
	86,8	91,8	82,6	97,0	559
11 — примэкстра, 2,5 до всходов	86,4	85,4	78,8	86,8	550
	87,3	90,5	76,7	85,8	544

Примечания. 1. В контроле без прополки приведены данные о количестве сорняков, шт/м<sup>2</sup> и воздушно-сухой массе, г/м<sup>2</sup>. 2. Здесь и в табл. 3 и 4 в числителе — фон I, в знаменателе — фон II.

Вынос питательных элементов почвы и удобрений сорняками (кг/га)  
В среднем за 1983—1984 гг.

Вариант	Фон I			Фон II		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	66,3	28,7	95,4	72,8	30,7	104,1
2	32,9	14,6	47,6	42,3	16,1	51,9
3	3,8	1,0	3,9	3,9	1,4	4,3
4	18,4	9,4	32,6	31,6	13,2	46,4
5	1,1	0,34	1,1	1,2	0,33	1,1
6	0,4	0,2	0,5	0,5	0,2	0,5
7	18,7	7,3	26,2	20,6	7,6	25,5
8	7,9	3,1	10,8	9,1	3,9	13,4
9	0,2	0,1	0,5	0,5	0,1	0,5
10	3,1	1,3	4,6	3,4	1,3	4,6
11	12,8	5,8	19,1	14,8	6,0	20,3

не II — лишь 197 шт/м<sup>2</sup>. Однако сухая масса сорняков во втором случае была больше (594,4 г/м<sup>2</sup>), чем в первом (533,1 г/м<sup>2</sup>). Воздействие гербицидов на сорняки на обоих фонах минерального питания было одинаковым.

Атразин эффективно подавлял малолетние сорные растения. В этом варианте воздушно-сухая масса сорняков была на 93,8 % (фон I) меньше, чем в контроле. При последующей повсходовой обработке 2,4-Д или лонтрелом снижение этого показателя было более значительным (97,8 и 99,6 %).

Использование смесей гербицидов олеогезаприм + 2,4-Д и олеогезаприм + лонтрел по всходам также было эффективнее, чем раздельное применение олеогезаприма и 2,4-Д. Снижение воздушно-сухой массы в этих вариантах составило соответственно 88,1 и 95,7, 82,4 и 66,3 %.

Подавление сорняков способствовало лучшему росту и развитию кукурузы, а также формированию высоких урожаев. Планируемый урожай на фоне I 450 ц зеленой массы кукурузы с 1 га получен во всех вариантах опыта, за исключением контроля без прополки и варианта с применением 2,4-Д по всходам. На II фоне минерального питания урожай достиг планируемого уровня (600 ц/га) только в варианте атразин до всходов + лонтрел по всходам, а в вариантах атразин + 2,4-Д, олеогезаприм + лонтрел по всходам он был близок к планируемому — 559—580 ц/га. Таким образом, даже создание оптимальных условий питания не всегда позволяет получать планируемые урожаи порядка 600 ц/га и выше по той причине, что формирование высоких урожаев сдерживают такие факторы, как тепло- и влагообеспеченность в отдельные периоды роста культуры. Если же засоренность посевов высокая, то независимо от уровня питания урожай зеленой массы кукурузы остается крайне низким — 220—225 ц/га (табл. 1).

В вариантах без применения гербицидов сорняки использовали значительное количество питательных веществ из почвы и удобрений (табл. 2): азота — 66,3—72,8 кг/га; фосфора — 28,7—30,7 и калия — 95,4—104,1 кг/га. Таким образом, большая часть внесенных минеральных удобрений потреблялась сорными растениями. В вариантах с применением гербицидов потери питательных веществ за счет подавления сорняков были сведены к минимуму. Отчуждение питательных веществ сорняками в вариантах с применением комбинаций и смесей гербицидов (атразин + лонтрел, атразин + 2,4-Д) составляло: азота — 0,2—0,5 кг/га, фосфора — 0,2—0,3 и калия — 0,5—1,1 кг/га. В контроле с двумя ручными прополками к концу вегетации отмечалось повторное отрастание сорняков. При этом вынос ими азота равнялся 32,9—42,3 кг/га, фосфора — 14,6—16,1, калия — 47,6—51,6 кг/га.

При наиболее значительном подавлении сорняков гербицидами улучшалось потребление элементов питания кукурузой, существенно увеличивался коэффициент использования питательных веществ, повышалась эффективность использования удобрений (табл. 3). Во всех вариантах с гербицидами коэффициенты использования азота, фосфора и калия были примерно в 3 раза больше, чем в контроле без прополки. Это еще раз подтверждает целесообразность применения гербицидов.

При использовании гербицидов не снижалось содержание сухого вещества и сырой клетчатки, содержание протеина повышалось по отношению к контролю (без прополки) на 1,25—2,0 %, а жира — на 0,3—0,9 % (табл. 4).

Использование питательных элементов почв и удобрений кукурузой (кг/га).  
В среднем за 1983—1984 гг.

Вариант	Вынесено урожаем, кг/га			Коэффициент использования, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	51,9	12,9	67,7	26,0	20,8	33,0
	50,0	23,2	63,1	18,3	12,1	20,4
2	141,7	68,3	196,6	70,9	62,1	95,9
	134,8	64,4	195,5	49,5	33,5	63,1
3	163,1	84,0	220,4	81,9	76,4	107,5
	159,0	74,5	219,9	58,3	38,7	70,9
4	121,5	59,8	170,2	60,8	54,4	83,0
	120,6	60,8	171,2	44,3	31,6	55,2
5	165,9	82,8	230,6	83,0	75,3	112,5
	168,6	79,2	237,5	61,9	41,1	76,6
6	179,1	87,2	253,3	89,6	79,3	123,6
	189,8	90,0	262,2	69,7	46,8	84,6
7	132,2	64,0	183,7	66,1	58,2	89,6
	139,1	68,8	192,0	51,0	35,7	61,9
8	131,9	67,2	188,3	66,0	61,1	91,9
	135,1	69,8	193,7	49,6	36,3	62,5
9	171,9	89,0	250,1	89,6	80,9	122,0
	158,7	85,7	244,5	58,2	44,5	78,9
10	165,1	82,7	221,7	82,6	75,2	108,1
	165,0	80,6	225,7	60,7	41,9	72,8
11	156,8	77,2	224,5	78,4	70,2	109,5
	151,6	73,8	212,3	55,6	38,3	68,5

Таблица 4

Влияние гербицидов и минеральных удобрений на качественный состав  
зеленой массы кукурузы (% к воздушно-сухой массе). Среднее за 1982—1984 гг.

Вариант	Сухое ве- щество	Сырая зола	Сырой про- центн	Сырая клет- чатка	Сырой жир	БЭВ
1	23,03	7,17	6,20	28,48	3,70	54,45
	23,64	7,31	7,25	28,34	3,73	53,37
2	23,52	7,49	8,36	29,51	4,19	50,45
	24,13	7,44	8,39	28,91	3,79	51,47
3	23,66	7,48	8,71	30,14	4,01	49,66
	24,07	7,41	8,84	29,08	4,02	50,35
4	24,15	7,58	8,23	28,06	4,29	51,84
	24,29	7,62	8,52	27,71	3,95	52,20
5	24,00	7,41	8,51	28,10	4,49	51,49
	23,90	7,42	8,59	28,48	4,02	51,49
6	23,54	7,73	8,57	29,01	4,21	50,48
	23,87	7,77	8,51	28,92	3,99	50,81
7	23,43	7,35	8,37	28,21	4,41	51,66
	23,71	7,58	8,53	28,45	3,99	51,45
8	23,39	7,53	8,26	27,99	4,10	52,12
	23,92	7,52	8,49	28,79	3,94	51,26
9	23,95	7,52	8,39	28,30	3,94	51,85
	23,98	7,84	8,35	28,57	3,82	51,42
10	23,86	7,47	8,56	28,36	4,38	51,23
	23,90	7,63	8,53	28,53	3,86	51,45
11	23,98	7,41	8,58	28,01	4,29	51,71
	24,81	7,64	8,54	28,71	4,05	51,06

Остаточных количеств гербицидов атразина и олеогезаприма в зеленой массе кукурузы в момент уборки не обнаружено (табл. 5), а содержание 2,4-Д (0,08 мг/кг) находилось ниже предельных допустимых значений для корма (МДУ 0,1—0,6 мг/кг).

Остаточные количества гербицидов в зеленой массе кукурузы (мг/кг). Среднее за 1982—1984 гг.

Варианты	Гербицид	Через месяц после обработки	Перед уборкой
3, 9	Атразин	Следы	Не обн.
4, 8, 9	2,4-Д	0,12	0,08
6, 10	Лонтрел	0,05	Следы
7, 8, 10	Олеогезаприм	Следы	Не обн.

### Выводы

1. При возделывании кукурузы на силос повышение уровня минерального питания приводит к значительному увеличению сырой массы сорных растений. Вынос азота сорняками на фоне I (120N55P90K) составляет 66,3 кг, фосфора — 28,7 и калия — 95,4 кг/га, а на фоне II (190N120P190K) — соответственно 72,8, 30,7 и 104,1 кг/га. Двукратная ручная прополка не обеспечивает получения планируемого урожая 600 ц зеленой массы кукурузы с 1 га.

2. Наибольшая гибель сорняков (99,6 %) достигается при последовательном применении атразина (2,5 кг/га до всходов) и лонтрела (0,1 кг/га по всходам) или по всходам смесями атразин (2,5 кг/га) + 2,4-Д (1,0 кг/га) и олеогезаприм (2,0 кг/га) + лонтрел (0,1 кг/га). С увеличением норм удобрений эффективность гербицидов не снижается.

3. Вынос основных питательных веществ сорняками при использовании гербицидов и их смесей снижается в 8 раз и составляет: азота — 7,4 кг, фосфора — 3,3 и калия — 11,0 кг/га.

4. Планируемый урожай зеленой массы 450 ц/га получен при использовании всех изучаемых гербицидов, кроме 2,4-Д; 600 ц/га — только при последовательном применении атразина (2,5 кг/га) до всходов с последующей обработкой 2,4-Д (1,0 кг/га) или лонтрелом (0,1 кг/га) по всходам, а также смеси атразина (2,5 кг/га) + 2,4-Д (1,0 кг/га) по всходам. При этом качество урожая не ухудшается, отмечается тенденция к увеличению содержания в нем сырого протеина. Остатки гербицидов в зеленой массе не обнаружены или находились в максимально допустимых пределах.

5. На основании исследований в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР для получения урожая зеленой массы кукурузы 600 ц/га можно рекомендовать внесение минеральных удобрений в нормах 120N55P90K на фоне 40 т органических удобрений на 1 га. При этом необходимо применение атразина (2,5 кг/га) до всходов и последующая обработка 2,4-Д (1,0 кг/га) или лонтрелом (0,1 кг/га) по всходам. Высокоэффективны также смеси гербицидов: атразин (2,5 кг/га) + 2,4-Д (1,0 кг/га), олеогезаприм (2,0 кг/га) + лонтрел (0,1 кг/га) для обработки по всходам.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглов В. Г. Применение гербицидов в интенсивном земледелии. — М., 1981. — 2. Груздев Г. С. Проблемы борьбы с сорняками на современном этапе. — В кн.: Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. М., 1980, с. 3—15. — 3. Груздев Г. С., Сатаров В. А. Эффективность гербицидов на разных фонах питания. — Изв. ТСХА, 1967, вып. 6, с. 91—102. — 4. Доспехов С. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979. — 5. Захаренко В. А. Рекомендации по совместному применению гербицидов и минеральных удобрений / Сводный реферат. — Сельск. хоз-во за рубежом, 1975, № 8, с. 1—5. — 6. Клисенко М. А. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. — М.: Колос, 1983. — 7. Ладонин В. Ф. Роль гербицидов при возрастании

нии масштабов применения удобрений в земледелии. — Химия в сельск. хоз-ве, 1976, № 1, с. 58—64. — 8. Ладонин В. Ф., Чесалин Г. А. Совместное применение гербицидов и удобрений. — Вестн. с.-х. науки, 1978, № 3, с. 34—38. — 9. Петербургский А. В. Практикум по агрохимии. — М.: Колос, 1968. — 10. Синягин И. И. Агротехнические условия высокой эффективности удобрений. — М.: Россельхозиздат, 1980, с. 173—175. — 11. Смирнов Б. А., Смирнова В. И. Удобрения и сорняки в Нечерноземной зоне. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 6, с. 20—31. — 12. Eccert R. E., Evans R. — Weed, 1963, vol. 11, p. 170—174.

*Статья поступила 29 августа 1985 г.*

#### SUMMARY

Under conditions of the Central region of the Non-chernozem area the yield of corn dry mass as 600 centners/ha is provided by mineral fertilization at the rates of 120N55P90K after 40 tons of organic fertilizers per ha, application of atrazin 2.5 kg/ha before the emergence followed by application of 2.4-D (amino salt) 1.0 kg/ha or lontrel 0.1 kg/ha or mixtures of atrazin 2.5 kg/ha+2.4-D 1.0 kg/ha, oleogezaprim 2.0 kg/ha+ +lontrel 0.1 kg/ha. Qualitative indices of the yield are no worse, crude protein content tend to increase. The remains of herbicides are not found in green mass.