

УДК 633.15:632.954:631.84:631.461.3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ И НИТРАПИРИНА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС

Т. С. КАЛИНИНА

(Кафедра химических средств защиты растений)

В полевых и производственных опытах в условиях Ярославской области изучалась возможность совместного применения почвенных гербицидов атразина, симазина и эрадикана с ингибитором нитрификации нитрапирином, выпускаемым под торговой маркой «N-serve». Эффективность препаратов при совместном внесении не снижалась, отмечалось их положительное влияние на рост и развитие кукурузы, получены прибавки урожая зеленой массы кукурузы. Совместное внесение триазинов и эрадикана с N-serve в виде баковой смеси можно рекомендовать для применения в посевах кукурузы на силос в Нечерноземной зоне европейской части СССР.

Высокий уровень химизации растениеводства при переходе на интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривает применение удобрений, особенно азотных и пестицидов. При этом значительно возрастают потери азота удобрений и увеличивается опасность загрязнения окружающей среды и сельскохозяйственной продукции нитратами и остатками пестицидов. Для снижения потерь азота и повышения коэффициента его использования культурными растениями применяют ингибиторы нитрификации [4, 6, 7, 12].

Одним из наиболее эффективных ингибиторов является нитрапирин (2-хлор-6 трихлорметилпиридин) — N-serve. Это соединение тормозит нитрификацию аммиачного азота в течение 1,5—2 мес при внесении в почву в дозах 0,5—2 % к азоту удобрений.

Как показали исследования [10, 11], N-serve временно подавляет активность нитрифицирующих бактерий. В результате снижается содержание нитратов в почве и предотвращаются потери азота от вымывания в те периоды, когда растения в нем нуждаются мало. Аммиачный азот при этом остается закрепленным в почве и растения могут использовать его при питании, что способствует увеличению их продуктивности [6, 9].

Большое значение в снижении потерь питательных веществ и улучшении питания культурных растений имеет применение гербицидов [8, 13, 14]. В опытах Г. С. Груздева и Ю. Н. Березкина [2] за ротацию севооборота (8 лет) сорняки использовали: N — 54—76,5 %; P₂O₅ — 34,7—53,8, K₂O — 43,7—76,8 % к внесенным, а в варианте с гербицидами — соответственно 14—18,9; 8,2—14,4; 9,6—17,6 %. Вынос культурой NPK в варианте с гербицидами был в 3—4 раза больше, чем сорняками.

Существующие технологии возделывания кукурузы предусматривают одновременное внесение N-serve и азотных удобрений, немедленную их заделку и последующую дождевую обработку почвы гербицидами также с заделкой в почву. Совместное внесение N-serve и почвенных гербицидов может существенно сократить производственные затраты.

Практическая польза этого приема очевидна, но сложность заключается в том, что ингибиторы нитрификации и почвенные гербициды являются биологически активными соединениями и результат их совместного действия на культурные растения трудно предугадать. Эффективность совместного внесения ингибиторов нитрификации и почвенных гербицидов практически не изучена, в литературе имеются лишь отрывочные сведения [6, 3]. В связи с вышеизложенным нами исследована целесообразность данного приема при выращивании кукурузы на силос.

Методика

Полевые опыты и производственные испытания проводили в 1984—1986 гг. в учхозе Тимирязевской академии «Дружба» Переславльского района Ярославской области. Почва опытных участков — серая лесная среднесуглинистая на лессовидном суглинке. Содержание гумуса 2,8%; рН_{сол} — 5,9 и 6,6; N_г — 1,5 и 1,0; S — 31,1 и 27,1 мг/кг на 100 г соответственно 1984 и 1985 гг. По обеспеченности легкогидролизуемым азотом, подвижными формами фосфора и калия почва относится к IV классу. Агротехника возделывания кукурузы сорта Днепровская 247 общепринятая для зоны. Предшественники в 1984, 1985 и 1986 гг. — соответственно гречиха, картофель и кукуруза. Под вспашку вносили торфонавозный компост (40 т/га) и фосфорно-калийные удобрения (180P210K); норма азотных удобрений при 1-м уровне азотного питания равнялась 100, при 2-м — 210 кг на 1 га; доза атразина составила 2 кг/га, симазина — 2,5, эрадикана — 4,8, ингибитора нитрификации — 2 кг/га (по д. в.); препараты вносили под предпосевную культивацию.

Полная схема полевых опытов представлена в табл. 1. Повторность опытов 4-кратная, площадь делянок 50 и 42 м² соответ-

ственно в 1984 и 1985 гг. В течение вегетации проводили отборы растительных проб в 4 срока — через 3, 5, 7 и 15 нед и почвенных проб в 5 сроков — через 1, 3—4, 5—6, 7—8 и 14—15 нед после внесения препаратов. Засоренность учитывали количественно-весовым методом через 5 и 15 нед после сева. При отборе растительных проб измеряли высоту и массу растений кукурузы. Содержание NPK в I срок определяли в смешанной пробе, в последующие — отдельно в листьях и стеблях кукурузы и в сорняках. Кроме того, устанавливали содержание нитратов в сухой массе кукурузы и в почве. Расчет коэффициента использования азота проводили разностным методом.

Метеорологические показатели вегетационного периода 1984 г. отличались от средних многолетних повышенными температурами и малым количеством осадков (в 2—3 раза меньше нормы) в апреле — мае, заморозками на почве в июне и затяжными ливневыми осадками в июле. В 1985 г. в* апреле — мае и первой декаде июня температура воздуха была на 2—5 °C ниже средней многолетней. В 1986 г. сильные ветры и обильные осадки в конце вегетации вызвали полегание кукурузы.

Результаты

В условиях эксперимента увеличение нормы внесения азотных удобрений не всегда приводило к усилению роста кукурузы, оно положительно сказывалось лишь на последних этапах ее развития. При задержке роста растений из-за неблагоприятных погодных условий (1985 г.) масса одного растения по уровням азотного питания не различалась. Это отмечалось и в вариантах с N-serve и гербицидами (табл. 1). Улучшение условий азотного питания при использовании ингибитора нитрификации способствовало усилению роста культурных растений во второй половине вегетации (III и IV отборы).

Масса растений зависела от засоренности посевов. Наибольшей (до 1212 г) она была при совместном использовании N-serve с атразином (табл. 1).

В 1984 г. гибель сорняков в начале вегетационного периода при внесении атразина и эрадикана составила соответственно 88 и 75 % на 1-м уровне азотного питания при засоренности в контроле (NPK б/п) 223 шт/м². Лишь к концу сезона эффективность гербицидов снижалась (табл. 2) из-за сильных ливневых дождей, прошедших в июле, в результате которых гербициды вымывались из корнеобитаемого слоя почвы в нижележащие горизонты. Помимо этого, погодные условия благоприятствовали вторичному отрастанию сорняков. В оба года опытов наиболее сильное снижение засоренности наблюдалось при внесении атразина (табл. 2). В то же время эрадикан не обеспечивал достаточной чистоты посевов.

Накопление зеленой массы у кукурузы (г на 1 растение)
в разные сроки отбора проб

Вариант	1984 г.				1985 г.			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
PK б/п	2,5	14,6	96,1	283	2,1	11,1	33,0	241
PK+п.	2,5	14,2	185,5	547	2,2	12,0	32,7	686
PK+N-serve +п	2,2	16,4	251,6	805	2,0	12,1	35,2	714
NPK б/п	2,7	17,9	231,4	387	2,0	12,4	36,0	430
	2,4	16,2	268,8	783	2,2	11,0	35,6	406
NPK+п.	2,7	19,3	270,4	885	2,1	12,9	38,5	757
	2,3	17,2	268,2	904	2,2	11,7	40,8	736
NPK+N-serve+п.	2,8	19,1	270,8	935	2,2	13,9	39,9	823
	2,4	19,4	283,2	1046	1,9	11,9	44,2	829
NPK+атразин	2,7	21,7	324,7	918	2,3	15,9	46,9	908
	2,6	20,2	326,3	1198	2,0	15,5	45,5	752
NPK+N-serve+ +атразин	3,2	23,7	369,7	1141	2,5	16,6	48,7	1043
	2,6	21,2	308,5	1212	2,3	15,8	46,2	907
NPK+эрадикан	2,9	24,6	244,9	875	2,0	13,4	36,5	557
	2,3	19,4	299,3	1028	2,0	11,9	38,9	402
NPK+N-serve+ +эрадикан	3,1	19,0	292,8	999	1,9	11,8	35,3	617
	2,1	23,4	259,6	1019	2,0	10,8	34,9	435

Примечания. 1. Здесь и в последующих таблицах б/п — без прополки; п. — с прополкой. 2. Здесь и в последующих таблицах в числителе — 1-й уровень азотного питания, в знаменателе — 2-й уровень.

Ингибитор нитрификации при совместном внесении с гербицидами практически не влиял на их действие. Так, в вариантах с применением атразина отдельно и совместно с N-serve к концу вегетации 1984 г. сы-

Таблица 2

Действие гербицидов на засоренность посевов кукурузы
через 15 нед после их внесения

Вариант	1984 г.				1985 г.			
	количество, шт/м ²	сырая масса, г/м ²	снижение, %*		количество, шт/м ²	сырая масса, г/м ²	снижение, %*	
			количе- ства	сырой массы			количе- ства	сырой массы
NPK б/п	36	1250	0	0	173	1655	0	0
	73	649			177	2326		
NPK+п.	33	593	8	53	47	298	73	82
	25	631	66	3	68	525	62	77
NPK+N-serve+п.	17	1390	53	—	10	43	94-	97
	22	965	70	26	26	100	85-	96
NPK+атразин	19	752	47	40	15	39	91	98
	36	266	51	59	49	532	72	77
NPK+N-serve+атра- зин	24	710	33	43	20	172	88	90
	24	387	67	40	15	170	92	93
NPK+эрадикан	27	1278	25	—	178	1898	—	—
	28	1112	62	—	191	2969	—	—
NPK+N-serve+эра- дикан	21	1190	42	5	217	2435	—	—
	28	934	62	—	184	3675	—	—

* По сравнению с NPK без прополки.

рая масса сорняков при 1-м уровне азотного питания снизилась по отношению к контролю (NPK б/п) соответственно на 40 и 43 %, а в 1985 г. — на 98 и 90 %.

В условиях 1984 г. 2-кратная ручная прополка оказалась недостаточно эффективной. Повторное отрастание сорняков происходило настолько быстро, что на 2-м уровне азотного питания их масса к концу сезона была на уровне контрольного варианта. Только 3-кратная ручная прополка (в 1985 г.) обеспечивала такую же чистоту посевов, как и при использовании наиболее эффективного в данных условиях гербицида атразина.

В 1984 г., несмотря на невысокую эффективность ручной прополки, на прополотых делянках создавались более благоприятные условия питания для кукурузы. Так, в контроле (NPK б/п) вынос азота и фосфора сорняками на 1-м и 2-м уровнях азотного питания составлял око-

Т а б л и ц а 3

Вынос N, P и K сухой массой кукурузы и сорняков (кг/га), 1984 г.

Вариант	N		P		K	
	кукуруза	сорняки	кукуруза	сорняки	кукуруза	сорняки
PK б/п	36	43	31	24	75	66
PK+п.	50	38	42	19	90	50
PK+N-serve+п.	53	34	61	18	154	44
NPK б/п	60	53	45	23	140	54
	54	26	49	11	125	32
NPK+п.	75	20	52	10	152	25
	83	26	74	12	195	30
NPK+N-serve+п.	120	51	79	3	198	6
	108	58	79	25	216	49
NPK+атразин	115	33	83	3	241	7
	110	14	90	7	210	14
NPK+N-serve+атразин	148	13	87	7	234	17
	129	19	91	20	210	19
NPK+эрадикан	102	51	83	22	223	55
	108	46	93	23	193	45
NPK+N-serve+эрадикан	111	45	86	23	201	57
	101	38	77	19	184	43

Т а б л и ц а 4

Вынос N, P и K сухой массой кукурузы и сорняков (кг/га), 1985 г.

Вариант	N		P		K	
	кукуруза	сорняки	кукуруза	сорняки	кукуруза	сорняки
PK б/п	31	80	25	33	80	141
PK+п.	83	14	29	7	175	20
PK+N-serve+п.	98	22	27	10	196	40
NPK б/п	61	75	25	24	123	112
	56	94	24	38	117	160
NPK+п.	114	21	38	8	219	25
	105	33	38	13	190	54
NPK+N-serve+п.	150	2	55	1	271	3
	131	7	55	3	217	10
NPK+атразин	113	2	46	1	180	3
	106	27	44	11	196	37
NPK+N-serve+атразин	158	8	82	3	267	11
	151	8	62	3	247	12
NPK+эрадикан	67	84	31	31	139	132
	39	81	22	38	126	196
NPK+N-serve+эрадикан	87	117	30	46	165	169
	74	159	24	47	119	199

до 50 % к выносу этих элементов кукурузой, калия — соответственно 39 и 26 % (табл. 3). На фоне NPK при 2-кратной прополке и при внесении гербицидов вынос азота кукурузой в среднем увеличивался в 2, фосфора и калия — в 1,5 раза по сравнению с контролем. При этом повышался коэффициент использования азота удобрений; в вариантах с атразином он составил 62, эрадиканом — 49 % на 1-м уровне азотного питания и 29 % по обоим гербицидам на 2-м уровне азотного питания (табл. 3). В 1985 г. коэффициенты использования азота минеральных удобрений на 1-м и 2-м уровнях азотного питания были равны соответственно 30 и 10 % как в варианте NPK с ручной прополкой, так и при использовании атразина (табл. 4). Внесение N-serve уменьшало потери азота за счет денитрификации и вымывания, в связи с этим азот удобрений использовался кукурузой более полно. Так, на 1-м уровне азотного питания коэффициенты использования азота культурой в 1984 г. увеличивались до 95 % в варианте со смесью атразина с N-serve и до 58 % — при внесении смеси эрадикана с N-serve (табл. 3). В 1985 г., так же как и в 1984 г., наиболее благоприятные условия для кукурузы создавались при совместном внесении атразина и ингибитора нитрифи-

кации (коэффициент использования азота на 1-м уровне азотного питания равнялся 75 %). Положительное влияние N-serve из-за низкой эффективности эрадикана оказалось почти незаметным, так как вынос азота сорняками был достаточно высоким (табл. 4).

На 2-м уровне азотного питания в 1984 г. кукуруза потребляла лишь 25—39 % внесенного азота, в 1985 г. — 32 % и менее. Коэффициенты использования азота в этом случае были значительно ниже, чем на 1-м уровне; влияние ингибитора нитрификации на этот показатель оказалось несущественным.

Отрицательного действия почвенных гербицидов на эффективность N-serve не выявлено. Ингибитор нитрификации вызывал снижение количества нитратов в почве в 1,5—2 раза независимо от того, вносили его отдельно или в смеси с гербицидами (табл. 5). Продолжительность

Таблица 5

Динамика содержания нитратов в слое 0—20 см (мг/кг сухой почвы)

Вариант	1984 г.				1985 г.			
	неделя после внесения препаратов							
	1	3	5	8	1	4	6	8
РК б/п	15,5	26,9	37,2	1,8	12,3	12,3	6,3	3,4
РК+п.	15,5	26,9	40,7	3,0	12,3	12,3	4,9	7,8
РК+N-serve+п.	8,7	26,9	37,2	3,5	16,2	8,1	8,5	8,7
NPK б/п	40,7	30,9	97,7	2,8	44,7	23,4	7,2	3,0
	83,2	29,5	89,1	26,9	51,3	60,3	10,2	6,9
NPK+п.	40,7	30,9	93,3	6,3	44,7	23,4	25,7	12,3
	83,2	29,5	114,8	14,5	51,3	60,3	9,8	23,4
NPK+N-serve+п.	25,1	40,7	85,1	7,8	33,9	14,4	39,8	14,8
	41,7	93,3	102,3	10,5	32,4	17,0	30,9	34,7
NPK+атразин	34,7	42,7	70,8	6,3	44,7	41,7	12,3	10,2
	40,7	83,2	125,9	40,7	53,7	39,8	18,2	14,1
NPK+N-serve+атразин	26,9	55,0	79,4	6,3	30,9	19,1	34,7	13,2
	24,0	87,1	89,1	29,5	28,8	18,2	25,7	23,4
NPK+эрадикан	31,6	67,6	74,1	17,8	45,7	28,8	14,4	5,1
	47,9	83,2	109,6	7,1	26,3	66,1	8,1	18,2
NPK +N-serve+эрадикан	31,6	52,5	93,3	5,1	32,4	19,1	23,4	6,9
	17,0	33,1	40,7	3,5	24,5	19,1	39,8	12,3

действия N-serve в большей степени зависела от условий увлажнения, чем от температурного режима. В 1984 г. (при отсутствии осадков в апреле — мае) действие ингибитора нитрификации ограничивалось 3 нед (табл. 5), в то же время в 1985 г., когда метеорологические показатели были близки к средним многолетним, влияние N-serve на процессы нитрификации оказалось более длительным — до 4—5 нед.

Улучшение питания кукурузы при снижении засоренности и применении ингибитора нитрификации способствовало ее интенсивному росту и развитию и в конечном счете — повышению урожая зеленой массы.

Выход зеленой массы кукурузы в 1984 г. существенно не зависел от уровня азотного питания. По-видимому, метеорологические условия первой половины вегетации явились лимитирующим фактором при формировании урожая.

Благодаря действию N-serve в варианте NPK с ручной прополкой на 1-м уровне азотного питания получен урожай зеленой массы кукурузы, превышающий расчетный, а на 2-м уровне азотного питания — близкий к расчетному (табл. 6).

Совместное внесение ингибитора нитрификации с эрадиканом обеспечивало прибавку урожая зеленой массы кукурузы на 1-м фоне азотного питания 172 ц/га в 1984 г. и 110 ц/га в 1985 г., на 2-м фоне она была ниже и составила соответственно 119 и 27 ц/га. Самый высокий

Таблица 6
Урожайность зеленой массы кукурузы
(ц/га)

Вариант	1984 г.	1985 г.
РК б/п	264	240
РК+п.	469	483
РК+N-serve+п.	534	568
NPK б/п	486	377
	513	363
NPK+п.	571	556
	562	567
NPK+N-serve+п.	595	614
	611	632
NPK+атразин	655	596
	676	581
NPK+N-serve+атразин	722	695
	726	671
NPK+эрадикан	625	393
	646	348
NPK+N-serve+эрадикан	658	487
	632	390
НСР ₀₅	50	49
	42	49

урожаем получен при совместном внесении атразина с N-serve (табл. 6); прибавка урожая по сравнению с контролем (NPK б/п) равнялась 200—300 ц/га, притом на долю N-serve приходилась примерно треть ее часть.

В 1985 г. была проведена производственная проверка совместного внесения атразина (на площади 2 га), а в 1986 г. — эрадикана (4,7 га) и симазина (18 га) с N-serve на фоне внесения 100N. При уровне урожайности зеленой массы кукурузы 502 ц/га при внесении атразина, 302 — симазина, 409 ц/га эрадикана прибавки урожая от применения N-serve составили соответственно 117, 96 и 68 ц/га. Чистый доход на 1 га от внесения смеси N-serve с атразином, симазинном и эрадиканом равнялся 490,89; 322,54 и 184,52 руб., а окупаемость 1 руб. дополнительных затрат — 6,19; 2,52 и 4,93 руб.

Заключение

В условиях Ярославской области эффективность совместного внесения почвенных гербицидов атразина, эрадикана и ингибитора нитрификации N-serve была не ниже, чем в случае раздельного их применения. При этом создавались условия, благоприятные для развития кукурузы, повышался вынос урожаем питательных элементов, особенно азота, увеличивалась продуктивность посевов. Наибольший урожай зеленой массы получен при совместном внесении атразина с N-serve.

Производственная проверка показала высокую экономическую эффективность внесения ингибитора нитрификации N-serve с атразином, симазинном и эрадиканом в виде баковой смеси в посевах кукурузы на силос при внесении умеренной нормы N (100 кг/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглов В. Г. Вынос питательных веществ из почвы сорняками и кукурузой при обработке гербицидами. — Докл. ТСХА, 1964, вып. 106, с. 69—79. — 2. Груздев Г. С., Березкин Ю. Н. Применение гербицидов в системе мер борьбы с сорняками в зернопропашных севооборотах. — Изв. ТСХА, 1980, № 4, с. 120—127. — 3. Груздев Г. С., Калинин В. А., Калинина Т. С. и др. О совместном применении ингибиторов нитрификации и почвенных гербицидов. — Тез. докл. Всесоюз. совещ. НИУИФ: Перспективы использования ингибиторов нитрификации для повышения эффективности азотных удобрений. М.: ВДНХ, 1986, с. 92—93. — 4. Ерш В. Н. Снижение потерь азота удобрений под действием ингибитора нитрификации N-serve — Науч.-техн. бюл. Сиб. НИИ химиз. сельск. хоз-ва, 1980, № 1/35, с. 14—15. — 5. Калинин В. А., Калинина Т. С. Влияние почвенных гербицидов на кукурузу в условиях применения инги-

битора нитрификации на фоне минеральных удобрений. — В сб.: Применение гербицидов в условиях интенсивной химизации сельск. хоз-ва. М.: ТСХА, 1984, с. 31—34. — 6. Кононюк Л. А. Влияние ингибитора нитрификации пикохлора на процессы трансформации водного аммиака и микрофлору дерново-подзолистых почв. — В сб.: Микробиол. процессы в почвах и урожайность с.-х. культур. Вильнюс: Ин-т ботаники АН Лит. ССР, 1986, с. 177. — 7. Кукаленко С. С. — Ингибиторы нитрификации азота в почве. — Химия в сельск. хоз-ве, 1980, № 4, с. 51—54. — 8. Ладонин В. Ф., Алиев А. М., Цимбалист Н. И. Рациональное сочетание гербицидов и удобрений в посевах сельскохозяйственных культур. — М.: ВАСХНИЛ, ВНИИЭИСХ, 1984. — 9. Савенков В. П., Лаврова И. А. Влияние ингибиторов нитрификации на урожай и качество зеленой массы кукурузы. — В сб.: Микробиол. процессы в почвах и урожай-

ность с.-х. культур. Вильнюс, Ин-т ботаники АН Лит. ССР, 1986, с. 323—324. — **10.** Семенишен Н. Г., Карбовская А. В. Влияние ингибитора нитрификации на микробиологическую активность почвы и превращение азота удобрений. — Химия в сельск. хоз-ве, 1982, № 2, с. 14—16. — **11.** Смирнов П. М., Державин Л. М., Литвак Ш. И. Итоги испытания препарата «Н-серве» и перспективы применения ингибитора нитрификации в СССР. — В сб.: Технология применения и результаты произв. испытаний ингибитора нитрификации «Н-серве» на хлопчатнике и рисе. М.: МСХ СССР, ЦИНАО, 1980, с. 3—13. — **12.** Смирнов П. М., Мура-

вин Э. А., Базилевич С. Д. Применение ингибиторов нитрификации для снижения потерь и повышения эффективности азотных удобрений. — В сб.: VIII Международный конгр. по мин. удобрениям/Докл. сов. участников конгр., ч. I. М.: Внешторгиздат, 1976, с. 168—176. — **13.** Чесалин Г. А. Применение гербицидов в сочетании с удобрениями. — Бюл. ВИУА, 1980, № 54, с. 3—6. — **14.** Чесалин Г. А., Тимофеева А. А. Использование питательных веществ удобрений культурными и сорными растениями. — Химия в сельск. хоз-ве, 1974, № 4, с. 58—59.

Статья поступила 28 апреля 1987 г.

SUMMARY

In field and commercial experiments conducted in Yaroslavsky region, the possibility of applying soil herbicides atrazine, simazine, eradican in combination with nitrification inhibitor N-serve was studied. Efficiency of the preparations was not reduced with their application in combination, they produced beneficial effect on corn growth and development, the yield of corn green mass being increased. It may be recommended to apply triazines and eradican in combination with N-serve as a tank mixture to corn grown for silage in Non-chernozem zone of the European part of the USSR.