

ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИНКОВЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД КУКУРУЗУ НА ЗЕЛЕНУЮ МАССУ

А.Н. Аристархов, д.б.н., Т.А. Яковлева, ВНИИА

Показано, что эффективность применения цинковых удобрений в комплексе с NPK под кукурузу на зеленую массу существенно зависит от уровня кислотности почв, содержания гумуса, подвижного фосфора, а на отдельных типах почв и подвижного калия, а также от доз вносимого в почву цинкового удобрения. Установлено, что цинковые удобрения достаточно хорошо окупаются прибавками урожая изучаемой культуры и способствуют повышению окупаемости традиционных NPK удобрений, применяемых в комплексе с цинком.

Ключевые слова: кукуруза на зеленую массу, цинковые удобрения, их дозы для основного внесения в комплексе с NPK удобрениями, прибавка урожая, окупаемость урожаями цинковых и минеральных удобрений.

В настоящее время достаточно много научной информации о том, что микроэлементы повышают урожай и улучшают его качество, положительно влияют на устойчивость растений к болезням, сокращают сроки их развития. Основные функции цинка в растениях связаны с метаболизмом углеводов, белков, образованием ауксина, ДНК и рибосом. Цинк совместно с другими микроэлементами содержится в хлоропластах и оказывает влияние на окислительно-восстановительные процессы в клетке и на проницаемость мембран, повышает устойчивость растений к сухим и жарким погодным условиям, грибным заболеваниям. Характерными признаками цинкового голодания растений являются розеточность, мелколистность и межжилковый хлороз листьев. При широком распространении цинковой недостаточности в агроэкосистемах страны остро востребовано применение соответствующих удобрений [1, 2, 4, 6, 9, 11, 14,15]. Установлено, что при интенсификации земледелия потребность в цинковых удобрениях будет возрастать [3,11,12] и их необходимо научно обоснованно рационально использовать.

Цель исследований – установить влияние агрохимических свойств различных типов почв и доз цинковых удобрений на эффективность их применения под кукурузу на зеленую массу.

Методика. Для оценки эффективности цинковых удобрений под кукурузу на зеленую массу на преобладающих типах почв страны были проанализированы материалы полевых опытов, проведенных Агрохимслужбой и Географической сетью опытов и целым рядом НИИ, опубликованные за последние 30 лет в открытой печати. Общий объем выборки составил 230 опыто-лет наблюдений на основных типах почв страны и характеризуется широким спектром колебаний агрохимических показателей плодородия почв и используемых сортов культуры (табл.1). Минимальный уровень прибавок урожая зеленой массы кукурузы от цинковых удобрений на большинстве основных типов почв колебался в пределах 20-30 ц/га, а максимальный – достигал 110-114 ц/га на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, 130-154 на черноземах выщелоченных и 130-200 ц/га на черноземах типичных и обыкновенных. Наиболее четкие закономерности влияния агрохимиче-

ских свойств различных типов почв прослежены, когда показатели их плодородия укладывались не менее чем в три группы по существующим градациям.

1. Характеристика выборок полевых опытов с основным внесением (в почву) цинковых удобрений под кукурузу на зеленую массу

Агрохимические показатели	Число наблюдений	Интервал значений показателей	Оценка показателя по существующим градациям (число групп)	Вариации прибавок урожая, ц/га
Дерново-подзолистые почвы				
Гумус, %	36	1,5-3,5	3	32-110
pH, ед.	46	4,6-7,0	4	24-124
P ₂ O ₅ , мг/кг	39	47-233	4	48-153
K ₂ O, мг/кг	38	51-300	5	32-110
Дозы Zn, кг д.в/га	46	0,5-24,0	4	30-124
Серые лесные почвы				
Гумус, %	18	1,1-4,9	4	24-106
pH, ед.	21	4,8-6,3	4	24-114
P ₂ O ₅ , мг/кг	21	53-191	4	24-114
K ₂ O, мг/кг	21	86-220	4	24-114
Дозы Zn, кг д.в/га	21	0,25-3,00	3	34-114
Черноземы выщелоченные				
Гумус, %	20	6,0-7,4	3	28-128
pH, ед.	22	5,1-6,0	3	28-154
P ₂ O ₅ , мг/кг	22	41-98	3	28-154
K ₂ O, мг/кг	22	115-120	2	30-128
Дозы Zn, кг д.в/га	22	1,5-20,0	5	28-154
Черноземы типичные и обыкновенные				
Гумус, %	28	4,6-6,4	2	23-207
pH, ед.	28	5,0-7,2	4	30-200
P ₂ O ₅ , мг/кг	28	27-150	3	23-200
K ₂ O, мг/кг	28	54-860	4	54-130
Дозы Zn, кг д.в/га	28	0,2-5,0	2	10-170
Черноземы южные, приазовские, предкавказские и карбонатные				
Гумус, %	36	4,6-5,1	2	10-44
pH, ед.	36	6,9-7,4	1	10-44
P ₂ O ₅ , мг/кг	36	16-44	3	10-44
K ₂ O, мг/кг	36	239-860	4	10-44
Дозы Zn, кг д.в/га	36	2,5-8,0	3	10-44
Каштановые почвы				
Гумус, %	18	1,0-2,4	2	10-62
pH, ед.	18	7,1-8,6	1	10-62
P ₂ O ₅ , мг/кг	18	27,5-39,9	2-3	10-62
K ₂ O, мг/кг	18	247-575	3	10-62
Дозы Zn, кг д.в/га	19	2,5-15,0	4	10-62
Лугово-каштановые почвы (при орошении)				
Гумус, %	55	3,2-4,6	2	10-30
pH, ед.	55	7,6-7,9	1	10-30
P ₂ O ₅ , мг/кг	55	22-29	2	10-30
K ₂ O, мг/кг	55	520-620	2	10-30
Дозы Zn, кг д.в/га	55	5,0-15,0	4	10-30

*Сорта: Буковинский 3ТВ, Жеребковский 86 М, Стерлинг, Одесский 80, Коллективный, Пионер, Днепропетровский, Краснодарский, Одесский, Гибрид ВИР 42, 156.

Результаты и их обсуждение. По материалам проведенных исследований наибольшее влияние на эффективность применения цинковых удобрений под кукурузу на зеленую массу оказывают такие агрохимические показатели почв как гумус, кислотность, подвижные

формы фосфора и калия, а также возрастающие дозы цинковых удобрений при основном их внесении (табл.2).

Гумус. Установлено, что при увеличении содержания гумуса с 2,0 до 3,0-3,5% на дерново-подзолистых почвах прибавки урожая от применения цинка возрастали с 51 до 84 ц/га, на серых лесных почвах – с 45 до 58-60, на черноземах выщелоченных при достаточно высоком содержании гумуса (>6,0 %) они достигали 94 ц/га.

Однако, на черноземах обыкновенных, типичных, южных, североприазовских и карбонатных выявлена иная закономерность: увеличение содержания гумуса в почвах оказывало слабое влияние на рост прибавок урожая от применения цинковых удобрений либо даже приводило к снижению их эффективности. Достоверного объяснения этому факту не найдено, но скорее всего это связано с высокой карбонатностью южных почв (щелочность, антагонизм ионов и др.). Изменение прибавок урожая зеленой массы кукурузы при использовании цинковых удобрений на различных типах почв в зависимости от уровня содержания в них гумуса (рис.1) подчеркивает определенные особенности эффективности применения цинковых удобрений в географическом плане.

Кислотность почв. Оптимизация реакции среды оказывает решающее влияние на эффективность применения цинковых удобрений под кукурузу на зеленую массу (табл.2). При изменении pH с <5,1 до >6,0 наиболее северных типов почв (дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы выщелоченные, обыкновенные и типичные) уровень прибавок урожая зеленой массы кукурузы при использовании цинковых удобрений может возрастать от 26-45 до 80-168 ц/га, в том числе на дерново-подзолистых – до 80, на серых лесных – до 97, на черноземах выщелоченных – до 106 ц/га. На черноземах южных, североприазовских и карбонатных в условиях подщелачивания среды (pH >7,0, достигая в ряде случаев 7,9-8,6) прибавки урожая зеленой массы от цинковых удобрений не превышают 15-37 ц/га. Тренды изменчивости прибавок урожая зеленой массы кукурузы от цинковых удобрений в зависимости от реакции почвенной среды представлены на рисунке 2. Они характеризуются вполне ожидаемыми результатами для каждой почвенно-климатической зоны с учетом особенностей почвообразовательных процессов, погодных условий и уровня культуры земледелия.

2. Влияние различных уровней кислотности, содержания гумуса, основных питательных веществ в различных типах почв и доз цинковых удобрений на изменчивость прибавок урожая зеленой массы кукурузы при основном внесении цинка (в почву)

Гумус		pH		P ₂ O ₅		K ₂ O		Цинк	
Содержание, %	Прибавка урожая от Zn, ц/га	Показание, ед.	Прибавка урожая от Zn, ц/га	Содержание, мг/кг	Прибавка урожая от Zn, ц/га	Содержание, мг/кг	Прибавка урожая от Zn, ц/га	Дозы, кг/га	Прибавка урожая от Zn, ц/га
<i>Дерново-подзолистые почвы (36-46)*</i>									
<2,0	51	<5,1	28	<100	44	<80	64	<1,0	34,0
2,1-2,5	52	5,1-5,5	48	100-150	59	81-120	60	1,1-2,0	46,0
2,6-3,5	84	>5,6	80	151-250	71	121-170	100	2,1-5,0	70,0
-	-	-	-	-	-	171-250	49	-	-
-	-	-	-	-	-	>250	45	-	-
<i>Серые лесные почвы (18-21)</i>									
<2,0	45	<5,5	47	<100	55	<120	44	<1,0	40
2,1-3,0	60	5,6-6,0	67	101-150	74	121-170	73	1,1-2,0	74
>3,0	58	>6,0	97	>150	70	>170	95	2,1-3,0	67
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Черноземы выщелоченные (21-22)</i>									
<6,0	43	<5,1	45	<50	43	<115	43	1,5-3,0	106
>6,0	94	5,1-6,0	106	51-100	106	116-120	106	3,0-5,0	76
-	-	-	-	-	-	-	-	10,0-15,0	45
-	-	-	-	-	-	-	-	15,1-20,0	56
<i>Черноземы обыкновенные и типичные (28)</i>									
<4,7	99	<5,5	26	<50	32	<80	118	<2,0	80
4,7-6,4	70	5,6-6,5	106	51-100	104	81-120	65	2,1-5,0	30
-	-	6,5-7,2	168	>100	124	-	-	-	-
<i>Черноземы южные, североприазовские, карбонатные и предкавказские (30-36)</i>									
<5,0	15	<7,0	12	16-30	18	<240	10	2,5-3,0	13
>5,0	10	7,1-7,4	15	31-44	60	241-280	17	3,1-5,0	13
-	-	-	-	-	-	>600	4	5,1-8,0	19
<i>Кашиановые почвы (18-19)</i>									
1,0-2,4	23	7,1-7,7	18	<30	15	<300	56	2,5-5,0	34
-	-	>7,8	56	31-40	51	301-600	18	5,1-7,0	20
-	-	-	-	-	-	-	-	7,1-10,0	24
-	-	-	-	-	-	-	-	10,1-15,0	11
<i>Лугово-кашиановые почвы (55) при орошении</i>									
<3,0	17	<7,6	11	<22	17	<600	17	>5,0	14
3,1-4,6	11	7,7-7,9	19	23-29	60	>600	11	5,1-7,0	14
-	-	-	-	-	-	-	-	7,1-10,0	14
-	-	-	-	-	-	-	-	10,1-15,0	15

*В скобках указано число опыто-лет наблюдений.

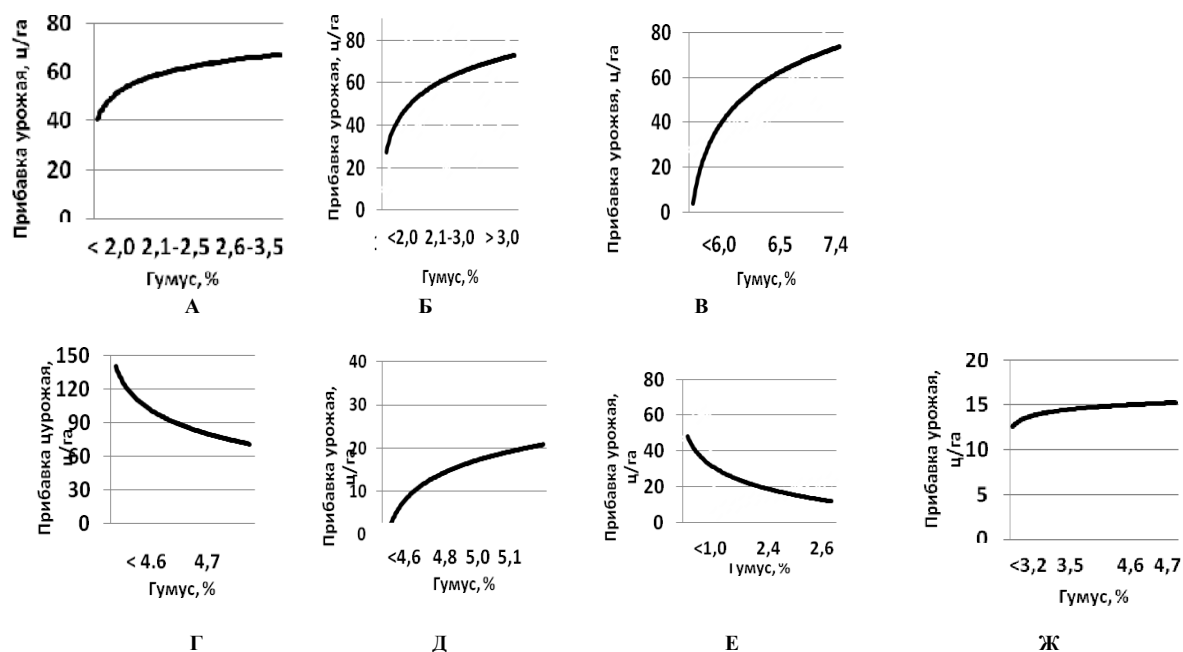


Рис. 1. Изменчивость прибавок урожая кукурузы на зеленую массу от цинковых удобрений при основном внесении их (в почву) при различном содержании гумуса на разных типах почв:

А – дерново-подзолистые почвы; Б – серые лесные почвы; В – черноземы выщелоченные; Г – черноземы типичные и обыкновенные; Д – черноземы южные, североприазовские, предкавказские и карбонатные; Е – каштановые почвы; Ж – лугово-каштановые почвы при орошении (здесь и на рис. 2, 3)

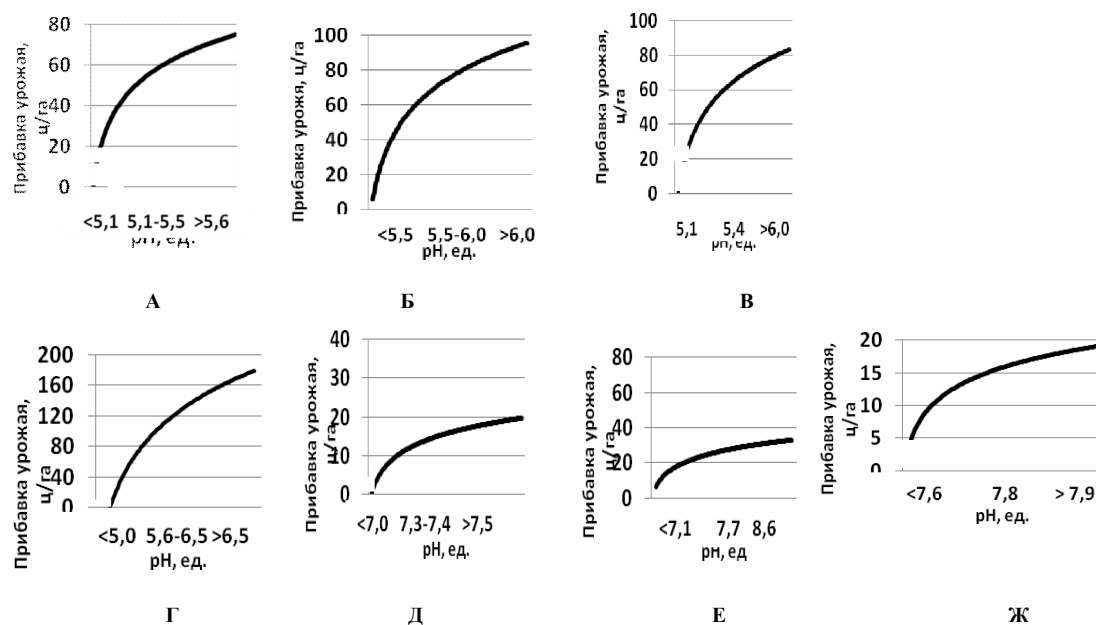


Рис. 2. Изменчивость прибавок урожая кукурузы на зеленую массу от цинковых удобрений при основном их внесении (в почву) с различным уровнем pH на разных типах почв

Содержание подвижного фосфора. Увеличение содержания подвижного фосфора на всех типах почв способствует существенному повышению эффективности применения под кукурузу на зеленую массу цинковых удобрений (табл. 2). Так, на дерново-подзолистых почвах уровень прибавок урожая возрастал с 44 до 71 ц/га при изменении содержания фосфора (P_2O_5 от <100 до 200 мг/кг), на серых лесных – с 55 до 70 ц/га (P_2O_5 <100 и >150 мг/кг), на выщелоченных черноземах – с 43 до 94 ц/га (P_2O_5 <50 и 51-100 мг/кг), на черноземах обыкновенных и типичных – с 32 до 124 ц/га (P_2O_5 <50 и >100 мг/кг). В южных регионах на черноземах южных, североприазовских, предкавказских и карбонатных, а

также на каштановых и лугово-каштановых почвах прибавки урожая от цинковых удобрений при возрастании уровня содержания фосфора в почвах были в 1,5-2,0 раза ниже, чем в почвах более северных регионов.

Их рост составлял: на черноземах от 18 до 60 ц/га, на каштановых почвах от 15 до 51, на лугово-каштановых (при орошении) от 17 до 60 ц/га. Тренды изменчивости прибавок урожая кукурузы на зеленую массу от применения цинковых удобрений на исследуемых типах почв в зависимости от содержания в них подвижного фосфора свидетельствуют, что посевы кукурузы в первую очередь следует размещать на почвах полей с повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора (рис.3).

Содержание подвижного калия. Характер полученных связей между эффективностью цинковых удобрений и содержанием подвижного калия в выборках полевых опытов на широком спектре почв показал определенную неоднозначность (см. табл. 2). Так, на дерново-подзолистых почвах эта взаимосвязь была прямой, но до определенного предела (до 170 мг/кг) содержания элемента, а после достижения этого уровня она становится обратной. На серых лесных почвах, на черноземах выщелоченных, типичных и обыкновенных тенденции взаимосвязей показателей были практически как и у дерново-подзолистых почв, т.е. при определенном содержании калия (>120 мг/кг) преобладали обратные связи показателей. На черноземах южных, северо-

приазовских, предкавказских и карбонатных это не наблюдалось даже при очень высоком содержании калия в почвах (до 280-860 мг/кг). Высокие показатели содержания калия в каштановых и лугово-каштановых почвах (в пределах 247-620 мг/кг) либо оказывали слабое положительное влияние на эффективность цинковых удобрений под кукурузу на зеленую массу (при орошении), либо связь эта была обратной (на каштановых почвах без орошения). Сложность этих взаимосвязей следует объяснить, видимо, особенностями почвообразования в разных климатических условиях, антагонизмом и синергизмом элементов питания и их поступления в растения, наличием или отсутствием орошения.

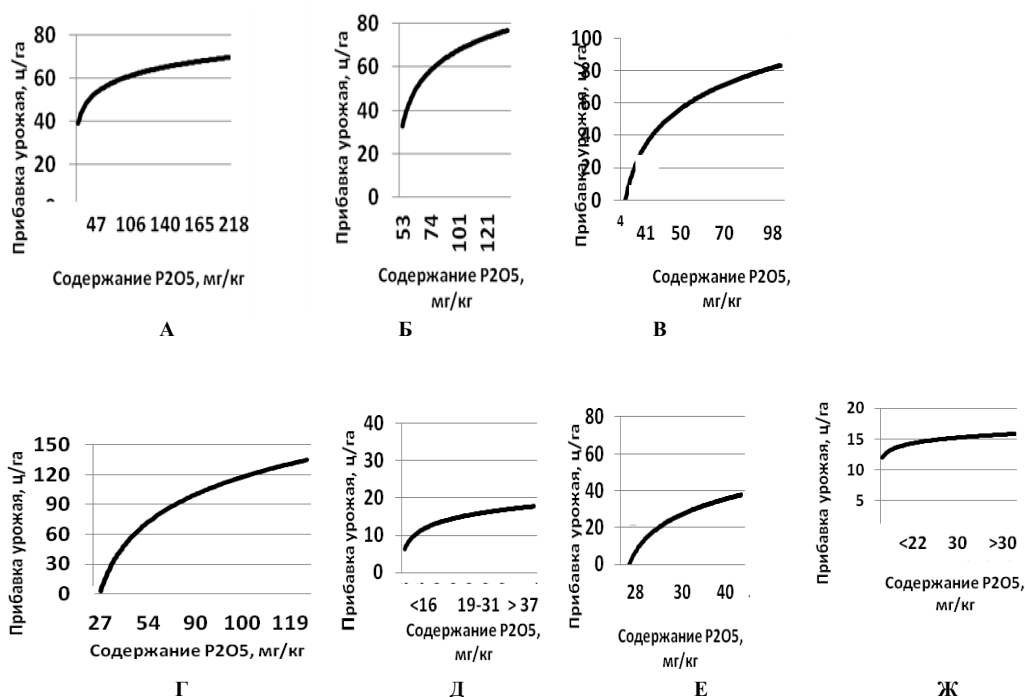


Рис. 3. Изменчивость приростов урожая кукурузы на зеленую массу от цинковых удобрений при основном их внесении (в почву) с различным содержанием подвижного фосфора в основных типах почв

Дозы цинковых удобрений. Размах колебаний доз цинка в выборке опытов на различных типах почв не везде одинаков. На дерново-подзолистых и серых лесных почвах изучали дозы основного внесения цинка (1-12 кг/га). Максимальный уровень приростов урожая (до 70-74 ц/га) был достигнут при дозах цинка 3-5 кг/га. Аналогичные дозы цинка оказывали максимально действие и на черноземах выщелоченных, обеспечивая прибавку урожая 76-106 ц/га. Испытанные на этом типе почв более высокие дозы цинка (до 10-20 кг/га элемента) приводили почти к двойному снижению приростов урожая (до 45-56 ц/га). Наиболее оптимальными дозами цинка под кукурузу на зеленую массу в южных регионах являются: на черноземах обыкновенных и типичных 3,0-5,0 кг/га, на черноземах южных, североприазовских, предкавказских и карбонатных – 5,1-8,0, на каштановых почвах – 7,0-10,0, на орошаемых лугово-каштановых почвах – 10,0-15,0 кг/га. Установленные наиболее эффективные дозы цинковых удобрений в опытах под кукурузу на зеленую массу также достаточно четко просматриваются на трендах зависимости приростов урожая кукурузы на зеленую массу от применяемого удобрения (рис.4).

Окупаемость применения цинковых удобрений. Ис-

следованиями (табл.3) выявлено, что окупаемость 1 кг внесенного в почву цинка под кукурузу на зеленую массу достигает на дерново-подзолистых и серых лесных почвах 647-658 кг з.е., на черноземах выщелоченных, обыкновенных и типичных – 303-372 кг з.е. В южных регионах страны, преимущественно на черноземах южных, североприазовских, предкавказских и карбонатных, на которых получены относительно невысокие прибавки урожая, окупаемость применяемого цинка не превышает 30-73 кг з.е. Это объясняется еще и тем, что в выборке полевых опытов на перечисленных типах почв присутствовала большая доля вариантов с достаточно высокими дозами цинка (8-15 кг/га и более). Исследованиями также установлено, что совместное применение традиционных удобрений (NPK) с цинковыми способствует более высокой окупаемости первых. Так, выявлено, что на дерново-подзолистых почвах 1 кг минеральных удобрений (NPK+Zn) окупался 10,3 кг з.е., тогда как окупаемость только NPK (без цинка) составляла 7,2 кг/кг з.е.; на черноземах типичных и обыкновенных этот показатель составлял, соответственно, 11,3 и 9,7 кг/кг з.е., на лугово-каштановых при орошении – 3,2 и 2,1 кг/кг з.е. Эти данные согласуются с полученными ранее по яровой пшенице [6].

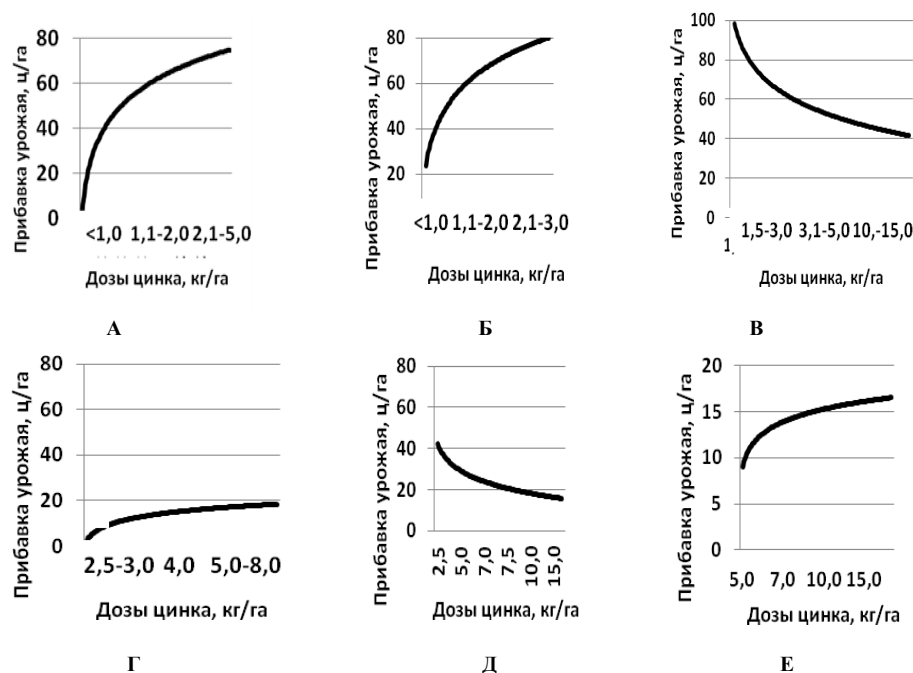


Рис. 4. Изменчивость прибавок урожая кукурузы на зеленую массу от разных доз цинковых удобрений при основном их внесении (в почву) на различных типах почв:

А- дерново-подзолистые почвы; Б- серые лесные почвы; В- черноземы выщелоченные; Г- черноземы южные, североприазовские, предкавказские и карбонатные; Д- каштановые почвы; Е- лугово-каштановые почвы при орошении

3. Окупаемость применения цинковых удобрений прибавкой урожая кукурузы на зеленую массу на различных типах почв

Окупаемость применения цинковых удобрений при орошении урожая кукурузы на зеленую массу на различных типах почв							
Число опыто-лет наблюдений	Схема опыта	Урожай зеле-ной массы, ц/га	Прибавка урожая зеленой массы, ц/га		Окупаемость, кг/кг з. е.		
			к контролю от NPK и от NPK+Zn	Zn	NPK	NPK+Zn	Zn
Дерново-подзолистые почвы							
46	1.Контроль	244	-	-	-	-	-
	2.(NPK) ₉₀₋₁₂₀ -фон	390	146 (24,8)*	-	7,2	-	-
	3.Фон+Zn _{0,5-5,0}	452	208 (35,4)*	62(10,6)*	-	10,3	647
Серые лесные почвы							
21	1.(NPK) ₁₀₀₋₁₂₀ -фон	406	-	-	-	-	-
	2.Фон+Zn _{1,0-3,0}	471	-	65(11,1)*	-	-	658
Черноземы выщелоченные							
22	1.(NPK) ₃₀₋₆₀ -фон	548	-	-	-	-	-
	2.фон+Zn _{1,5-20,0}	617	-	69(11,7)*	-	-	303
Черноземы типичные и обыкновенные							
28	1.Контроль	280	-	-	-	-	-
	2.(NPK) ₆₀ -фон	392	112 19,0)*	-	9,7	-	-
	3.фон+Zn _{0,2-8,0}	597	317 53,9)*	205(34,1)*	-	11,3	372
Черноземы южные, североприазовские, предкавказские и карбонатные							
36	1.Контроль	148	-	-	-	-	-
	2.N ₀₋₇₀ P ₁₀₋₄₀ K ₀₋₃₀ -фон	163	15(2,6)*	-	19,0	-	-
	3.Фон+Zn _{2,5-8,0}	180	32(5,4)*	17(2,9)*	-	44,4	73
Каштановые почвы							
16	1.N ₆₀₋₁₀₀ P ₉₀₋₁₅₀ -фон	136	-	-	-	-	-
	3.фон+Zn _{5,0-15,0}	157	-	21(3,6)*	-	-	51
Лугово-каштановые почвы при орошении							
55	1.Контроль	160	-	-	-	-	-
	2.N ₉₀₋₁₂₀ P ₁₂₀₋₁₅₀ -фон	173	46 (7,8)*	-	2,1	-	-
	3.фон+Zn _{5,0-15,0}		59(10,0)*	13(2,2)*	-	3,2	30

* ц/га зерновых единиц.

Заключение. Обобщив и проанализировав данные порядка 230 опыто-лет наблюдений по эффективности цинковых удобрений, можно сделать следующие выводы: 1. Наибольшие прибавки урожая кукурузы на зеленую массу (70-120 ц/га) от цинкового удобрения достигаются на дерново-подзолистых почвах при pH >5,6; содержании гумуса – 2,6-3,5%, P₂O₅ – 151-200 мг/кг, K₂O – 121-170 мг/кг; на серых лесных почвах, соответственно, при pH >6,0; >3,0%; >150; >170 мг/кг; на черноземах выщелоченных при pH 5,1-6,0; >6,0%; 51-100 и

>120; на черноземах обыкновенных и типичных – при pH >6,5; 4,7-6,4%, >100 и 80-120 мг/кг.

На почвах более южных регионов – черноземах южных, североприазовских, предкавказских и карбонатных, а также на каштановых и лугово-каштановых почвах (при орошении) максимальные прибавки урожайности достигали 24-56 ц/га при pH 7,1-7,8, содержании гумуса 4,6-5,0%, P₂O₅ 31-40 и K₂O <300 мг/кг. 2. Из большого диапазона изученных доз цинка (1,0-20,0 кг/га) под кукурузу на зеленую массу наиболее пред-

почтительны (по максимальной величине прибавок урожая) на дерново-подзолистых почвах, серых лесных, черноземах выщелоченных, типичных и обыкновенных – 3,0-5,0 кг/га; на черноземах южных, североприазовских, предкавказских и карбонатных – 5,1-8,0; на каштановых – 7,0-10,0 и лугово-каштановых почвах (при орошении) – 10,0-15,0. 3. Цинковые удобрения при основном внесении (в почву) достаточно высоко окупаются прибавками урожая зеленой массы кукурузы – до 647-658 кг/кг з.е. на дерново-подзолистых и серых лесных почвах; на черноземах типичных и обыкновенных – 303-372 на почвах более южных регионов – 30-73 кг/кг з.е. 4. Использование цинковых удобрений под кукурузу на зеленую массу способствует повышению окупаемости традиционных NPK удобрений на 3,1 кг/кг з.е. в условиях дерново-подзолистых почв; на 2,6 на черноземах типичных и обыкновенных и на 1,1 кг/кг з.е. на орошаемых лугово-каштановых почвах.

Литература

1. Анспок П.И. Рациональные способы использования микроэлементов в Латвии //Агрохимия.- 1990.- №11. – С. 140-150. 2. Аристархов А.Н. Нормирование рационального экологически безопасного применения микроудобрений в различных почвенно-климатических зонах России. – М.: Сб. трудов Почвенного института им. В.В.Докучаева, 2013. Т.2. – С. 229-344. 3. Аристархов А.Н., Волков А.В., Яковлева Т.А.

Агроэкономическая эффективность применения цинковых удобрений под яровую пшеницу на различных типах почв //Плодородие.- 2016.- №2. – С. 8-10. 4. Волкова В.Д. Влияние микроэлементов на кукурузу на обыкновенном черноземе Запорожской области //Агрохимия.- 1968.- №12.-С. 112-114. 5. Гюльяхмедов А.Н., Азимов А.М., Агаев Н.А. Применение цинка под кукурузу на светло-каштановых почвах //Докл. АН АзССР.- 1984.-№4. – С.75-78. 6. Диброва В.С. Применение цинковых удобрений под кукурузу //Агрохимия.- 1968. – №11. – С. 102-107. 7. Киреев В.Н., Федин М.А. и др. Производство кукурузы на силос. – М.: Россельхозиздат, 1995. – 200 с. 8. Магомедалиев З.Г. Урожайность зерновых культур в условиях равнинной зоны Дагестана при применении микроэлементов //Плодородие. – 2010. – №3. – С. 6-8. 9. Понамарев В.Г., Понамарева Т.Г. Цинковые удобрения под кукурузу //Химизация сельского хозяйства. – 1988. – №11. – С.60-61. 10. Смирнов Ю.А. Эффективность применения цинковых удобрений под кукурузу //Достижения сельскохозяйственной науки и практики. – 1984. – №2. – С. 37-45. 11. Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Харитонова А.Ф. и др. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления. – М., 2009 – 520 с. 12. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н., Аристархов А.Н. и др. Прогноз потребности и платежеспособного спроса сельского хозяйства Российской Федерации на минеральные удобрения до 2020 года. – М.: ВНИИА, 2011 – 53 с. 13. Сычев В.Г., Шафран С.А., Духанина Т.М. Прогноз потребности сельского хозяйства России в минеральных удобрениях с 2030 г. //Плодородие.- 2016. – №2. – С.5-7. 14. Школьник М.Я., Макарова Н.А. Микроэлементы в сельском хозяйстве. –Л.: Изд-во АН СССР, 1957 – 292 с. 15. Ягодин Б.А., Старовойтова В.Г., Хазем Моход. Продуктивность кукурузы при внесении микроэлементов на фоне разных норм основных удобрений //Известия ТСХА, 1990. Вып. 3. – С. 45-53.

INFLUENCE OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOILS ON THE EFFICIENCY OF ZINC FERTILIZERS ON CORN FOR GREEN MASS

A.N. Aristarkhov, T.A. Yakovleva, Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

It is shown that the efficiency of zinc fertilizers mainly depends on soil reaction, contents of humus, mobile phosphorus, and, in some soil types, mobile potassium, as well as optimum application rates. It is proved that zinc fertilizers applied together with NPK are well recouped by an increase in the yield of corn green mass (to 300–650 kg) and favor an increase in the recoupment of traditional mineral fertilizers. The optimum rates of zinc fertilizers found in experiments with corn depend on soil types and water conditions of regions. They are 3.0–5.0 kg/ha for soils of the taiga, forest, and forest-steppe zones, and 5.0–10.0 kg/ha for soils of the steppe and dry steppe zones.

Keywords: corn for green mass, zinc fertilizers, agrochemical properties of soils, soil types, yield gain, recoupment of zinc fertilizers and NPK+Zn.

УДК 631.461:631.8

ДЕЙСТВИЕ МИКРОБИОУДОБРЕНИЯ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

А.А. Мнатсаканян, КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, М.Т. Мухина, ВНИИА

Показано влияние микробиоудобрения МЭРС марки Б, биологического регулятора роста Эдагум СМ и химического регулятора роста Вигор Форте на целлюлозоразрушающую активность чернозема выщелоченного на посевах озимой пшеницы. Представлены данные по влиянию исследуемых препаратов на биологическую активность чернозема выщелоченного в течение вегетации озимой пшеницы за трехлетний период (2014-2016 гг.).

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, озимая пшеница, регуляторы роста растений, микробиоудобрение, целлюлозоразрушающая способность почвы, интенсивность распада, микроорганизмы.

Значение научно обоснованного ведения сельскохозяйственного производства и его рационального использования в мире возрастает. Это позволяет увеличивать масштабы сельскохозяйственного производства, а также обеспечивать экологическое равновесие окру-

жающей среды, её сохранение и воспроизводство, улучшать экологическое состояние почвы. По выражению В.И. Вернадского, «почва пропитана жизнью». Она является не только источником основных элементов питания растений, но и регулятором физических, химических и биологических ее свойств [2, 3].

Повышение почвенного плодородия, экологического состояния почвы осуществляется при непосредственном участии почвенных микроорганизмов, роль которых в улучшении плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур очень высока. Биологическая активность почвы оказывает огромное влияние на условия роста и развития культурных растений. Благодаря микроорганизмам, она приобретает свойство живой системы [1, 3].

Жизнедеятельность микроорганизмов в почве определяют агротехнические мероприятия: основные системы обработки, внесение удобрений и агрохимикатов,