

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСФОГИПСА НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ И СОИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ

А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко, Кубанский ГАУ, Е.П. Добрыднев, М.Ю. Локтионов, ОАО «ЕвроХим-БМУ»

Представлены результаты полевого опыта на черноземе выщелоченном Краснодарского края по исследованию агроэкологической эффективности фосфогипса в условиях применения карбамидно-аммонийной смеси.

Ключевые слова: фосфогипс, чернозем выщелоченный, карбамидно-аммонийная смесь.

Проблему обеспечения возделываемых культур элементами минерального питания и регулирования физико-химических свойств почв возможно решить при использовании побочных продуктов производства, применение которых существенно снижает затраты на производство сельскохозяйственной продукции. Одно из перспективных направлений оптимизации системы удобрения сельскохозяйственных растений – применение фосфогипса нейтрализованного, получаемого на ОАО «ЕвроХим-БМУ», и жидких высококонцентрированных форм удобрений, таких как карбамидно-аммонийная смесь (КАС) [1-3].

Цель исследований – изучить эффективность применения фосфогипса и КАС в системе удобрения кукурузы и сои.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый, характеризующийся высоким содержанием карбонатов, калия (K_2O – 1,9-2,0 %), фосфора (P_2O_5 – 0,18 – 0,26 %) и серы (SO_3 – 0,05 %) [4, 5]. Обеспеченность почвы подвижными формами элементов питания была достаточна для выращивания сельскохозяйственных культур. Водно-физические свойства чернозема выщелоченного вполне благоприятные (табл. 1).

1. Водно-физические свойства чернозема выщелоченного

Горизонт почвы	Глубина, см	Плотность сложения, г/см ³	Порозность общая	Максимальная гигроскопичность	Влажность завядания		Полевая влагоёмкость	
					%	мм	мм	%
А _п	0-30	1,16	53,0	9,8	14,7	51,9	112,9	32,0
А	30-59	1,21	51,0	9,5	14,25	56,0	123	31,3
AB ₁	59-112	1,25	50,0	9,2	13,8	96,9	216,2	30,8
AB ₂	112-150	1,31	48,0	9,0	13,5	76,1	168,6	29,9
В	150-174	1,34	47,0	8,8	13,2	43,7	96	29,0
С	174-240	1,39	45,0	8,6	12,9	50,7	114,3	28,4

Почва хорошо оструктурена, обладает средней полевой влагоёмкостью, в горизонте А_{пах} она составляет 32 %, с глубиной уменьшается. Почва характеризуется невысокой объёмной массой по всему почвенному профилю – 1,26-1,49 г/см³. Это свидетельствует о слабо- и среднеуплотнённом сложении, которое обеспечивает благоприятные условия для водопроницае-

мости. Физико-химические и агрохимические показатели почвы опытного участка приведены в таблице 2 [8, 9].

Погодные условия в год проведения исследований (2012) в целом были близки к среднемуголетним и благоприятны для роста и развития сельскохозяйственных растений (рис. 1).

2. Агрохимическая характеристика чернозема выщелоченного

Горизонт почвы	Глубина, см	Содержание					ЕКО	V, %	pH	
		гуму- са, %	N вал., %	Ca	Mg	Hг			H ₂ O	KCl
				мг-экв / 100 г почвы						
A _п	0-30	2,8	0,17	26,9	8,3	2,8	38,0	92,6	6,4	5,3
A	30-59	2,7	0,14	26,7	8,4	2,4	37,5	93,6	6,4	5,3
AB ₁	59-112	1,8	0,09	26,3	6,2	1,3	33,8	96,2	6,6	5,5
AB ₂	112-150	1,7	0,08	26,7	6,0	0,8	33,5	97,6	6,9	5,7
B	150-174	1,4	0,07	25,1	5,5	-	30,6	100	7,7	5,8
C	174-240	0,6	0,03	24,0	4,6	-	28,6	100	8,1	6,2

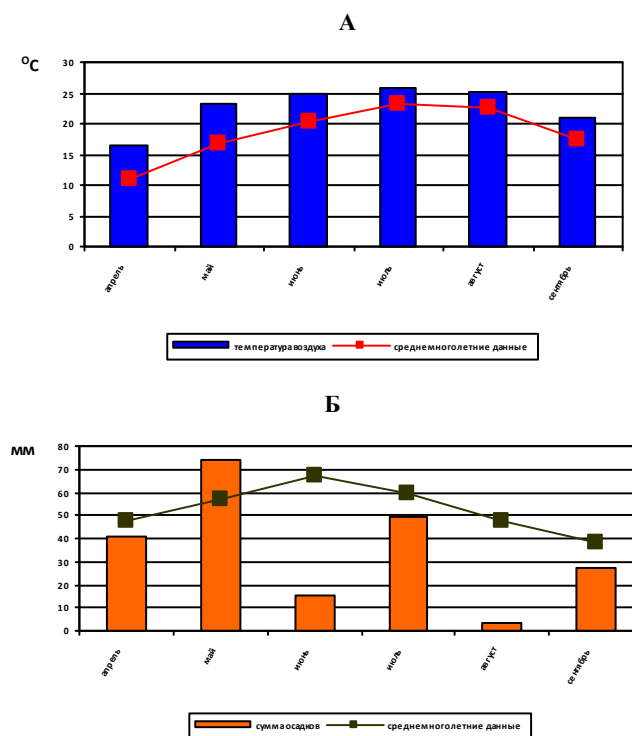


Рис.1 Температура воздуха (А) и сумма осадков (Б) в год проведения исследований

Физические и химико-биологические свойства фосфогипса стабилизируют развитие природной среды, благоприятствуя сохранению в почве органического вещества и замедлению его минерализации [2, 3, 6].

Важнейший путь стабилизации органического вещества в почве – агрегация ее частиц. Действие основного механизма агрегации при внесении фосфогипса, по мнению ряда авторов [1, 7], заключается в образовании органоминерального комплекса через связывание лабильных органических веществ достаточно устойчивыми агрегирующими образованиями (прежде всего гуминовыми веществами) с микрочастицами фосфогипса. Фосфогипс нейтрализованный обладает хорошими физико-механическими свойствами (не слеживается, сыпуч, не гигроскопичен), позволяющими использовать его по технологии хранения, транспортирования и внесения слабопылящих химических мелиорантов.

Карбамидно-аммонийная смесь – жидкое азотное удобрение, представляющее собой раствор карбамида и аммонийной селитры, содержащее 32% азота. Эта смесь содержит три формы азота – аммонийный, амидный и нитратный, благодаря чему удобрение действует пролонгированно, а растения обеспечиваются указанными формами азота в течение всего периода вегетации.

Схема опыта

Соя	Кукуруза
Контроль	Контроль
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀	N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀
N ₂₀ K ₂₀	N ₄₀ K ₄₀
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ*, 2 т/га	N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 2 т/га
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га	N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 4 т/га
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га	N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 6 т/га
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀ + КАС*, 30 л/га	N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + КАС, 40 л/га
N ₂₀ K ₂₀ + КАС, 30 л/га	N ₄₀ K ₄₀ + КАС, 40 л/га
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 2 т/га + КАС, 30 л/га	N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 2 т/га + КАС, 40 л/га
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 30 л/га	N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 40 л/га
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га + КАС, 30 л/га	N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 6 т/га + КАС, 40 л/га

*Здесь и далее ФГ – фосфогипс нейтрализованный;
КАС – карбамидо-аммиачная смесь.

Исследования на посевах кукурузы и сои проводили в учхозе «Кубань». Схема опыта содержит по 11 вариантов для каждой из культур. Повторность вариантов – трехкратная. Общая площадь делянки – 162 м² (30 x 5,4), учетная – 54,2 м². Минеральные удобрения: фосфогипс, аммонийную селитру (34 % N), аммофос (12 % N, 52% P₂O₅) и калий хлористый (60 % K₂O) вносили согласно схеме опыта рано весной поверхностно. Некорневую подкормку КАС проводили в фазах 4-5 листьев и цветения.

3. Содержание азота в почве под посевом сои и кукурузы в разные фазы вегетации, мг/кг

Вариант опыта	4-5 настоящих листьев		Бутонизация* цветение		Полная спелость	
	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄
<i>Соя</i>						
Контроль	10,9	21,4	16,1	22,5	15,2	11,6
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀	12,8	28,6	18,8	26,4	16,1	17,5
N ₂₀ K ₂₀	12,4	30,2	18,4	26,0	17,6	17,2
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 2 т/га	13,2	31,1	19,0	27,2	18,8	17,8
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га	13,5	33,8	19,6	28,4	19,0	18,4
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га	13,1	32,5	18,8	28,1	19,4	18,2
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀ + КАС, 30 л/га	18,2	41,8	24,6	28,0	16,6	17,2
N ₂₀ K ₂₀ + КАС, 30 л/га	21,4	43,2	22,9	29,4	16,2	20,0
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 2 т/га + КАС, 30 л/га	23,5	46,5	20,0	30,5	19,1	23,1
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 30 л/га	24,6	48,4	22,6	31,8	19,4	23,8
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га + КАС, 30 л/га	26,8	47,3	21,4	30,9	18,5	23,0
<i>Кукуруза</i>						
Контроль	21,5	41,8	17,9	31,2	10,0	20,1
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	28,6	45,6	18,6	35,6	12,5	25,4
N ₄₀ K ₄₀	27,3	47,2	19,0	35,5	12,6	25,8
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 2 т/га	28,4	48,0	19,8	36,0	12,8	26,0
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 4 т/га	29,0	48,9	20,2	37,8	13,0	27,3
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 6 т/га	28,8	48,0	19,0	36,4	12,4	26,1
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + КАС, 40 л/га	31,0	51,1	24,6	48,4	18,7	29,0
N ₄₀ K ₄₀ + КАС, 40 л/га	31,2	50,8	23,8	47,2	18,0	31,2
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 2 т/га + КАС, 40 л/га	32,4	51,6	24,1	47,3	18,9	30,6
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 40 л/га	33,6	51,9	24,4	48,4	19,6	30,5
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 6 т/га + КАС, 40 л/га	33,3	51,4	23,8	47,9	18,3	29,8

*Бутонизация – у сои, цветение у кукурузы (здесь и в табл. 4, 5)

На динамику соединений азота, фосфора и калия в почве влияют множество факторов, в частности, физико-химические свойства почвы, условия увлажнения, тепловой режим и др. Естественное содержание нитратного азота в почве опытного участка под соей в фазе 4-5 настоящих листьев составляло 10,9 мг/кг, затем повышалось до 16,1 мг/кг к фазе бутонизации и незначительно сокращалось (до 15,3 мг/кг) к созреванию семян (табл. 3, рис. 2).

При внесении удобрений содержание нитратного азота в почве под соей увеличивалось по сравнению с контролем в фазе 4-5 листьев на 1,9-15,9 мг/кг, бутонизации на – 2,3-8,5 и полной спелости – на 0,9-4,2 мг/кг, или, соответственно, на 13,76-145,87; 14,29-52,8 и 5,92-27,63 %. Внесение фосфогипса увеличивало содержание нитратного азота в почве в течение всего вегетационного периода сои на 18-25 % в зависимости от дозы и фазы вегетации.

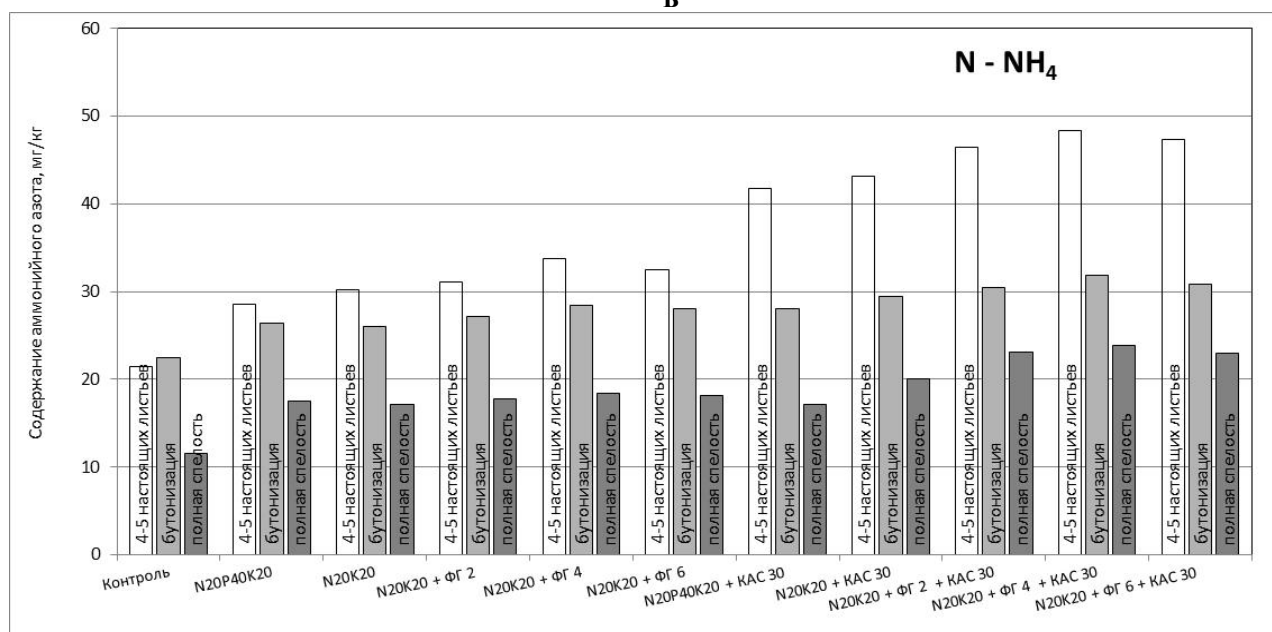
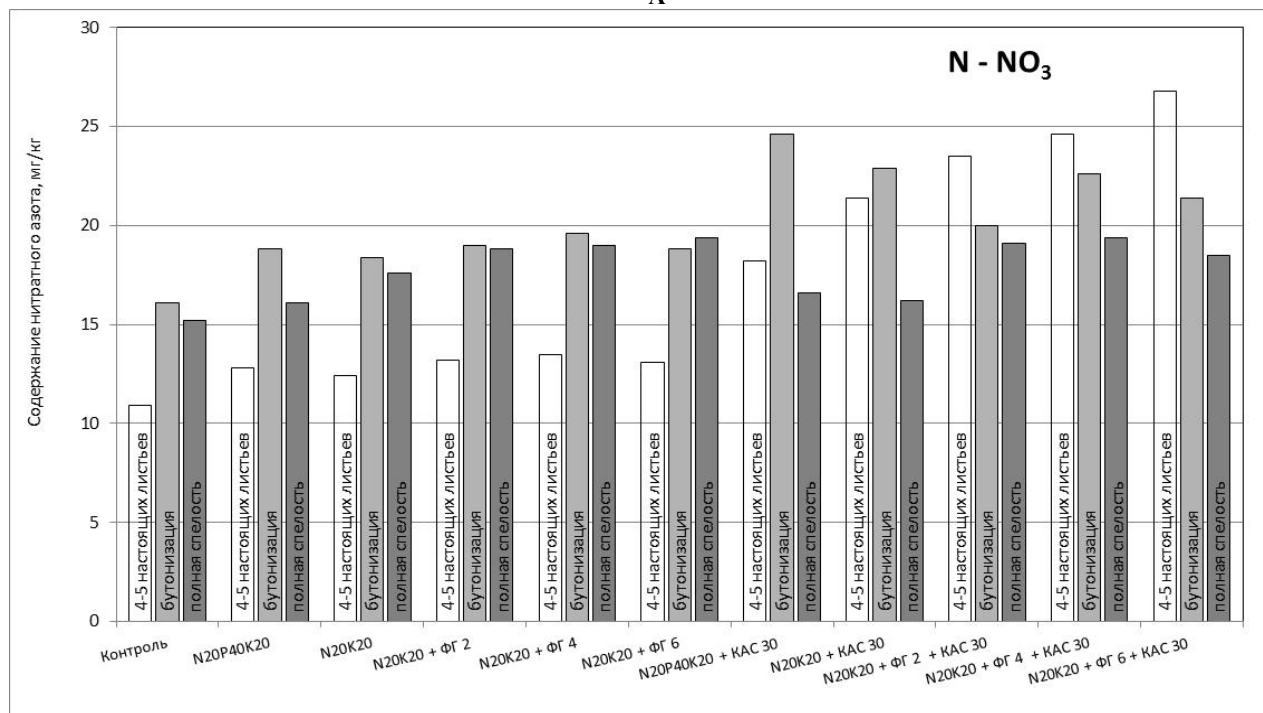


Рис. 2. Динамика содержания нитратного (А) и аммонийного (Б) азота в почве под посевом сои

Динамика содержания нитратного азота в почве под кукурузой аналогична отмеченной под посевом сои (см. табл. 3, рис. 2). Различия касаются количественных показателей, что обусловлено как разным временем учета, так и различной потребностью в азоте кукурузы и сои.

Воздействие фосфогипса и КАС на содержание аммонийного азота в почве под соей и кукурузой аналогично их влиянию на нитратный азот. Наибольшее их количество отмечено в вариантах $N_{20}K_{20}$ + ФГ, 4 т/га + КАС, 30 л/га под посевом сои и $N_{40}K_{40}$ + ФГ 4 т/га + КАС 40 л/га кукурузы, где оно было больше, чем на контроле соответственно в первой половине вегетации на 126,2 и 24,2 %, в середине вегетации – на 41,3 и 55,1, по завершению онтогенеза – на 105,2 и 51,7 %. Сохранение в почве больше подвижных соединений азота свидетельствует о восполнении удобрениями выноса азота с урожаем сои и кукурузы, а следовательно о сохранении плодородия почвы.

Содержание в почве подвижных соединений фосфора постепенно уменьшается от начала вегетационного периода сои

и кукурузы к концу (табл.4). Внесение фосфогипса увеличивает по сравнению с контролем количество подвижного фосфора в почве под соей на 17,8-23,0 % в фазе 4-5 листьев, на 3,5-25,9 в фазе бутанизации и на 17,4-28,3 % в фазе полной спелости; под кукурузой эти различия составили в фазе 4-5 листьев – 6,1-14,4 %, цветения – 3,1-7,7 и в фазе полной спелости – 12,0-26,0 %.

Совместное внесение фосфогипса и КАС в первый год применения незначительно увеличивает содержание подвижного фосфора в почве, однако существенно компенсирует вынос элемента с урожаем. Лучшие условия фосфорного питания складываются при внесении $N_{20}K_{20}$ + ФГ, 4 т/га + КАС, 30 л/га под сою и $N_{40}K_{40}$ + ФГ, 4 т/га + КАС, 40 л/га под кукурузу.

4. Содержание подвижного фосфора в почве под посевом сои и кукурузы, мг/кг

Вариант опыта	Фаза вегетации		
	4-5 на- стоящих листьев	Бутониза- ция цветение	полная спелость
<i>Соя</i>			
Контроль	140	116	92
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀	160	130	110
N ₂₀ K ₂₀	150	125	104
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 2 т/га	165	120	108
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га	172	145	112
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га	171	146	118
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀ + КАС, 30 л/га	166	140	128
N ₂₀ K ₂₀ + КАС, 30 л/га	160	130	110
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 2 т/га + КАС, 30 л/га	171	139	118
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 30 л/га	178	155	126
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га + КАС, 30 л/га	175	151	120
<i>Кукуруза</i>			
Контроль	180	130	100
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	210	146	120
N ₄₀ K ₄₀	186	132	108
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 2 т/га	191	134	112
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 4 т/га	201	140	120
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 6 т/га	206	138	126
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + КАС, 40 л/га	223	151	125
N ₄₀ K ₄₀ + КАС, 40 л/га	212	146	117
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 2 т/га + КАС, 40 л/га	221	151	124
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 40 л/га	228	155	128
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 6 т/га + КАС, 40 л/га	230	156	131

На содержание и динамику обменного калия в выщелоченном черноземе под соей и кукурузой фосфогипс и КАС оказывают также позитивное воздействие (табл. 5). В большей степени содержание обменного калия увеличивается в почве под посевом сои, что обусловлено различным с кукурузой его выносом с урожаем. Вынос калия из почвы с урожаем сои и кукурузы в большей мере компенсируется при внесении соответственно N₂₀K₂₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 30 л/га и N₄₀K₄ + ФГ, 4 т/га + КАС, 40 л/га.

Таким образом, внесение фосфогипса и КАС на посевах сои и кукурузы улучшает обеспеченность растений доступными формами азота, фосфора и калия. Оптимальной дозой фосфогипса нейтрализованного, способствующей созданию лучших условий минерального питания, следует считать 4 т/га. Улучшение условий минерального питания, отмеченное при внесении фосфогипса и КАС, обусловило рост урожайности сои и кукурузы.

Естественное плодородие почвы опытного участка обеспечило формирование 19,4 ц/га зерна сои, внесение N₂₀P₄₀K₂₀ – прибавку урожая 2,2 ц/га, или 11,3 % (табл. 6). Использование в качестве фосфорного удобрения фосфогипса способствовало увеличению урожайности сои не только по сравнению с контролем, где прибавка в зависимости от дозы фосфогипса составила 1,8-5,4 ц/га, но и по отношению к N₂₀P₄₀K₂₀ – 1,8-3,2 ц/га. Наибольший урожай получен при внесении фосфогипса в дозе 4 т/га. Подкормка посева сои КАС обеспечила рост урожайности на фоне как N₂₀P₄₀K₂₀, так и N₂₀K₂₀, соответственно, на 7,0 и 4,6 ц/га. Увеличилась урожайность и при совместном внесении фосфогипса и КАС: прибавка составила 3,9-5,6 ц/га по отношению к контролю, 1,7-3,4 ц/га – к N₂₀P₄₀K₂₀.

5. Содержание обменного калия в почве под посевом сои и кукурузы, мг/кг

Вариант опыта	Фаза вегетации		
	4-5 на- стоящих листьев	бутониза- ция цветение	полная спелость
<i>Соя</i>			
Контроль	135	111	100
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀	166	160	128
N ₂₀ K ₂₀	170	161	120
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 2 т/га	190	165	128
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га	200	181	135
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га	210	175	138
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀ + КАС, 30 л/га	200	180	130
N ₂₀ K ₂₀ + КАС, 30 л/га	201	190	128
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 2 т/га + КАС, 30 л/га	220	195	130
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 30 л/га	221	196	136
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га + КАС, 30 л/га	225	205	138
<i>Кукуруза</i>			
Контроль	219	180	150
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	240	190	160
N ₄₀ K ₄₀	256	196	165
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 2 т/га	259	210	171
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 4 т/га	261	220	184
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 6 т/га	265	226	188
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + КАС, 40 л/га	248	210	170
N ₄₀ K ₄₀ + КАС, 40 л/га	258	205	176
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 2 т/га + КАС, 40 л/га	266	228	195
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 40 л/га	276	238	200
N ₄₀ K ₄₀ + ФГ, 6 т/га + КАС, 40 л/га	285	239	211

6. Урожайность зерна сои в зависимости от системы удобрения

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Среднее	Прибав- ка, ц/га
	n ₁	n ₂	n ₃		
Контроль	18,5	20,3	19,4	19,4	
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀	22,6	23,0	19,2	21,6	2,2
N ₂₀ K ₂₀	21,7	18,9	20,3	20,3	0,9
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 2 т/га	22,3	19,9	21,6	21,2	1,8
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га	25,6	24,2	23,9	24,8	5,4
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га	22,7	23,4	24,1	23,4	4,0
N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀ + КАС, 30 л/га	27,5	25,8	26,0	26,4	7,0
N ₂₀ K ₂₀ + КАС, 30 л/га	23,1	24,9	24,0	24,0	4,6
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 2 т/га + КАС, 30 л/га	25,7	23,9	24,5	24,7	5,3
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 4 т/га + КАС, 30 л/га	25,7	24,4	25,0	25,0	5,6
N ₂₀ K ₂₀ + ФГ, 6 т/га + КАС, 30 л/га	23,0	22,8	24,1	23,3	3,9
HCP ₀₅				0,5	

Наибольшая урожайность (26,4 ц/га) сои получена при внесении N₂₀P₄₀K₂₀ до посева и подкормке в фазе 4–5 настоящих листьев КАС в дозе 30 л/га. Заслуживает внимания применение фосфогипса в дозе 4 т/га (N₂₀K₂₀ + ФГ, 4 т/га). Замена традиционного фосфорного удобрения фосфогипсом обеспечила рост урожайности на 3,2 ц/га.

Таким образом, полученные экспериментальные данные показывают большие перспективы использования фосфогипса и КАС на посевах сои и кукурузы при их выращивании в Краснодарском крае на выщелоченных черноземах. Применение этих агрохимикатов улучшает обеспеченность растений доступными формами азота, фосфора и калия; оптимальная доза фосфогипса нейтрализованного – 4 т/га. Внесение фосфогипса обеспечивает увеличение урожайности сои на 1,8-5,4 ц/га. При совместном внесении фосфогипса и КАС повышение урожайности сои составляла 3,9-5,6 ц/га по отношению к контролю, 1,7-3,4 ц/га – к N₂₀P₄₀K₂₀.

Литература

1. Белюченко И.С., Добрыдnev Е.П., Муравьев Е.И. Экологические особенности фосфогипса и целесообразность его использования в сельском хозяйстве // «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства», II Всероссийская научно-практическая конференция.- Краснодар: КубГАУ, 2010.- С. 13-22. 2. Добрыдnev Е.П. Использование нейтрализованного фосфогипса в качестве минерального грунта-рекультиванта в промышленных масштабах на примере ООО «ЕвроХим-БМУ» // «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства», I Всероссийская научно-практическая конференция.-Краснодар: КубГАУ, 2009.- С. 14-19. 3. Муравьев Е.И., Добрыдnev Е.П. Физические свойства фосфогипса и его смесей // Экологический вестник Северного Кавказа, 2008. -Т.4.- №2.- С. 18-23. 4. Валь-

ков В.Ф., Штомпель Ю.А., Трубилин И.Т.и др. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана.- Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 1996. – 192 с. 5. Симакин А.И. Агрохимическая характеристика кубанских черноземов.- Краснодар: Краснодар. книж. изд-во, 1969. – 278 с. 6. Байбеков Р.Ф., Шильников И.А., Аканова Н.И. и др. Научно-практические рекомендации по применению фосфогипса нейтрализованного в качестве химического мелиоранта и серного удобрения. - М.:ВНИИА,- 2012.- 43 с. 7. Кремзин Н.М. Удобрение и химическая мелиорация солонцовых почв Кубани, используемых под рис// Автореф. канд. дисс.– М., 1990, -23 с. 8. Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Онищенко Л.М. Региональная агрохимия. Северный Кавказ.- Краснодар: КубГАУ, 2007. – 502 с. 9. Шеуджен А.Х., Трубилин И.Т., Онищенко Л.М. Удобрения и оценка экономической эффективности их применения.- Краснодар: КубГАУ, 2012. – 332 с.

AGRO-ECOLOGICAL EFFICIENCY OF PHOSPHOGYPSUM IN CORN AND SOYA PLANTATIONS ON LEACHED CHERNOZEM IN THE NORTHWESTERN CAUCASUS

A.Kh. Sheudzhen¹, L.M. Onishchenko¹, E.P. Dobrydnev², M.Yu. Loktionov²
¹Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina 13, Krasnodar, 350044 Russia
²ООО EuroChem–Belorechenskie Minudobrenia,
Belorechensk, Krasnodar krai, 352636 Russia

The agro-ecological efficiency of phosphogypsum in combination with carbamide–ammonium mixture has been studied in a field experiment on leached chernozem in the Krasnodar krai.

Keywords: phosphogypsum, leached chernozem, carbamide–ammonium mixture.