

ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ КИСЛОТНЫХ СВОЙСТВ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ПРЕДВОЛЖСКОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Алиев Ш.А., Биккинина Л.М.-Х., Дегтярева И.А.

Государственное научное учреждение Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук, Казань, Россия, e-mail: niiexp2@mail.ru

Проведено исследование эффективности известкования выщелоченного чернозема, в котором в качестве известкового материала применяли местную доломитовую муку. Под влиянием известкового удобрения улучшились физико-химические свойства выщелоченного чернозема, получены статистически достоверные прибавки урожая при внесении мелиоранта в дозах по 1,0 и 1,5 нормы гидролитической кислотности, составившие – 3,28 и 4,16 т/га зерновых единиц.

Окупаемость одного рубля затрат составила 2,2 – 2,7 рублей, а срок окупаемости – 3,0 – 3,5 года.

По результатам исследований получены нормативы расхода известковых удобрений для сдвига кислотности выщелоченного чернозема на 0,1 единицу $pH_{\text{кол}}$, которые составили в варианте без минеральных удобрений – 1,28, с минеральными удобрениями – 1,51 т/га $CaCO_3+MgCO_3$.

Исследования за восемь лет показали, что известкование кислых выщелоченных черноземов с применением местной доломитовой муки является оправданным приемом с агрономической и экономической точки зрения.

Ключевые слова: известкование, доломитовая мука, мелиорант, кислотность.

RECEPTIONS OF OPTIMIZATION OF ACID PROPERTIES OF CHERNOZEM VYSHCHELOCHENNOGO OF THE PREVOLGA ZONE OF REPUBLIC TATARSTAN

Aliev Ch.A., Bikkinina L.M.-H., Degtereva I.A.

The state scientific institution the Tatar scientific research institute of agrochemistry and soil science of the Russian academy of agricultural sciences, Kazan, Russia e-mail: niiexp2@mail.ru

Research in which as a limy material applied a local dolomitic flour is conducted.

Under the influence of limy fertilizer physical and chemical properties выщелоченного chernozem have improved, statistically authentic increases of a crop are received at ameliorant entering into doses on 1,0 and 1,5 norms of the hydrolytic acidity which has made – 3,28 and 4,16 t/hectares of grain units. The recoument of one rouble of expenses has made 2,2–2,7 roubles, and a time of recovery of outlay – 3,0 – 3,5 years.

By results of researches specifications of the expense of limy fertilizers for acidity shift выщелоченного chernozem on 0,1 unit are received, which have made in a variant without a mine-ralnyh of fertilizers – 1,28, with mineral fertilizers – 1,51 t/hectares of $CaCO_3+MgCO_3$.

The received results have shown that liming sour vyshchelochennogo chernozems a local dolomitic flour is defensible reception from the agronomical and economic point of view.

Key words: liming, dolomitic flour.

В результате выщелачивания катионов из силикатной и органической части почв места их занимают ионы водорода, вследствие чего эти почвы окисляются. Кислая реакция среды почвенного раствора неблагоприятно воздействует на рост и развитие растений [1]. Под ее влиянием изменяется характер поступления катионов и анионов, т.е. кислая среда ухудшает питание сельскохозяйственных культур [4].

По данным ФГУ «ЦАС «Татарский» кислых почв пахотных земель Республики Татарстан составляет 1449,6 тыс. га, т.е. около 43 %. Недобор растениеводческой продукции, только из-за повышенной кислотности, в сравнении с урожаем, который можно получить

при оптимальной реакции среды, достигает 900 тысяч тонн зерновых единиц. Поэтому известкование кислых почв является одним из основных приемов агрономических мероприятий по улучшению плодородия почв. Известкование кислых почв – обязательное условие для эффективного использования минеральных и органических удобрений [6].

Изучение эффективности известкования кислых почв проводили на опытном поле института [5]. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Агрономическая характеристика пахотного слоя (0-20 см) перед закладкой опыта: содержание гумуса – 5,8% (по Тюрину, в модификации ЦИНАО), $pH_{\text{сол.}}$ – 5,0, гидролитической кислотности и суммы поглощенных оснований – 5,4-6,7 и 37,2-39,8 мг-экв/100 г почвы соответственно; подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) соответственно – 49-53 и 82-100 мг/кг почвы. В качестве известкового материала применяли местную доломитовую муку в чистом виде, в 2001 году, с содержанием $CaCO_3$ – 52–59 %, $MgCO_3$ – 44–46 %. В опыте изучали три дозы – 0,5; 1,0 и 1,5 нормы, рассчитанной по гидролитической кислотности. Полная норма известкового удобрения составила 8,8 т/га в действующем веществе, 10,9 т/га в физическом весе.

Минеральные удобрения ежегодно вносили под предпосевную культивацию на планируемый урожай.

Исследование проводили со следующим чередованием культур в севообороте: чистый пар (2001 г.) – озимая рожь (2002 г.) – кукуруза на силос (2003 г.) – яровая пшеница (2004 г.) – ячмень (2005 г.) – озимая пшеница (2006 г.) – яровая пшеница (2007 г.) – однолетние травы (2008 г.) – озимая пшеница (2009 г.).

Доломитовая мука способствовала снижению обменной кислотности почвы со слабокислой, кислой до близко к нейтральной и нейтральной реакциям почвенной среды.

При плужной заделке известкового материала большая масса ее попадала в нижнюю часть пахотного горизонта, о чем свидетельствует наибольшее снижение обменной кислотности ($pH_{\text{сол.}}$) вне зависимости от доз внесенного известкового удобрения (табл. 1). В течение первого года действия доломитовой муки в варианте без минеральных удобрений наибольшее снижение (на 0,5–1,1 единиц) кислотности почвы произошло в нижнем слое почвы (10–20 см), в верхнем же слое (0–10 см) – на 0,4–1,0 единиц при одинаковом исходном значении $pH_{\text{сол.}}$ по всему пахотному горизонту. На фоне с минеральными удобрениями эти показатели составили соответственно 0,5–1,0 и 0,3–0,8 единиц.

1. Влияние различных доз известковых и минеральных удобрений на изменение реакции среды (рН_{сол.})

Варианты опыта	Слой почвы, см	Исх.дан., 2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
1.Контроль б/у и извести	0-10	5,1	5,0	5,1	5,1	5,0	5,0	4,9	4,8	4,8
	10-20	5,1	5,0	5,1	5,1	5,0	4,9	4,9	4,9	4,8
2. Известь - 0,5 г.к., без мин. удобр.	0-10	5,1	5,5	5,7	5,6	5,5	5,4	5,4	5,3	5,1
	10-20	5,1	5,6	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,4	5,2
3. Известь - 1,0 г.к., без мин. удобр.	0-10	5,1	5,6	5,9	5,9	5,6	5,5	5,5	5,4	5,3
	10-20	5,1	5,8	6,0	6,0	5,7	5,6	5,6	5,5	5,4
4. Известь - 1,5 г.к., без мин. удобр.	0-10	5,1	6,1	6,1	6,1	5,9	5,8	5,8	5,6	5,6
	10-20	5,1	6,2	6,2	6,2	6,0	6,0	5,9	5,8	5,7
5. Известь - 0,5 г.к. + мин. удобр.	0-10	5,1	5,4	5,6	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1
	10-20	5,1	5,6	5,7	5,7	5,5	5,5	5,4	5,3	5,1
6. Известь - 1,0 г.к. + мин. удобр.	0-10	5,1	5,5	5,7	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2
	10-20	5,1	5,7	5,8	5,8	5,6	5,6	5,5	5,4	5,3
7. Известь - 1,5 г.к. + мин. удобр.	0-10	5,1	5,9	5,9	6,0	5,9	5,8	5,7	5,7	5,5
	10-20	5,1	6,1	6,1	6,1	5,9	5,9	5,8	5,7	5,6

К концу второго года исследований в варианте без минеральных удобрений продолжается снижение обменной кислотности, при этом наибольший сдвиг на 0,7–1,1 единиц все также наблюдается в нижнем слое почвы, в верхнем слое – на 0,6–1,0 единиц. Аналогичная ситуация снижения обменной кислотности под воздействием мелиоранта происходила и в варианте с минеральными удобрениями.

Через три-четыре года действия известкового удобрения произошло некоторое выравнивание кислотности в обоих слоях почвы. Смещение показателя $pH_{\text{сол.}}$ в нейтральную сторону колебалось почти в одинаковых интервалах и составило на 0,5–1,1 и 0,4–1,0 единиц в слое почвы 10–20 см и на 0,4–1,0 и 0,4–0,9 единиц в слое 0–10 см соответственно вариантам без минеральных удобрений и с ними [2].

Исследования показали, что местная доломитовая мука наибольшее влияние на снижение обменной кислотности ($pH_{\text{сол.}}$) проявила при дозах 1,0 и 1,5 нормы по гидролитической кислотности, или соответственно 8,8 и 13,2 т/га $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$. Даже на восьмой год наблюдается взаимодействие мелиоранта с почвой. Сдвиг реакции почвенной среды в варианте без минеральных удобрений в верхнем слое почвы составил на 0,2–0,5 единицы $pH_{\text{сол.}}$, а в нижнем – на 0,3–0,6 единицы. На фоне минеральных удобрений увеличение $pH_{\text{сол.}}$ в слое почвы 0–10 см произошел на 0,1–0,4 единицы и на 0,2–0,5 единиц в слое 10–20 см (табл.2).

2. Влияние различных доз известковых и минеральных удобрений на изменение реакции среды выщелоченного чернозема к концу восьмого года взаимодействия мелиоранта с почвой

CaCO ₃ +MgCO ₃ в дозах по г.к.	Слой почвы, см	pH _{сол.}			Сдвиг pH +, -	
		исходн., 2001 г.	2009 г.		без NPK	по NPK
			без NPK	по NPK		
0,5	0–10	5,1	5,1	5,1	0	0
	10–20	5,1	5,2	5,1	0,1	0
1,0	0–10	5,1	5,3	5,2	0,2	0,1
	10–20	5,1	5,4	5,3	0,3	0,2
1,5	0–10	5,1	5,6	5,5	0,5	0,4
	10–20	5,1	5,7	5,6	0,6	0,5

Установлены тесная положительная связь между $pH_{\text{сол.}}$ и дозами известкового удобрения и слабая положительная корреляция со временем взаимодействия мелиоранта с поч-

вой. Коэффициенты парной корреляции $r_{H_{\text{сол.}}}$ с дозами доломитовой муки составили: в варианте без минеральных удобрений – 0,924, а с удобрениями – 0,925.

Зависимость $r_{H_{\text{сол.}}}$ от доз доломита (Mg, т/га) времени взаимодействия мелиоранта с почвой (Т, лет) выражаются следующими уравнениями регрессии:

На фоне без минеральных удобрений

$$rH = 4,85 + 0,127 Mg + 0,224T - 0,004 Mg^2 - 0,045T^2, R = 0,973,$$

на фоне удобрений

$$rH = 4,94 + 0,103 Mg + 0,125T - 0,003 Mg^2 - 0,028T^2, R = 0,956.$$

Между величинами смещения $r_{H_{\text{сол.}}}$ (ΔrH) от известкования и дозами доломитовой муки существует тесная положительная связь. Коэффициенты парной корреляции между ΔrH и дозами доломитовой муки были: на фоне без минеральных удобрений 0,917, а на фоне с удобрениями 0,923. Получена слабая отрицательная связь ΔrH со временем, прошедшим после внесения доломитовой муки.

3. Влияние различных доз известковых и минеральных удобрений на изменение гидролитической кислотности выщелоченного чернозема, мг-экв/100 г почвы

Варианты опыта	Слой почвы, см	Исх.дан., 2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
1. Контроль без удобрений и известки	0–10	5,9	5,9	6,0	5,8	6,0	6,0	6,0	6,1	6,2
	10–20	5,9	6,0	6,0	5,9	5,9	6,0	6,0	6,1	6,1
2. Известь - 0,5 г.к., без мин. удобр.	0–10	6,7	3,9	3,8	3,9	3,8	4,0	4,2	4,8	5,0
	10–20	6,7	3,8	3,7	3,7	3,6	3,7	4,0	4,2	4,5
3. Известь - 1,0 г.к., без мин. удобр.	0–10	5,4	2,9	2,6	2,5	2,4	2,5	2,6	3,2	4,1
	10–20	5,4	2,4	2,1	2,0	2,0	2,2	2,3	2,9	3,5
4. Известь - 1,5 г.к., без мин. удобр.	0–10	5,5	2,6	2,6	2,5	2,4	2,5	2,6	2,7	3,4
	10–20	5,5	2,0	2,0	2,0	1,9	2,1	2,2	2,4	3,2

5. Известь - 0,5 г.к. + мин. удобр.	0–10	6,7	3,9	3,9	4,0	3,9	4,2	4,4	5,0	5,8
	10–20	6,7	4,1	3,8	3,8	3,7	3,9	4,2	4,5	5,4
6. Известь - 1,0 г.к. + мин. удобр.	0–10	5,4	2,9	2,6	2,7	2,5	2,6	2,8	3,4	4,4
	10–20	5,4	2,7	2,3	2,2	2,2	2,4	2,6	3,0	4,1
7. Известь - 1,5 г.к. + мин. удобр.	0–10	5,5	2,4	2,5	2,8	2,5	2,6	2,8	2,9	3,8
	10–20	5,5	2,4	2,2	2,1	2,0	2,2	2,3	2,6	3,4

Зависимость величины смещения рН от доз известкового удобрения и времени взаимодействия мелиоранта с почвой выражается уравнениями регрессии:

на фоне без минеральных удобрений

$$\Delta pH = -0,06 + 0,106 Mg + 0,09T - 0,003Mg^2 - 0,016T^2, R = 0,930,$$

на фоне удобрений

$$\Delta pH = -0,19 + 0,104 Mg + 0,14T - 0,002Mg^2 - 0,029T^2, R = 0,972.$$

Дозы доломитовой муки по-разному влияли на изменение гидролитической кислотности в слоях почвы 0–10 и 10–20 см (табл.3). В первый год действия мелиоранта наибольшее снижение гидролитической кислотности произошло в слое почвы 10–20 см и составило в варианте без минеральных удобрений 2,9–3,5, на фоне NPK – 2,6–3,1 мг-экв/100 г почвы, а в слое почвы 0–10 см соответственно 2,5–2,9 и 2,5–3,1 мг-экв/100 г почвы.

К концу второго года действия доломитовой муки отмечена такая же закономерность в снижении гидролитической кислотности: в слое почвы 10–20 см (без минеральных удобрений) на 3,0–3,5, на фоне NPK – 2,9–3,3, в слое 0–10 см соответственно на 2,8–2,9 и 2,8–3,0 мг-экв/100 г почвы.

Через три года после внесения известкового удобрения отмечено ее положительное влияние на снижение гидролитической кислотности в нижнем слое почвы 10–20 см без удобрений – на 3,0–3,5 мг-экв/100 г почвы и с удобрениями – на 2,9–3,4 мг-экв/100 г почвы; в слое почвы 0–10 см – соответственно на 2,8–3,0 и 2,7–3,0 мг-экв/100 г почвы.

Неодинаковое снижение гидролитической кислотности в слоях почвы отмечено в остальных годах последствия доломитовой муки. В восьмом году взаимодействия мелиоранта с почвой отмечено еще нейтрализующее действие доломитовой муки. В то же время

наблюдается выравнивание кислотности их свойств по слоям почвы, а сдвиг ее в нейтральную сторону колеблется почти в одинаковых интервалах по слоям почвы.

Получена тесная отрицательная связь между гидролитической кислотностью и дозами доломитовой муки. Коэффициенты парной корреляции между этими показателями составили: на фоне без минеральных удобрений 0,914–0,943, а на фоне NPK 0,930–0,943.

Один из основных показателей относительной эффективности доз мелиоранта – величина смещения pH (в сторону нейтральной реакции) от 1 тонны известкового удобрения в действующем веществе, называемая в практике нормативным сдвигом [3]. В первый год действия доломитовой муки наибольший сдвиг pH от 1 тонны $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ на фоне без удобрений получен при половинной дозе мелиоранта и составил 0,11 единиц pH. Лучшие результаты по сдвигу реакции среды достигнуты на третьем году действия мелиоранта и составили 0,13 единиц pH при дозе 0,5 нормы по гидролитической кислотности и 0,10 единиц pH при норме 1,0 г.к.

Расход $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ для сдвига на 0,1 единицу pH в вариантах без минеральных удобрений и с ними зависел от доз мелиоранта. По результатам исследований получены нормативы расхода известковых удобрений для сдвига кислотности выщелоченного чернозема на 0,1 единицу $\text{pH}_{\text{сол.}}$ и составил в варианте без минеральных удобрений 1,28, а на фоне NPK – 1,51 т/га $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$.

Под влиянием известкового удобрения улучшились не только кислотные свойства выщелоченного чернозема, но и существенно возросли сумма поглощенных оснований и степень насыщенности ими почвенно-поглощающего комплекса.

Улучшение физико-химических свойств выщелоченного чернозема способствовали значительному увеличению урожайности сельскохозяйственных культур в севообороте. С увеличением доз мелиоранта возросли и прибавки урожая. За восемь лет действия доломитовой муки статистически достоверные прибавки урожая получены при внесении мелиоранта в дозах по 1,0 и 1,5 нормы гидролитической кислотности составили – 3,28 и 4,16 т/га зерновых единиц.

Исследования за восемь лет показали, что известкование кислых выщелоченных черноземов с применением местной доломитовой муки является оправданным приемом с агрономической и экономической точки зрения.

Окупаемость одного рубля затрат составила 2,2–2,7 рублей, а срок окупаемости составляет 3,0–3,5 года.

Литература

1. Авдонин Н.С., Петербургский А.В., Шедерова С.Г. Известкование кислых почв. – М.: Колос, 1976. – С.20.
2. Алиев Ш.А., Биккинина Л.М.-Х. Послойное известкование кислых черноземов в условиях Предволжья Республики Татарстан // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и практики в современных условиях и пути их решения. – Казань, 2009. – С. 171-173.
3. Алиев Ш.А., Биккинина Л.М.-Х. Нормативы изменения свойств выщелоченного чернозема в зависимости от различных доз и способов заделки химвелиорантов. Нормативы. – Казань, 2010.
4. Кедров-Зихман О.К., Францесон В.А., Ярусов С.С, Алямовский Н.И. Известкование дерново-подзолистых почв. – М., 1955. – С.8.
5. Ломако Е.И., Алиев Ш.А. Известкование почв Республики Татарстан: Монография. – Казань: Центр инновационных технологий, 2004. – 271 с.
6. Шильников И.А., Лебедева Л.А. Известкование почв. – М.: Агропромиздат, 1978. – С.3.

Рецензенты:

Амиров М.Ф., д.с.-х.н., профессор, начальник научно-методического управления, зав. кафедрой растениеводства и плодовоовощеводства, ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет», Министерство сельского хозяйства РФ, г. Казань.

Копосов Г.Ф., д.б.н., профессор кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) Федеральный университет Министерство образования и науки РФ., г. Казань.

Работа получена 02.11.2011.