

УДК 631.821:631.8:631.445.25:631.559:631.582

ДЛИТЕЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТИ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ПРИБАЙКАЛЬЯ

*Г.П. Гамзиков, акад. РАН, Новосибирский ГАУ, Н.Н. Дмитриев, к.б.н., В.Т. Мальцев, д.с.-х.н.,
Е.Н. Дьяченко, к.с.-х.н., Ирк. НИИСХ*

Установлено положительное влияние удобрений и известкования на агрохимические свойства серой лесной почвы и продуктивность культур плодосменного севооборота. Систематическое применение минеральных и сидеральных удобрений достоверно повышало содержание гумуса и общего азота, а известкование способствовало нейтрализации кислотности почвы. Наибольшая продуктивность севооборота в среднем за три ротации (около 50 ц з. ед/га) получена при полном удобрении на фоне известкования. Окупаемость 1 кг д. в. удобрений составила 8–9 кг, 1 т извести – 3,6–4,1 ц зерна.

Ключевые слова: серая лесная почва, плодосменный севооборот, минеральные удобрения, сидерация, известкование, агрохимические свойства, урожайность, эффективность.

Серые лесные почвы занимают около 20% пашни в земельном фонде Восточной Сибири [1]. В Иркутской области из 1,6 млн га пашни около половины представлено в основном светло-серыми и серыми лесными подтипами, среди которых преобладают сильно- и среднекислые [2]. Этим почвам свойственна невысокая обеспеченность гумусом, подвижными формами азота, фосфора и калия.

Предшествующие исследования на серых лесных почвах в краткосрочных [3, 4] и стационарных [5, 6] полевых опытах свидетельствуют о высокой эффективности известкования и применения органических и минеральных удобрений в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах. Опыт по изучению роли известкования и применения удобрений был заложен под руководством В.Т. Мальцева в 2001 г. Результаты исследований за две первые ротации [7] показали положительное влияние извести на снижение кислотности почв и умеренное увеличение урожайности культур севооборота.

Методика. В последующие годы исследования на базе этого стационара были продолжены. Это позволило провести обобщение и анализ совместного и раздельного применения извести и минеральных удобрений, установить их влияние на продуктивность культур плодосменного севооборота и изменение агрохимических свойств серой лесной почвы за три ротации севооборота (2001–2012 гг.).

Стационарный опыт проводится на опытном поле Иркутского НИИСХ в четырехпольном плодосменном севообороте, развёрнутом во времени и пространстве, с чередованием культур: 1 – кукуруза; 2 – ячмень+клевер; 3 – клевер (сидерат); 4 – пшеница. Объект исследований – серая лесная тяжелоуглинистая кислая почва с содержанием гумуса 4,5–5,0 %, общего азота – 0,25%, рН_{сол} 3,9–4,4, Н_т 9,1–10,6, S – 20,8–22,2 мг-экв/100 г, V – 68,4–72,1 %, содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – 10–12, обменного калия – 8–10 мг/100 г почвы.

Изучали следующие системы удобрения: контроль (без удобрений), NP, PK, NK и NPK. Минеральные удобрения (N_{аа}, P_{св}, K_{св}, ДАФК) вносили вручную, вразброс под предпосевную культивацию: под кукурузу (гибрид Молдавская 215 АМВ) в 1-й и 2-й ротациях по N₉₀P₄₀K₉₀, в 3-й N₆₀P₃₀K₆₀; под ячмень (сорт Соболек) с подсевом клевера (сорт Тулунский) – N₄₀P₄₀K₄₀ в 1- и 2-й ротациях и N₃₀P₃₀K₃₀ в 3-й ротации. В конце июля биомассу клевера после измельчения запахивали в качестве зелёного удобрения. Замыкающей культурой в севообороте высевали яровую пшеницу (сорт Тулунская 12).

Системы удобрения изучали на двух фонах: с известью и без извести. В качестве мелиоранта использовали стандартную известковую муку (содержание CaCO₃ 85 %), которую вносили из расчёта 0,5 Н_т (5,7 т/га) под кукурузу поверхностно с последующей заделкой дисковой бороной в 2 следа на глубину 12–15 см и вспашкой. Повторность опыта четырехкратная. Площадь посевной делянки 112,5 м² (35 м × 3,5 м), учетной – 80,5 м² для зерновых культур, 35 м² (по 17,5 м² в двух местах) – для кукурузы и клевера. Уборку урожая зерновых осуществляли комбайном «Сампо-250», кормовых культур – вручную. Статистическую обработку данных урожая проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы «Снедекор». Почвенные образцы из пахотного слоя (0–20 см) отбирали после уборки культур. Агрохимические анализы проводили общепринятыми методами [8].

Результаты и их обсуждение. Проведенными исследованиями за три ротации севооборота (2001–2012 гг.) установлена тенденция к постепенному снижению содержания гумуса и общего азота в серой лесной почве в контрольном варианте. Систематическое внесение биомассы клевера способствует обогащению почвы органическим веществом, что приводит к достоверному повышению содержания гумуса и общего азота как на естественном фоне, так и при внесении извести (табл. 1). Положительные результаты, свидетельствующие о поддержании плодородия почв, получены и при совместном применении сидерации и минеральных удобрений – содержание гумуса и общего азота в почве к 2012 г. в сравнении с исходным возросло на 0,37–0,43 и 0,07–0,08 % соответственно.

1. Содержание гумуса и общего азота в почве в зависимости от удобрений и известкования, %

Вариант опыта	Внесено зеленой массы (т), NPK (кг д.в.)		2001 г.		2012 г.		Изменения, ± %	
	всего	на 1 га севооборотной площади	гумус	N	гумус	N	гумус	N
Контроль	-	-	4,61	0,19	4,51	0,18	-0,10	-0,01
	-	-	4,76	0,21	4,67	0,19	-0,09	-0,02
Сидерация	76,8	6,4	4,50	0,17	5,08	0,23	0,58	0,06
	90,1	7,5	4,82	0,21	5,24	0,25	0,42	0,04
NPK + сидерация	N ₃₅₀ P ₂₂₀ K ₃₅₀ +79,8	N ₂₉ P ₁₈ K ₂₉ + 6,6	4,55	0,18	4,92	0,25	0,37	0,07
	N ₃₅₀ P ₂₂₀ K ₃₅₀ +94,4	N ₂₉ P ₁₈ K ₂₉ +7,9	4,53	0,19	4,96	0,27	0,43	0,08
HCP ₀₅							0,32	0,04

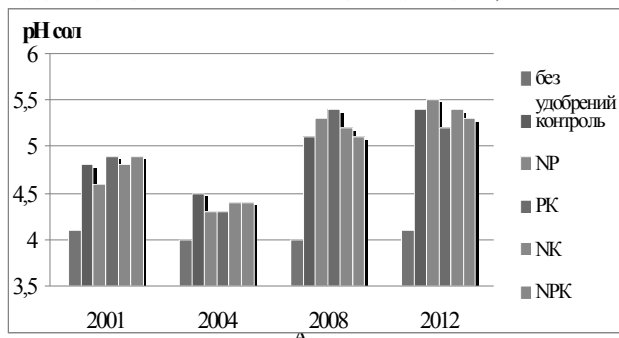
Примечание к табл. 1 и 2: 1-я строка в каждом варианте – без известкования, 2-я – на фоне внесения извести.

Известкование, не оказывая заметного воздействия на основные параметры составляющих плодородия почв (гумус и общий азот), существенно повлияло на их кислотность (рис. А, Б). Под влиянием известкования повышаются параметры обменной кислотности почвы и существенно снижаются показатели гидролитической кислотности.

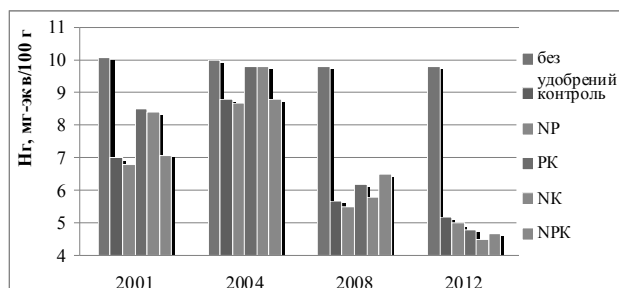
Внесение извести в дозе 0,5 Н_т (5,7 т/га) в первом поле первой ротации севооборота позволило достоверно улучшить агрохимические показатели почвы (рис. А, Б, В). Так, рН_{сол} по

сравнению с исходным показателем 3,8-4,1 возрос на 0,7-1,1, H_T снизилась на 2,9-4,8 мг-экв/100 г почвы от исходного уровня 10,1-11,9 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями увеличилась на 6,5-12,5% и составила 72,7-79,3%.

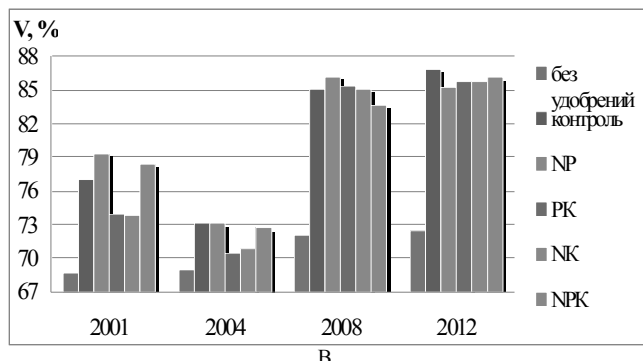
Повторное внесение извести во второй ротации севооборота улучшило агрохимические показатели, достигнутые в первой ротации, и позволило перевести почву из категории сильнокислых в категорию среднекислых и близких к нейтральным ($pH_{\text{сол}}$ 5,1-5,4, H_T 5,5-6,2 мг-экв/100 г почвы, V 83,6-85,3 %).



HCP_{05} : для 2001 и 2004 гг. – 0,4, для 2008 г. – 0,6, для 2012 г. – 0,7. Без удобрений (здесь и далее) – вариант без внесения извести и удобрений.



HCP_{05} : для 2001 г. – 1,1, для 2004 г. – 1,5, для 2012 г. – 1,1, для 2012 г. – 1,0.



HCP_{05} : для 2001 г. – 6,3, для 2004 г. – 4,2, для 2008 г. – 5,5, для 2012 г. – 5,8.

Рис. Влияние извести и удобрений на изменение $pH_{\text{сол}}$ (А), H_T (Б) и степени насыщенности почв основаниями (В) в серой лесной почве

Внесение извести в третьей ротации севооборота закрепило агрохимические показатели на достигнутом уровне. Так к концу третьей ротации (2012 г.) $pH_{\text{сол}}$ в варианте без удобрений составил 5,4, H_T снизилась до 5,2 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями достигла 86,9 %. В вариантах с внесением удобрений они были в пределах, соответственно, 5,2-5,4, 4,5-5,0 мг-экв/100 г почвы, 85,2-86,9 %.

По ротациям и в среднем за 2001-2012 гг. влияние минеральных удобрений на изменение агрохимических свойств серой лесной кислой почвы, как на естественном, так и известкованном фонах было недостоверно. Тенденция к сниже-

нию агрохимических показателей, достигнутых за счет внесения мелиоранта, к концу ротации была менее выражена в третьей ротации, чем в первой и второй.

Влияние минеральных удобрений и извести на продуктивность севооборота показано в таблице 2. На удобренных вариантах в зависимости от системы удобрения продуктивность севооборота в среднем за три ротации возросла на естественном фоне на 2,8-7,0 ц з. ед/га (7,5-14,8 %), на известкованном на 2,8-7,0 ц з. ед/га (7,5-16,5 %) и была наибольшей в варианте с комплексным внесением удобрений NPK. В среднем за 2001-2012 гг. эффективность удобрений была одинаковой по обоим фонам. В варианте с внесением РК прибавка составила 2,8 ц з. ед/га (6,6-7,5 %) и была наименьшей в опыте.

Известкование повышало продуктивность севооборота на 5,1-5,8 ц з. ед/га (12,1-13,6 %) и имело равный эффект во всех вариантах опыта. Окупаемость 1 кг д. в. удобрений продукцией варьировала от 8,1 до 9,1 кг, за исключением варианта с внесением РК (5,9 кг) и была равнозначной на обоих фонах. Окупаемость 1 т извести составила 3,6-4,1 ц и не зависела от уровня удобренности.

2. Влияние минеральных удобрений и извести на продуктивность севооборота и их окупаемость сельскохозяйственной продукцией (в среднем за 2001-2012 гг.)

Внесено удобрений за три ротации севооборота	Продуктивность севооборота, ц з. ед/га	Прибавка продуктивности, ц з. ед/га		Окупаемость продукцией, з. ед.	
		от удобрений	от извести	1 кг д.в. удобрений, кг	1 т извести, ц
Без удобрений	37,4	-	-	-	-
Без известкования	42,5	-	5,1	-	3,6
$N_{350}P_{220}$	41,3	3,9	-	8,2	-
	46,8	4,3	5,5	9,1	3,9
$P_{220}K_{350}$	40,2	2,8	-	5,9	-
	45,3	2,8	5,1	5,9	3,6
$N_{350} K_{350}$	42,1	4,7	-	8,1	-
	47,2	4,7	5,1	8,1	3,6
$N_{350}P_{220}K_{350}$	43,7	6,3	-	8,2	-
	49,5	7,0	5,8	9,1	4,1

Выводы. На основании вышеизложенного можно констатировать, что применение извести, сидерации и минеральных удобрений в четырехпольном плодосменном севообороте позволило перевести почву из категории сильнокислых в категорию слабокислых. В зависимости от системы удобрения повысилось содержание гумуса и общего азота в почве, увеличилась продуктивность севооборота на 2,8-7,0 ц з. ед/га (7,5-16,5 %), при окупаемости 1 кг д.в. удобрений продукцией 8,1-9,1 кг и 1 т извести 3,6-4,1 ц.

Литература

1. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия / Под ред. А.Л. Иванова, Л.М. Державина. - М.: Минсельхоз, РАСХН, 2008. - 392 с.
2. Агрохимическая характеристика почв с.-х. угодий РФ - М.: ВНИИ им. Д.Н. Прянишникова, 2005. - 184 с.
3. Рудой Н.Г. Агрохимия почв Средней Сибири. - Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2003. - С. 92-98.
4. Танделов Ю.П., Еришова О.В. Особенности кислых почв Красноярского края и эффективность известкования. - Красноярск: КрасГАУ, 2003. - 147 с.
5. Мошкарёв В.Н. Действие известковых, минеральных и органических удобрений на кислых почвах // Сб. рефератов НИР. Сер. 21. № 39-40. 1972. - С.19.
6. Мальцев В.Т., Веялко А.А., Мошкарёв В.Н. и др., Влияние известкования на агрохимические свойства серой лесной почвы и продуктивность севооборота в условиях Приангарья / Ресурсы повышения эффективности сельскохозяйственного производства в Приангарье. - Иркутск: ВостСибкнига, 2002. - С. 57-69.
7. Мальцев В.Т., Мошкарёв В.Н., Останин В.А., Лозовая Н.Г. Влияние комплексного применения извести и удобрений на агрохимические показатели серой лесной кислой почвы и продуктивность плодосменного севооборота // Агрохимия. - 2010. - № 4. - С.35-42.
8. Агрохимические методы исследования почв. - М.: Наука, 1975. - 665 с.

LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS AND LIME IN A CROP ROTATION ON GRAY FOREST SOIL IN CISBAIKALIA

G.P. Gamzikov¹, N.N. Dmitriev², V.T. Maltsev², E.N. D'yachenko²

¹Novosibirsk State Agrarian University, ul. Dobrolyubova 160, Novosibirsk, 633039 Russia

²Irkutsk Research Institute of Agriculture, ul. Dachnaya 14, Pivovarikha, Irkutskii raion, Irkutsk blast, 664511 Russia

A positive effect of fertilizers and lime material on the agrochemical properties of gray forest soil and the productivity of rotation crops has been established. The regular application of mineral fertilizers and green manure reliably increased the contents of humus and total nitrogen, and liming favored the neutralization of soil acidity. The highest productivity of crop rotation (about 50 dt g.u./ha) was obtained at the application of complete fertilizer and the simultaneous liming. The recoupment of fertilizers was 8-9 kg/kg a.i.; that of lime was 3.6-4.1 dt/kg a.i.

Keywords: gray forest soil, crop rotation, mineral fertilizers, green manure, liming, agrochemical properties, crop yield, efficiency.