

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЕВРО-СЕВЕРО-ВОСТОКА**

**Н. Т. ЧЕБОТАРЕВ**, доктор сельскохозяйственных наук,  
**А. А. ЮДИН**, кандидат экономических наук,  
**П. В. ГОРОДИСКИЙ**, лаборант,  
**Н. В. БУЛАТОВА**, научный сотрудник лаборатории земледелия  
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Республики Коми  
(167023, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27)  
**А. В. ОБЛИЗОВ**, кандидат экономических наук,  
**Д. А. ПОПОВ**, кандидат политических наук, доцент,  
Коми республиканская академия государственной службы и управления  
(167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 11)

*Ключевые слова:* известь, минеральные удобрения, свойства почвы, гумус, кислотность почвы, многолетние травы, урожайность.

В полевом длительном стационарном опыте на дерново-подзолистой слабокультуренной почве проведены научные исследования по влиянию минеральных удобрений на фоне последствие извести (1983 год), рекомендованных ВИУА ( $N_{60}P_{75}K_{75}$ ), на изменение свойств почвы, урожайности многолетних трав и их химический состав. Установлено, что минеральные удобрения, внесенные по фону последствие извести значительно изменяли агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы. Содержание гумуса повысилось на 0,1–0,5 % за счет трансформации корнепоживных остатков и переводу трудноусвояемых форм элементов питания в легкодоступные растениям, снижались обменная и гидролитическая кислотности. В вариантах без удобрений и внесении только NPK эти явления не отмечены. Следствием улучшения свойств почвы явилось повышение урожайности многолетних трав. При использовании трех доз извести: до 3,4–4,0 т/га с. в. (на 21,4–42,8 % выше контроля, урожайность контроля – 2,8 т/га с. в.). Сбор кормовых единиц составил 2,8–3,3 тыс./га. Применение минеральных удобрений по фону последствие трех доз извести повышало урожайность трав до 5,0–5,5 т/га с. в., что на 78,5–96,4 % превышало урожайность контроля. Сбор кормовых единиц составил 4,1–4,6 тыс./га. Значительного влияния удобрений и мелиорантов на химический состав многолетних трав не установлено. Химический состав многолетних бобово-злаковых травосмесей был следующим: сырого протеина – 10,38–12,23 %, сырого жира – 3,12–3,80 %, сырой клетчатки – 24,43–29,42 %, сырой золы – 6,41–7,07 % и сухого вещества – 25,69–28,45 % и указывает на достаточно высокое качество многолетних трав.

## **EFFECT OF PROLONGED APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AND LIME IN THE CULTIVATION OF PERENNIAL GRASSES IN THE CONDITIONS OF MIDDLE TAIGA ZONE OF THE EURO-NORTH-EAST**

**N. T. CHEBOTAREV**, doctor of agricultural sciences,  
**A. A. YUDIN**, candidate of economic sciences,  
**P. V. GORODISKYI**, laboratory assistant,  
**N. V. BULATOVA**, researcher at the agriculture laboratory  
Research Institute of Agriculture of the Republic of Коми  
(27 Rucheynaya Str., 167023, Syktывkar)  
**A. V. OBLIZOV**, candidate of economic sciences,  
**D. A. POPOV**, doctor of political sciences, associate professor,  
Komi Republic Academy of State Service and Management  
(11 Kommunisticheskaya Str., 167982, Syktывkar)

*Keywords:* lime, fertilizers, soil properties, humus, soil acidity, perennial grass yield.

In long-term stationary field experiments on sod-podzolic soil conducted research on the effect of mineral fertilizers on the background of the residual effect of lime (1983) recommended, VIA ( $N_{60}P_{75}K_{75}$ ), change soil properties, yield of perennial grasses and their chemical composition. Found that mineral fertilizers, introduced the background of the aftereffect of lime significantly alters the agrochemical parameters of sod-podzolic soil. The humus content increased by 0,1 – 0,5 % due to the transformation corresponding balances and transfer hard burning forms of nutrients readily available to plants, decreased exchange and hydrolytic acidity. In the variants without fertilizers and NPK only making these phenomena are not observed. Effect of improving soil properties appeared to increase the yield of perennial grasses. When using three doses of lime: up to 3.4–4.0 t/ha C. V. (21.4–42.8 % higher than control, yield control – 2.8 t/ha C. V.). The gathering of fodder units was 2.8 and 3.3 thousand/ha. The use of mineral fertilizers on the background of the effects of three doses of lime increased the yield of grasses to 5.0–5.5 t/ha C. V., 78.5–96.4 per cent exceeded the yield of control. The gathering of fodder units was 4.1–4.6 thousand/ha. A significant effect of fertilizers and ameliorants on chemical composition of perennial grasses is not established. Chemical composition of perennial legume-grass mixtures were as follows: crude protein – at 10.38–12.23 %, crude fat – 3.12–3.80 %, crude fiber – 24.43–29.42 %, crude ash – 6.41–7.07 % and dry matter and 25.69–28.45 % and indicates a relatively high quality of perennial grasses.

*Положительная рецензия представлена Г. Я. Елькиной, доктором сельскохозяйственных наук, старшим научным сотрудником отдела почвоведения Института биологии Коми Научного центра Уральского отделения Российской академии наук.*

Известно, что земледелие является одним из наиболее сильных факторов воздействия на природную среду и преобразованные ландшафты. В современном земледелии удобрение – важнейшее средство возврата, активного целенаправленного регулирования питания растений, круговорота и баланса биогенных веществ, последовательного повышения плодородия и на этой основе увеличения продуктивности агроценозов и поддержания экологического равновесия в природе [1–2, 12–13].

Важнейшей составной частью почвы, определяющей ее плодородие, является органическое вещество. Оно улучшает химические, физико-химические, физические, тепловые свойства почвы и ее биологическую активность, благоприятно влияет на почвенную кислотность. От запасов органического вещества в почве зависит урожайность сельскохозяйственных культур.

Резервом пополнения гумуса в почве являются корнепозжнивные остатки сельскохозяйственных культур. Под покровом многолетних трав, особенно бобовых, в почве накапливается достаточное количество остатков, резко снижаются темпы минерализации органического вещества, усиливаются процессы гумусоаккумуляции [3].

Образование органического вещества в почве происходит благодаря сложным изменениям растительных остатков, отмерших микроорганизмов, почвенных животных, а также продуктов их жизнедеятельности. Изменения включают в себя процессы разложения и синтеза в форме микробной плазмы и гумификации. В результате этого образуется сложная смесь органических веществ, состоящая из малоразложившихся растительных остатков с сохранившейся первоначальной структурой, промежуточных продуктов разложения органических и животных остатков коллоидных комплексов собственно гумусовых веществ, образовавшихся путем микробного синтеза или остаточного происхождения, растворимых органических соединений, которые более или менее быстро минерализуются или полимеризуются [4–6].

Почвенная кислотность оказывает огромное влияние на поступление питательных веществ в растения. На кислых почвах внесению минеральных удобрений должно предшествовать известкование. Оно обуславливает лучшее обеспечение растений не только азотом, но и зольными элементами вследствие активности бактерий, разлагающих органические фосфорные соединения почвы. В дерново-подзолистых почвах фосфор в большей части связан с полуторными окислами в виде фосфатов железа и алюминия. При известковании уменьшается активность полуторных окислов, ослабляются адсорбционные связи фосфора, увеличивается относительное количество фосфа-

тов кальция и, как следствие, происходит мобилизация почвенных фосфатов [7, 9–11, 15].

Минеральные удобрения оказывают косвенное действие на гумусовый баланс. С повышением урожая увеличивается количество отчуждаемой и оставляемой в поле растительной массы, значительная часть питательных веществ урожая возвращается в поле в виде органических удобрений. Возможно также затормаживающее действие минеральных удобрений на процессы минерализации гумуса почвы за счет отрицательного действия на биологическую активность почвы [1, 4, 6, 14].

Основная задача земледельцев – сохранение и повышение плодородия дерново-подзолистых почв, направленное на рост продуктивности агроценозов и охрану агроэкосистем от загрязнения. Необходимо создавать условия для бездефицитного баланса питательных элементов и органического вещества в почве. В этом заключается актуальность данной работы.

Научная новизна исследований состоит в том, что впервые в условиях Республики Коми изучается продолжительность действия различных доз извести (1,0; 2,0; 2,5 г. к.), внесенной в 1983 году на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы, продуктивность и качество многолетних бобово-злаковых травосмесей.

**Цель и методика исследований.** Цель настоящей работы изучить эффективность действия минеральных удобрений и извести на агрохимические свойства почвы, продуктивность и качество многолетних трав.

В полевом длительном стационарном опыте нашего института в 1983–2016 гг. изучали влияние минеральных удобрений на ранее известкованных почвах при возделывании многолетних трав (клевер луговой + тимофеевка луговая). Покровная культура – викоовсяная смесь. Почва дерново-подзолистая слабокультуренная на покровных суглинках, относящихся к очень холодному подтипу сезонно-промерзающего типа почв Республики Коми. Исходное содержание агрохимических показателей (1983 г.) почвы было следующим (в слое 0–20 см): гумус (по Тюрину) – 1,3–1,8 %, рН kcl (потенциометрически) – 3,9–4,2, подвижных форм фосфора – 40–80 и калия (по Кирсанову) – 74–90 мг/кг почвы, гидролитическая кислотность (по Каппену) – 5,0–7,1 ммоль/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 60–70 %.

Схема опыта включала восемь вариантов: 1 – контроль (без удобрений); 2–4 – известь в дозах из расчета, соответственно 1,0, 2,0, и 2,5 гидролитической кислотности, внесенная в 1983 году; 5 –  $N_{60}P_{75}K_{75}$  ежегодно в дозах, рекомендованных ВИУА; 6–8 – ежегодно NPK по фону трех доз извести. Возделывали бобово-злаковую травосмесь (клевер луговой

сорта «Трио» и тимофеевка луговая сорта «Северодвинская»). Травосмесь каждые пять лет пересеивали. Покровная культура – вико-овсяная смесь. Урожайность трав учитывали сплошным методом, поделаячно. Площадь опытной делянки 50 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырехкратная [8].

**Результаты исследований.** Длительные исследования по применению минеральных удобрений по фону различных доз извести, а также известкование в трех дозах (1,0; 2,0; 2,5 г. к.) неоднозначно влияли на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы.

В варианте без удобрений и внесении только минеральных удобрений произошло подкисление почвы на 0,2 ед. рН за счет высокого выноса кальция и магния урожаем многолетних трав и вымывания этих элементов в осенне-весенний периоды. Применение извести в трех дозах, а в нашем случае ее последствие, продолжало действовать на почвенно-поглощающий комплекс почвы подщелачивая почву на 0,6–1,5 ед. рН. В вариантах с минеральными удобрениями, внесенными по фону ранее известкованной почвы отмечено также подщелачивание, но в меньшей степени – на 0,3–0,8 ед. рН, что объясняет высокой кислотностью азотных и калийных удобрений.

Во всех вариантах опыта установлено снижение гидролитической кислотности на 1,8–3,8 ммоль/100 г почвы, в меньшей степени в вариантах без удобрений и внесением минеральных удобрений – 1,8–3,0 ммоль/100 г. почвы, так как на этих вариантах известкование не проводилось.

Наши исследования показали, что минеральные удобрения на фоне известкования способствовали повышению содержания гумуса в почве на 0,2–0,5 % за счет улучшения агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы, особенно при внесении NPK и последствии высоких доз извести (2,0 и 2,5 г. к.). Если в 1983 году содержание органического вещества было 1,3 %, то к 2016 году оно повысилось до 1,7–1,8 % – прежде всего, за счет наибольшего поступления в почву растительных остатков и их трансформации. Подобная ситуация наблюдалась в вариантах последствии трех доз извести.

В вариантах без удобрений и NPK содержание гумуса снизилось на 0,2 % из-за ухудшения свойств почвы и незначительной трансформации корнепознанных остатков.

Содержание подвижного фосфора в почве повышалось, наиболее значительно в вариантах известь + NPK (до 211–226 NPK), здесь известь способствова-

Таблица 1  
Влияние минеральных удобрений и извести на продуктивность и качество многолетних трав  
Table 1

**Influence of mineral fertilizers and lime on efficiency and quality of long-term herbs**

Вариант <i>Option</i>	Урожай сухого вещества, т/га <i>Dry matter yield, t/ha</i>	Прибавка к контролю, % <i>Surplus to the control, %</i>	Сбор кормовых единиц, тыс./га <i>Feed units yield, thous./ha</i>	Сырой протеин, % <i>Crude protein, %</i>	Сырой жир, % <i>Crude fat, %</i>	Сырая клетчатка, % <i>Crude fiber, %</i>	Сырая зола, % <i>Crude ash, %</i>	Сухое вещество, % <i>Dry matter, %</i>
Контроль <i>Control</i>	2,8	–	2,3	11,14	3,12	24,43	6,55	28,45
Известь 1,0 г. к. <i>Lime 1.0 g. k.</i>	3,4	21,4	2,8	12,44	3,13	26,26	7,07	27,64
Известь 2,0 г. к. <i>Lime 2.0 g. k.</i>	3,9	39,2	3,2	11,65	3,83	27,73	6,81	27,31
Известь 2,5 г. к. <i>Lime 2.5 g. k.</i>	4,0	42,8	3,3	12,23	3,97	27,28	7,03	26,44
НПК <i>NPK</i>	4,7	67,8	3,9	10,38	3,48	29,42	6,41	25,69
Известь 1,0 г. к. + НПК <i>Lime 1.0 g. k. + NPK</i>	5,0	78,5	4,1	11,78	3,54	28,19	6,67	26,61
Известь 2,0 г. к. + НПК <i>Lime 2.0 g. k. + NPK</i>	5,4	92,8	4,5	11,63	3,60	29,01	6,61	27,06
Известь 2,5 г. к. + НПК <i>Lime 2.5 g. k. + NPK</i>	5,5	96,4	4,6	10,61	3,80	26,69	6,69	26,34
НСР05	0,46	–	0,42	1,16	0,35	2,66	0,68	2,65

ла переводу трудноусвояемых элементов питания в легкодоступные растениям и дополнительно вносили минеральные удобрения.

В трех вариантах с известью содержание подвижного фосфора также повысилось, поэтому значительное накопление подвижного фосфора в почве объясняется неполным его использованием растениями на холодных почвах Севера, что предполагает дополнительное внесение фосфорных удобрений под сельскохозяйственные культуры [2, 9].

Количество подвижного калия в почве к 2016 году практически во всех вариантах опыта снизилось незначительно (3–20 мг/кг), что указывает, что вынос элементов питания был выше, чем внесено с удобрениями и только в варианте с NPK и NPK, внесенным по фону извести 2,5 г. к. наблюдалось повышение подвижного калия в почве (на 20 мг/кг) [12].

Наши исследования показали, что с увеличением доз извести с 1,0 до 2,5 г.к. (последствие) урожайность многолетних трав повышалась с 3,4 до 4,0 т/га сухого вещества, что на 21,4–42,8 % превышало контроль, сбор кормовых единиц составил 2,8–3,3 тыс./га (табл. 1).

Большое значение для кормления животных имеет качество кормов, особенно содержание сырого протеина. В наших исследованиях значительного различия между вариантами не установлено. Количество сырого протеина было в пределах 10,38–12,44 %.

Содержание сырого жира с повышением доз извести увеличилось с 3,13 до 3,97 %, внесение NPK по фону извести повышало содержание сырого жира до 3,54–3,80 % (в контроле 3,12 %, НСР<sub>05</sub> – 0,35 %).

Содержание сырой клетчатки с повышением доз извести, а также внесение NPK по фону извести способствовало некоторому увеличению количества клетчатки и сырой золы, но определенных закономерностей не установлено.

Количество сухого вещества в многолетних травах снижалось в вариантах с известью и NPK на известкованной почве, но в пределах ошибки и только в варианте с NPK снижение содержания сухого вещества было математически доказуемой (2,76 %).

**Выводы. Рекомендации.** В результате длительных исследований по применению минеральных удобрений по фону последствия различных доз извести позволяет сделать следующие выводы:

1. Известковые материалы, внесенные в почву более 30 лет назад и также минеральные удобрения, вносимые ежегодно на ранее известкованную почву повышали содержание органического вещества за счет трансформации корнепоживных остатков и переводу трудноусвояемых элементов питания почвы в легкодоступные для растений.

2. Установлено, что мелиоранты продолжали подщелачивать почву, снижая обменную и гидролитическую кислотности. В вариантах без удобрений и с минеральными удобрениями наблюдалось снижение содержания гумуса, обменная кислотность осталась на прежнем уровне, гидролитическая кислотность снизилась на 2–3 ммоль/100 г почвы. Содержание подвижного фосфора значительно повысилось из-за недостаточного его использования растениями на холодных почвах Севера. Количество подвижного калия снижалось из-за его большого выноса растениями.

3. Наибольшая урожайность многолетних трав получена в вариантах внесения минеральных удобрений по фону последствия известковых материалов (5,0–5,5 т/га сухого вещества, в контроле 2,8 т/га).

4. Исследования показали, что значительных изменений по качеству многолетних трав при внесении удобрений не установлено.

### Литература

1. Новоселов С. И., Горохов С. А. Действие и последствие органических удобрений в севообороте // *Агрохимия*. 2013. № 8. С. 30–37.
2. Журбицкий З. И. Влияние внешних условий на минеральное питание растений // *Агрохимия*. 1965. № 3. С. 65–75.
3. Шпаков А. С. Многолетние травы в кормовых севооборотах // *Кормопроизводство*. 1997. № 12. С. 9–11.
4. Гомонова Н. Ф., Овчинникова Н. Ф. Влияние длительного применения минеральных удобрений и известкования на химические свойства, групповой и фракционный состав гумуса дерново-подзолистой почвы // *Агрохимия*. 2006. № 1. С. 85–90.
5. Минеев В. Г., Гомонова Н. Ф., Зенова Г. М. Влияние длительного применения средств химизации на агрохимические и микробиологические свойства дерново-подзолистой почвы // *Агрохимия*. 2008. № 5. С. 16–18.
6. Чеботарев Н. Т. Влияние удобрений и мелиорантов на повышение плодородия и продуктивности дерново-подзолистой почвы Республики Коми // *Аграрный вестник Урала*. 2011. № 1. С. 5–7.
7. Авдонин Н. С., Лебедева Л. А. Влияние длительного применения удобрений и известкования на свойства кислых почв // *Агрохимия*. 1970. № 7. С. 3–11.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 350 с.
9. Кирпичников Н. А. К вопросу оптимизации фосфорного режима дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв // *Агрохимия*. 1998. № 8. С. 12–21.



10. Кукреш Н. П. Влияние известкования на агрохимические свойства почвы и урожай севооборота // Агрохимия. 2003. № 2. С. 110–115.
11. Небольсин А. Н., Небольсина З. П. Оптимальные для растений параметры кислотности дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. 1997. № 6. С. 9–26.
12. Глазунова Н. М. Эффективность фосфоритной муки на дерново-подзолистой известкованной почве // Агрохимия. 1998. № 10. С. 17–23.
13. Лапа В. В., Ивахненко Н. Н. Продуктивность севооборотов и изменение плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2012. № 9. С. 41–48.
14. Bimbas D. Schastoffe in Klarschlamm und Kompost // Leben und Umwelt. 1985. Vol. 22. № 6. P. 131–132.
15. Barber H. S. Greps for cave-inhabiting // Sci. Sos. 1998. № 46. P. 259–266.

#### References

1. Novoselov S. I., Gorokhov S. A. Action and a consequence of organic fertilizers in a crop rotation // Agrochemistry. 2013. № 8. P. 30–37.
2. Zhurbitsky Z. I. Influence of external conditions on mineral food of plants // Agrochemistry. 1965. № 3. P. 65–75.
3. Shpakov A. S. Long-term herbs in fodder crop rotations // Forage production. 1997. № 12. P. 9–11.
4. Gomonova N. F., Ovchinnikova N. F. Influence of prolonged use of mineral fertilizers and lime application on chemical properties, group and fractional structure of a humus of the cespitose and podsolic soil // Agrochemistry. 2006. № 1. P. 85–90.
5. Mineev V. G., Gomonova N. F., Zenova G. M. Influence of prolonged use of means of chemicalization on agrochemical and microbiological properties of the cespitose and podsolic soil // Agrochemistry. 2008. № 5. P. 16–18.
6. Chebotaryov N. T. Influence of fertilizers and ameliorants on increase in fertility and efficiency of the cespitose and podsolic soil of the Komi Republic // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. № 1. P. 5–7.
7. Avdonin N. S., Lebedeva L. A. Influence of prolonged use of fertilizers and lime application on properties of sour soils // Agrochemistry. 1970. № 7. P. 3–11.
8. Dospekhov B. A. Technique of field experiment. M., 1985. 350 p.
9. Kirpichnikov N. A. To a question of optimization of the phosphoric mode cespitose and podsolic soils // Agrochemistry. 1998. № 8. P. 12–21.
10. Kukresh N. P. Influence of lime application on agrochemical properties of the soil and harvest of a crop rotation // Agrochemistry. 2003. № 2. P. 110–115.
11. Nebolsin A. N., Nebolsina Z. P. Optimalnye for plants parameters of acidity of the cespitose and podsolic soil // Agrochemistry. 1997. № 6. P. 9–26.
12. Glazunova N. M. Efficiency of phosphate rock on the cespitose and podsolic lime soil // Agrochemistry. 1998. № 10. P. 17–23.
13. Lapa V. V., Ivakhnenko N.N. Productivity of crop rotations and change of fertility of the cespitose and podsolic sandy soil at prolonged use of fertilizers // Agrochemistry. 2012. № 9. P. 41–48.
14. Bimbas D. Schastoffe in Klarschlamm und Kompost // Leben und Umwelt. 1985. Vol. 22. № 6. P. 131–132.
15. Barber H. S. Greps for cave-inhabiting // Sci. Sos. 1998. № 46. P. 259–266.