

АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛАУКОНИТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В. Н. БОСАК, Т. В. САЧИВКО, М. П. АКУЛИЧ, Н. В. УЛАХОВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: bosak1@tut.by

С. С. МАНКЕВИЧ, О. Ф. КУЗЬМЕНКОВА, Г. Д. СТРЕЛЬЦОВА, А. Г. ЛАПЦЕВИЧ

ГП «НПЦ по геологии»,
г. Минск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 15.01.2021)

Глауконитсодержащие породы, которые являются попутным сырьем при планируемой добыче базальтов вендской трапповой формации в юго-западной части Республики Беларусь (месторождение Новодворское), а также широко распространены здесь среди вскрышных пород в карьерах, где добывается мергельно-меловое сырье, с учетом их минералогического и химического состава в сельском хозяйстве могут быть использованы в первую очередь в качестве калийсодержащих агромелиорантов при возделывании различных сельскохозяйственных культур.

В совместных исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и ГП «НПЦ по геологии» изучено влияние породы глауконитсодержащей на урожайность и качество товарной продукции зерновых, овощных и пряно-ароматических культур: яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Любава, ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Бацька, фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) сорта Чыжовенка, пажитника голубого (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) сорта Росквіт, укропа пахучего (*Anethum graveolens* L.) сорта Грибовский, базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) сорта Володар.

В результате исследований установлено, что применение породы глауконитсодержащей на фоне полного минерального удобрения увеличило урожайность зерна яровой пшеницы на 3,0 ц/га при общей урожайности зерна 55,7 ц/га, зерна ярового ячменя – на 2,9 ц/га при общей урожайности зерна 57,1 ц/га, бобов фасоли овощной – на 16 ц/га при общей урожайности бобов 278 ц/га, зеленой массы пажитника голубого – на 9 ц/га при общей урожайности зеленой массы 161 ц/га, зеленой массы укропа пахучего – на 7 ц/га при общей урожайности зеленой массы 141 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 11 ц/га при общей урожайности зеленой массы 227 ц/га.

Применение полного минерального удобрения способствовало дополнительному сбору зерна яровой пшеницы 16,9 ц/га, зерна ярового ячменя – 18,1 ц/га, бобов фасоли овощной – 99 ц/га, зеленой массы пажитника голубого – 34 ц/га, зеленой массы укропа пахучего – 25 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – 68 ц/га.

Ключевые слова: порода глауконитсодержащая, яровая пшеница, яровой ячмень, фасоль овощная, пажитник голубой укроп пахучий, базилик обыкновенный.

Glauconite-bearing rocks, which are associated raw materials for the planned mining of basalts of the Vendian trap formation in the southwestern part of the Republic of Belarus (Novodvorskoye deposit), and are also widespread here among overburden rocks in quarries where marl-chalk raw materials are mined, taking into account their mineralogical and chemical composition, can be used in agriculture primarily as potassium-containing agromeliorants in the cultivation of various crops.

In joint studies of the Belarusian State Agricultural Academy and the SPC for Geology, they studied the influence of glauconite-containing rock on the yield and quality of marketable products of grain, vegetable and spicy-aromatic crops: spring wheat (*Triticum aestivum* L.) of Liubava variety, spring barley (*Hordeum vulgare* L.) of Batska variety, vegetable beans (*Phaseolus vulgaris* L.) of Chyzhovenka variety, blue fenugreek (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) of Roskvit variety, odorous dill (*Anethum graveolens* L.) of Gribovskii variety, common basil (*Ocimum basil* L.) of Volodar variety.

As a result of the research, it was found that the use of glauconite-containing rock against the background of complete mineral fertilization increased the yield of spring wheat grain by 0.30 t / ha with a total grain yield of 5.57 t / ha, spring barley grain – by 0.29 t / ha with a total grain yield of 5.71 t / ha, vegetable beans – by 1.6 t / ha with a total yield of beans of 27.8 t / ha, green mass of blue fenugreek – by 0.9 t / ha with a total yield of green mass of 16.1 t / ha, odorous dill – by 0.7 t / ha with a total yield of green mass of 14.1 t / ha, green mass of common basil – by 1.1 t / ha with a total yield of green mass of 22.7 t / ha.

The use of full mineral fertilizer contributed to the additional harvest of spring wheat grain of 1.69 t / ha, spring barley grain – 1.81 t / ha, vegetable beans – 9.9 t / ha, green mass of blue fenugreek – 3.4 t / ha, green mass of dill odorous – 2.5 t / ha, green mass of common basil – 6.8 t / ha.

Key words: glauconite-containing rock, spring wheat, spring barley, vegetable beans, blue fenugreek, odorous dill, common basil.

Введение

Вовлечение в различные отрасли экономики местных сырьевых ресурсов является одним из приоритетных направлений развития как Республики Беларусь, так и других стран. В нашей стране планируется добыча и переработка нового силикатного сырья – базальтов вендской трапповой формации, промышленные залежи которых разведаны в юго-западной части Республики Беларусь (месторождение Новодворское). В геологическом разрезе базальтам сопутствуют вскрышные глауконитсодержащие породы палеогенового возраста, которые также будут извлекаться и накапливаться при добыче базальтового сырья. Глауконитсодержащие породы также широко распространены среди вскрышных пород в карьерах, где добывается мергельно-меловое сырье [1–3].

Глауконитсодержащие породы представляют собой глауконит-кварцевые слюдистые алевриты, алевролиты и тонко-мелкозернистые пески. Минерал глауконит $K(Fe^{3+}, Al, Fe^{2+}, Mg)_2 [AlSi_3O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$ – водный алюмосиликат калия и железа непостоянного состава из группы гидрослюдов, в котором дефицит калия может компенсироваться присутствием катионов Na^+ , Ca^{2+} или H_3O^+ [20]. Содержание глауконита в породах варьирует в пределах 10–25 масс. %; присутствуют также: кварц SiO_2 , полевые шпаты (плаггиоклаз: альбит $Na[AlSi_3O_8]$ – анортит $Ca[Al_2Si_2O_8]$; ортоклаз $K[AlSi_3O_8]$), монтмориллонит $(Na,Ca)_{0,33}(Al, Mg)_2(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot nH_2O$, гидрослюда $K_x(Al, Mg, Fe)_{2-3}(Si_{4-x}Al_xO_{10}) \cdot (OH)_2 \cdot nH_2O$, каолинит $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$, мусковит $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$, сидерит $FeCO_3$, фосфаты $(CH_3O)_nP(O)(OH)_{3-n}$.

В усредненной пробе глауконитсодержащей породы месторождения Новодворское содержание K_2O в среднем составило 1,33–3,10 %, MgO – 0,26–0,28 %, $N_{общ}$ – 0,06–0,07 %, P_2O_5 – 0,12–0,14 %, CaO – 0,91–0,97 %, подвижных соединений марганца – 12,4 мг/кг, кобальта – 4,5 мг/кг, цинка – 13,8 мг/кг, меди – 10,7 мг/кг [2, 4, 5].

Учитывая минеральный и химический состав, существует несколько направлений использования глауконитсодержащих пород. В сельском хозяйстве глауконитсодержащие породы могут использоваться в качестве калийсодержащих агроメリорантов [1–18].

Цель исследования – изучить влияние породы глауконитсодержащей на урожайность и качество различных сельскохозяйственных культур.

Основная часть

Изучение эффективности применения породы глауконитсодержащей проводили в совместных исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и ГП «НПЦ по геологии» на протяжении 2017–2020 гг.

Полевые опыты проводили в УО БГСХА на окультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с яровой пшеницей (*Triticum aestivum* L.) сорта Любава, яровым ячменем (*Hordeum vulgare* L.) сорта Бацька, фасолью овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) сорта Чыжовенка, пажитником голубым (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) сорта Росквіт, укропом пахучим (*Anethum graveolens* L.) сорта Грибовский, базиликом обыкновенным (*Ocimum basilicum* L.) сорта Володар.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} 6,5–6,8, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 390–410 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 370–390 мг/кг, гумуса (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) – 2,9–3,1 % (индекс агрохимической окультуренности 1,0).

Схема опыта включала варианты без применения удобрений, варианты с внесением под предпосевную культивацию $N_{40-90}P_{40-50}K_{50-90}$ (карбамид, аммофос, хлористый калий), а также варианты с применением глауконитсодержащей породы. Минеральные удобрения и породу глауконитсодержащую вносили весной под предпосевную культивацию. При возделывании яровой пшеницы и ярового ячменя в стадию первого узла проводили дополнительную подкормку азотом (N_{30}). Доза глауконитсодержащей породы составляла 600 кг/га, которую вносили на фоне двух доз калия: полной K_{70-90} и сокращенной на 20 кг/д.в. (K_{50-70}).

Полевые и лабораторные исследования, а также статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [19–25].

Как показали результаты полевых опытов, в среднем за годы исследований применение породы глауконитсодержащей в дозе 600 кг/га на фоне полного минерального удобрения увеличило урожайность зерна яровой пшеницы на 3,0 ц/га, зерна ярового ячменя – на 2,9 ц/га, бобов фасоли овощной – на 16 ц/га, зеленой массы пажитника голубого – на 9 ц/га, зеленой массы укропа пахучего – на 7 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 11 ц/га (таблица).

На фоне пониженной дозы калия (K_{50-70}) в варианте с применением 600 кг/га породы глауконитсодержащей урожайность товарной продукции исследуемых сельскохозяйственных культур получена на уровне урожайности как в варианте с полным минеральным удобрением, так и в варианте с применением аналогичной дозы породы глауконитсодержащей на фоне полной дозы калия (K_{70-90}). Данная закономерность свидетельствует о возможности экономии 20 кг/га д. в. калия при применении изучаемой дозы глауконитсодержащей породы при возделывании исследуемых зерновых, овощных и пряно-ароматических культур.

Применение полного минерального удобрения увеличило урожайность зерна яровой пшеницы на 16,9 ц/га, зерна ячменя – на 18,1 ц/га, бобов фасоли овощной – на 99 ц/га, зеленой массы пажитника голубого – на 34 ц/га, зеленой массы укропа пахучего – на 25 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 68 ц/га, а также содержание сырого протеина в товарной продукции.

Внесение глауконитсодержащей породы практически не сказалось на содержании чырого протеина в зерне, бобах и зеленой массы исследуемых зерновых, овощных и пряно-ароматических культур.

Влияние минеральных удобрений и породы глауконитсодержащей на урожайность и качество товарной продукции сельскохозяйственных культур

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га		Сырой протеин, %
		контроль	фон	
Яровая пшеница (<i>Triticum aestivum</i> L.), зерно				
Без удобрений	35,8	–	–	12,5
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₉₀ – фон	52,7	16,9	–	13,6
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₇₀ + глауконит	53,4	17,6	–	13,7
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₉₀ + глауконит	55,7	19,9	3,0	14,5
НСР ₀₅	2,4			0,7
Яровой ячмень (<i>Avena sativa</i> L.), зерно				
Без удобрений	36,1	–	–	9,4
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₉₀ – фон	54,2	18,1	–	10,0
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₇₀ + глауконит	56,0	19,9	–	10,2
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₉₀ + глауконит	57,1	21,1	2,9	10,8
НСР ₀₅	2,5			0,6
Фасоль овощная (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), бобы				
Без удобрений	163	–	–	15,3
N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀ – фон	262	99	–	16,1
N ₅₀ P ₅₀ K ₇₀ + глауконит	267	104	–	16,0
N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀ + глауконит	278	115	16	16,3
НСР ₀₅	13			0,7
Пажитник голубой (<i>Trigonella caerulea</i> (L.) Ser.), зеленая масса				
Без удобрений	118	–	–	18,1
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ – фон	152	34	–	18,8
N ₄₀ P ₄₀ K ₅₀ + глауконит	157	39	–	18,3
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + глауконит	161	43	9	18,5
НСР ₀₅	7			0,9
Укроп пахучий (<i>Anethum graveolens</i> L.), зеленая масса				
Без удобрений	109	–	–	19,4
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀ – фон	134	25	–	21,9
N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀ + глауконит	138	29	–	21,4
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀ + глауконит	141	32	7	21,9
НСР ₀₅	6			0,9
Базилик обыкновенный (<i>Ocimum basilicum</i> L.), зеленая масса				
Без удобрений	148	–	–	14,3
N ₆₀ P ₄₀ K ₇₀ – фон	216	68	–	15,1
N ₆₀ P ₄₀ K ₅₀ + глауконит	219	71	–	15,1
N ₆₀ P ₄₀ K ₇₀ + глауконит	227	79	11	15,2
НСР ₀₅	10			

Предварительные исследования по выветриванию глауконитсодержащих пород показали, что в почвенный раствор наряду с калием, кальцием и магнием активно переходят катионы алюминия и железа, что приводит к подкислению почвенного раствора. Поэтому внесение глауконитсодержащих пород более эффективно на нейтральных почвах, а также под культуры-кальциефобы, которые требуют для своего роста и развития более кислую реакцию почвенного раствора [26–29]. Рекомендуется также ограничить дозы внесения глауконитсодержащих пород (не более 1 т/га).

Заключение

В исследованиях на окультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве применение минеральных удобрений и породы глауконитсодержащей существенно увеличило урожайность товарной продукции зерновых, овощных и пряно-ароматических культур (яровая пшеница, яровой ячмень, фасоль овощная, пажитник голубой, укроп пахучий, базилик обыкновенный).

Внесение минеральных удобрений обеспечило прибавку урожая зерна яровой пшеницы 16,9 ц/га, зерна ярового ячменя – 18,1, бобов фасоли овощной – 99, зеленой массы пажитника голубого – 34, зеленой массы укропа пахучего – 25, зеленой массы базилика обыкновенного – 68 ц/га.

Применение породы глауконитсодержащей на фоне полного минерального удобрения увеличило урожайность зерна яровой пшеницы на 3,0 ц/га, зерна ярового ячменя – на 2,9, бобов фасоли овощной – на 16, зеленой массы пажитника голубого – на 9, зеленой массы укропа пахучего – на 7, зеленой

массы базилика обыкновенного – на 11 ц/га при общей урожайности товарной продукции соответственно 55,7 ц/га (яровая пшеница), 57,1 (яровой ячмень), 278 (фасоль овощная), 161 (пажитник голубой), 141 (укроп пахучий) и 227 ц/га (базилик обыкновенный).

ЛИТЕРАТУРА

1. Глауконитсодержащие породы поискового участка Пинский (Беларусь) / О. Ф. Кузьменкова [и др.] // Геология и минерально-сырьевые ресурсы запада Восточно-Европейской платформы: проблемы изучения и рационального использования. – Минск: СтройМедиаПроект, 2017. – С. 172–176.
2. Применение агромелиорантов при возделывании сельскохозяйственных культур: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 18 с.
3. Стрельцова, Г. Д. К вопросу об использовании глауконитсодержащих пород Беларуси / Г. Д. Стрельцова // Проблемы геологии Беларуси и смежных территорий. – Минск: СтройМедиаПроект, 2018. – С. 257–261.
4. Порода глауконитсодержащая: технические условия ТУ ВУ 192018546.017-2020 / О. Ф. Кузьменкова [и др.]. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2020. – 11 с.
5. Hydrothermal alteration of the Ediacaran Volyn-Brest volcanics on the western margin of the East European Craton / J. Śródoń [et al.] // Precambrian Research. – Nr. 325. – P. 217–235.
6. Акулич, М. П. Урожайность и качество укропа пахучего в зависимости от применения минеральных удобрений, агромелиорантов и биопрепаратов / М. П. Акулич, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2019. – Т. 27. – С. 6–11.
7. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность применения агромелиорантов и биопрепаратов при возделывании укропа пахучего / В. Н. Босак, М. П. Акулич // Овощеводство. – 2020. – Т. 28. – С. 6–12.
8. Кольненьков, В. П. Сорбция Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , Ni^{2+} и Mn^{2+} из водных растворов на глауконите и породах с его участием / В. П. Кольненьков, Г. Д. Стрельцова, Л. И. Мурашко // Природные ресурсы. – 2012. – № 2. – С. 5–11.
9. Левченко, Е. Н. Глауконит России: состояние, перспективы освоения и развития минерально-сырьевой базы / Е. Н. Левченко, Л. П. Тигунов. – Москва: ВИМС, 2011. – 65 с.
10. Мурашко, Л. И. Глауконит в палеогеновых отложениях Беларуси / Л. И. Мурашко // Літасфера. – 1996. – № 4. – С. 111–120.
11. О возможностях использования в сельском хозяйстве глауконита из пород Бакчарского месторождения (Западная Сибирь) / М. А. Рудмин [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2016. – Т. 327, № 11. – С. 6–16.
12. Павлюкевич, Ю. Г. Использование глауконита для получения облицовочных керамических материалов / Ю. Г. Павлюкевич, И. А. Левицкий, Л. И. Мурашко // Техника и технология силикатов. – 2000. – № 12. – С. 113–115.
13. Перспективы использования вмещающих пород при добыче базальтов / В. Н. Босак [и др.] // Отходы, причины их образования и перспективы использования. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – С. 67–69.
14. Применение агромелиорантов при возделывании зеленных и пряно-ароматических культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник БГСХА. – 2020. – № 1. – С. 92–96.
15. Характеристика и направления использования новых видов агромелиорантов / В. Н. Босак [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 30–32.
16. Эффективность использования глауконитов в агробиоценозах / В. Н. Босак [и др.] // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – С. 501–503.
17. Franzosi, C. Technical Evaluation of Glauconites as Alternative Potassium Fertilizer from the Salamanca Formation, Patagonia, Southwest Argentina / C. Franzosi, L.N. Castro, A.M. Celeda // Natural Resources Research – 2014. – V. 23 (3). – P. 311–320.
18. The potential of glauconitic sandstone as a potassium fertilizer for olive plants / E. Karimi, A. Abdolzadeh, H.R. Sadeghipour, A. Aminei // Archives Agronomy Soil Science. – 2011. – V. 58 (9). – P. 983–993.
19. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
20. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
21. Лапа, В. В. Методические указания по проведению регистрационных испытаний макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / В. В. Лапа, М. В. Рак, С. А. Титова; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 36 с.
22. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.
23. Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 683 с.
24. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
25. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур: рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
26. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
27. Известкование почв в севооборотах с кальциефобными культурами: рекомендации / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2006. – 24 с.
28. Смянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
29. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.