

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

## АГРОНОМИЯ

### AGRICULTURAL SCIENCES

### AGRONOMY

УДК 631. 4/5 + 631.8

**В. Н. Босак<sup>1</sup>, Т. В. Сачивко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Свердлова, 13а, 220006 Минск, Республика Беларусь, +375 (29) 704 95 12, bosak1@tut.by

<sup>2</sup> Учреждение образования «Белорусская государственная академия орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ул. Мичурина, 5, 213407 Горки, Республика Беларусь, +375 (33) 693 50 25, sachyuka@rambler.ru

#### ПРИМЕНЕНИЕ САПОНИТСОДЕРЖАЩЕГО БАЗАЛЬТОВОГО ТУФА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Сапонитсодержащие базальтовые туфы, с учетом их минерального и химического состава, являются перспективным силикатным сырьем в промышленности, могут использоваться в качестве мелиоранта широкого спектра действия в агробиоценозах, природного сорбента тяжелых металлов и радионуклидов, для нейтрализации и обезжелезивания вод.

В статье приведены результаты исследования эффективности применения сапонитсодержащего базальтового туфа при возделывании фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) и базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) на дерново-подзолистой супесчаной почве со средним содержанием обменного магния (110—120 мг / кг почвы).

Предпосевное внесение сапонитсодержащего базальтового туфа в дозах по магнию Mg<sub>20—80</sub> увеличило урожайность бобов фасоли овощной на 14,2—16,2 ц / га, зеленой массы базилика обыкновенного — на 0,18—0,24 кг / м<sup>2</sup> с лучшими показателями агрономической эффективности при внесении Mg<sub>40</sub> (фасоль овощная) и Mg<sub>20</sub> (базилик обыкновенный) на фоне полного минерального удобрения.

**Ключевые слова:** сапонитсодержащий базальтовый туф; дерново-подзолистая супесчаная почва; магний; фасоль овощная; базилик обыкновенный.

Табл. 2. Библиогр.: 17 назв.

**V. M. Bosak<sup>1</sup>, T. U. Sachyuka<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Belarusian State Technological University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 13a, Sverdlova str., 220006 Minsk, Belarus, +375 (29) 704 95 12, bosak1@tut.by

<sup>2</sup> Belarusian State Agricultural Academy in the name of order of the October Revolution and Labor Red Banner, Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus, 5, Michurina str., 213407 Gorki, Belarus, +375 (33) 693 50 25, sachyuka@rambler.ru

#### APPLICATION OF SAPONITE-CONTAINING BASALTIC TUFFS IN THE CULTIVATION OF VEGETABLE CROPS

Saponite-containing basaltic tuffs, given their mineralogical and chemical composition, are prospective silicate raw materials in industry. They can also be used as broad spectrum ameliorant in agrobiocenosis, natural sorbent of heavy metals and radionuclides as well as for neutralization and deferrization of water.

The paper presents the results of research on the effectiveness of application of saponite-containing basaltic tuffs in the cultivation of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and basil (*Ocimum basilicum* L.) on sod-podzolic sandy loamy soil with an average content of exchangeable magnesium (110—120 mg / kg of soil).

Pre-plant application of saponite-containing basaltic tuffs in Mg doses of Mg<sub>20–80</sub> increased yield of green beans by 14.2—16.2 dt / ha, green mass of basil — by 0.18—0.24 kg / m<sup>2</sup> with better agronomic efficiency in case of application of Mg<sub>40</sub> (green beans) and Mg<sub>20</sub> (basil) against the background of complete mineral fertilizing.

**Key words:** saponite-containing basaltic tuff; sod-podzolic sandy loamy soil; magnesium; green beans; basil.

Table 2. Ref.: 17 titles.

**Введение.** Обеспечение населения Республики Беларусь разнообразной овощной продукцией является важной социально-экономической задачей. Рекомендуемые нормы потребления для взрослого человека (в зависимости от возраста, пола и физической нагрузки) составляют от 114 до 182 кг в год. В Республике Беларусь валовой сбор овощей в 2015 году составил 1686,7 тыс. т при средней урожайности 244 ц / га. Уровень потребления овощей, бахчевых культур и продуктов их переработки в 2015 году в нашей стране составил 145 кг при уровне самообеспечения овощной продукцией 94,8%. Импорт овощей, бахчевых культур и продуктов их переработки в 2015 году составил 543,2 тыс. т [1].

Фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.) и базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) относятся к ценным овощным культурам.

Расширение площади возделывания бобовых овощных культур, в частности фасоли овощной, имеет важное продовольственное (свежая, свежемороженая, консервированная фасоль, продукты для детского и диетического питания и т. д.), экономическое (обеспечение импортозамещения), агротехническое и агрохимическое (обогащение почвы симбиотически фиксированным азотом, использование в качестве удобрения побочной продукции фасоли овощной и т. д.) [2—4].

Возделывание базилика также имеет определенное значение для Республики Беларусь: обеспечение высококачественным сырьем пищевой промышленности (мясоперерабатывающей, ликеро-водочной, консервной, в качестве специй и т. д.); применение в традиционной и народной медицине, фармацевтике, парфюмерии, декоративном садоводстве и т. д. Непосредственное употребление базилика в свежем виде также весьма актуально: в настоящее время обеспеченность населения нашей страны зелеными и пряными овощами составляет всего 30—34% от рекомендованной нормы [5—9].

Наряду с другими приемами агротехники, применение удобрений способствует получению высоких и устойчивых урожаев товарной продукции овощных культур, в том числе фасоли овощной и базилика обыкновенного [2; 3; 10].

В этой связи актуальным является применение дополнительных источников макро- и микроэлементов, в частности, измельченного сапонитсодержащего базальтового туфа, месторождения которого обнаружены в юго-западной части Республики Беларусь. Глубина залегания туфов варьирует от 40—150 м в Ивановском и Пинском районах до 150—300 м — в Волковысском, Дрогичинском и Малоритском, 600—1 500 м — в Брестском и Кобринском районах [11—13].

Основу сапонитсодержащих туфов составляет глинистый минерал, слоистый силикат из группы монтмориллонита (смакитов) сапонит  $(Ca_{0,5}, Na)_{0,3}[(Mg, Fe)_3(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \times 4H_2O$  (англ. saponite).

В усредненных пробах, отобранных в Пинском, Ивановском и Малоритском районах Брестской области, содержание MgO составило 6,53—9,87%, K<sub>2</sub>O — 0,79—3,46%, N<sub>общ</sub> — 0,14—0,18%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,22—0,24%, Na<sub>2</sub>O — 2,31—3,29%, CaO — 0,04—1,94%, FeO — 17,06—24,20%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 11,50—14,49%, SiO<sub>2</sub> — 41,82—57,12%.

Наряду с макроэлементами в туфе обнаружены микроэлементы: содержание подвижных форм марганца в среднем составило 162,39 мг / кг, кобальта — 4,45 мг / кг, цинка — 35,37 мг / кг, меди — 51,69 мг / кг.

Сапонитсодержащие базальтовые туфы, с учетом их минерального и химического состава, являются перспективным силикатным сырьем в промышленности (производство

портландцемента, керамических изделий, стекла и стеклокристаллических материалов, приготовление буровых промывочных жидкостей), а также могут использоваться в качестве мелиоранта широкого спектра действия в агробиоценозах, природного сорбента тяжелых металлов и радионуклидов, для нейтрализации и обезжелезивания вод [11—15].

В агропромышленном комплексе сапонитсодержащие базальтовые туфы могут быть использованы, в первую очередь, в качестве источника магния для питания сельскохозяйственных, в том числе овощных, культур.

Цель исследования — изучить агрономическую эффективность применения измельченного сапонитсодержащего базальтового туфа при возделывании фасоли овощной и базилика обыкновенного.

**Методология, методы и организация исследования.** Исследования по изучению эффективности применения измельченного сапонитсодержащего базальтового туфа проводили в полевых опытах на протяжении 2014—2016 годов в Дзержинском районе Минской области Республики Беларусь на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели:  $pH_{KCl}$  5,5—5,7; содержание  $P_2O_5$  (0,2 М HCl) — 135—145 мг / кг;  $K_2O$  (0,2 М HCl) — 120—130 мг / кг; гумуса (0,4 н  $K_2Cr_2O_7$ ) — 2,2—2,4%; CaO (1 М KCl) — 1 484—1 685 мг / кг; MgO (1 М KCl) — 110—120 мг / кг почвы.

Исследуемая почва характеризовалась повышенным содержанием гумуса и кальция, средним содержанием фосфора и магния, низким содержанием калия, а также слабокислой реакцией почвенной среды.

Схема опытов в 4-кратной повторности предусматривала контрольный вариант без применения удобрений, варианты с внесением в предпосевную культивацию полного минерального удобрения NPK (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) и различных доз сапонитсодержащего базальтового туфа (дозы были рассчитаны по магнию —  $Mg_{20-80}$ ), а также некорневую обработку посевов 4%-м раствором сульфата магния ( $Mg_8$ ).

В исследованиях с фасолью овощной, учитывая большую отзывчивость зернобобовых культур на применение магнийсодержащих удобрений, максимальная доза сапонитсодержащего базальтового туфа по магнию составила 80 кг / га, минимальная — 40 кг / га, при возделывании базилика обыкновенного — 60 и 20 кг / га соответственно.

Исследуемые культуры — фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.) сорта Чыжовенка и базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) сорта Магия.

Полевые исследования, проведение лабораторных анализов и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [16; 17].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В проведенных исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве применение удобрений оказало определенное влияние на урожайность и качество фасоли овощной и базилика обыкновенного.

В исследованиях с фасолью овощной применение минеральных удобрений  $N_{50}P_{60}K_{120}$  увеличило урожайность бобов в фазу технологической спелости в среднем за три года исследований на 93,6 ц / га, различных доз сапонитсодержащего базальтового туфа — на 14,2—16,2 ц / га при общей урожайности бобов в удобренных вариантах 251,7—267,9 ц / га (таблица 1).

В вариантах с применением сапонитсодержащего базальтового туфа увеличение урожайности товарной продукции фасоли овощной отмечено в дозах до 60 кг / га магния, однако повышение дозы магния с 40 до 60 кг / га не приводило к дальнейшему существенному росту прибавки урожая бобов в сравнении с  $Mg_{40}$ . Дальнейшее увеличение дозы магния до 80 кг / га не способствовало повышению урожайности бобов фасоли овощной.

Т а б л и ц а 1. — Влияние удобрений на урожайность и качество фасоли овощной (2014—2016 годы)

T a b l e 1. — Influence of fertilizers on productivity and quality of green beans (2014—2016)

Вариант	Бобы, ц / га				Прибавка, ц / га		Сырой протеин, %
	2014	2015	2016	среднее	контроль	фон	
Контроль без удобрений	150,3	161,8	162,3	158,1	—	—	15,5
N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> – фон	252,1	248,2	254,7	251,7	93,6	—	16,6
N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>8</sub>	264,8	265,3	267,3	265,8	107,7	14,1	16,8
N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>40</sub>	265,7	264,9	267,2	265,9	107,8	14,2	16,8
N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>60</sub>	268,7	265,8	269,2	267,9	109,8	16,2	16,9
N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>80</sub>	262,9	265,4	272,9	267,1	109,0	15,4	16,9
НСР <sub>05</sub>	12,1	12,3	12,2	12,2	—	—	0,8

Некорневая обработка посевов фасоли овощной сульфатом магния увеличила урожайность бобов фасоли овощной на 14,1 ц / га и по эффективности практически совпадала с вариантами с предпосевным внесением сапонитсодержащего базальтового туфа.

Содержание сырого протеина в бобах фасоли овощной увеличивалось с 15,5 до 16,6% в варианте с применением полного минерального удобрения, однако практически не зависело от применения различных доз сапонитсодержащего базальтового туфа и некорневой обработки посевов сульфатом магния (16,8—16,9%).

При возделывании базилика обыкновенного применение N<sub>45</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> увеличило урожайность зеленой массы на 0,21 кг / м<sup>2</sup>, сульфата магния — на 0,15 кг / м<sup>2</sup>, различных доз сапонитсодержащего базальтового туфа — на 0,18—0,24 кг / м<sup>2</sup> при общей урожайности зеленой массы в удобренных вариантах 2,29—2,51 кг / м<sup>2</sup> (таблица 2).

Применение различных доз сапонитсодержащего базальтового туфа и некорневая обработка посевов сульфатом магния способствовала существенному увеличению урожайности зеленой массы базилика обыкновенного в сравнении с фоновым вариантом. Наибольшая урожайность зеленой массы базилика обыкновенного 2,51 кг / м<sup>2</sup> в среднем за три года исследований получена в варианте с полным минеральным удобрением и применением сапонитсодержащего базальтового туфа в дозе 40 кг / га по магнию, однако существенной разницы в урожайности во всех вариантах с применением магнийсодержащих удобрений в исследованиях не отмечено.

Т а б л и ц а 2. — Влияние удобрений на урожайность и качество базилика обыкновенного (2014—2016 годы)

T a b l e 2. — Influence of fertilizers on productivity and quality of basil (2014—2016)

Вариант	Зеленая масса, кг / м <sup>2</sup>				Прибавка, кг / м <sup>2</sup>		Сырой протеин, %
	2014	2015	2016	среднее	контроль	фон	
Контроль без удобрений	2,03	2,07	2,08	2,06	—	—	14,1
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> — фон	2,22	2,29	2,35	2,29	0,21	—	14,8
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + Mg <sub>8</sub>	2,38	2,43	2,45	2,42	0,36	0,15	14,9
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + Mg <sub>20</sub>	2,39	2,46	2,49	2,45	0,39	0,18	14,9
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + Mg <sub>40</sub>	2,45	2,53	2,55	2,51	0,45	0,24	15,0
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + Mg <sub>60</sub>	2,42	2,45	2,51	2,46	0,40	0,19	14,9
НСР <sub>05</sub>	0,11	0,12	0,12	0,12	—	—	0,6

Содержание сырого протеина в зеленой массе базилика обыкновенного увеличивалось на 0,9% в варианте с применением полного минерального удобрения, однако практически не зависело от применения различных доз сапонитсодержащего базальтового туфа и некорневой обработки посевов сульфатом магния (14,9—15,0%).

Содержание общего азота в зеленой массе базилика обыкновенного составило 2,26—2,40%, фосфора — 1,63—1,74%, калия — 4,12—4,47%, кальция — 3,77—3,79%, магния — 0,89—0,95%.

Содержание общего азота в бобах фасоли овощной оказалось 2,48—2,70%, фосфора — 0,92—1,08%, калия — 2,44—2,70%, кальция — 0,34—0,36%, магния — 0,38—0,43%; в ботве — 1,57—1,75% (N), 0,65—0,78% (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 3,11—3,34% (K<sub>2</sub>O), 0,45—0,46% (CaO) и 0,34—0,39% (MgO) соответственно.

Применение минеральных удобрений и сапонитсодержащего базальтового туфа увеличило содержание в основной и побочной продукции исследуемых овощных культур азота, фосфора и калия. Внесение сапонитсодержащего базальтового туфа и сульфата магния практически не сказалось на содержании основных элементов питания. Можно лишь отметить некоторое увеличение содержания магния в вариантах с возрастающими дозами сапонитсодержащего базальтового туфа.

**Заключение.** В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве со средним содержанием обменного магния (110—120 мг / кг почвы) применение сапонитсодержащего базальтового туфа в дозах 40—80 кг / га MgO увеличило урожайность бобов фасоли овощной на 14,2—16,2 ц / га с лучшими показателями агрономической эффективности при внесении Mg<sub>40</sub> на фоне полного минерального удобрения (урожайность бобов — 265,9 ц / га, содержание сырого протеина — 16,8%).

При возделывании базилика обыкновенного применение сапонитсодержащего базальтового туфа в дозах 20—60 кг / га MgO увеличило урожайность зеленой массы на 0,18—0,24 кг / м<sup>2</sup> с лучшими показателями агрономической эффективности при внесении Mg<sub>20</sub> на фоне полного минерального удобрения (урожайность зеленой массы — 2,45 кг / м<sup>2</sup>, содержание сырого протеина — 14,9%).

Некорневая обработка посевов овощных культур сульфатом магния (Mg<sub>8</sub>) увеличила урожайность бобов фасоли овощной на 14,1 ц / га, зеленой массы базилика обыкновенного — на 0,15 кг / м<sup>2</sup>.

#### Список цитируемых источников

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. сб. — Минск : [б. и.], 2016. — 230 с.
2. Босак, В. М. Оптимізація аграхімічних прийомів вирощування фасолі агароднінної / В. М. Босак, У. У. Скарчина, В. М. Мінюк // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. — 2015. — № 1. — С. 65—68.
3. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. — Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2012. — 203 с.
4. Сачивко, Т. В. Особенности селекции и характеристика новых сортов фасоли овощной / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Земледелие и защита растений. — 2017. — № 2. — С. 43—44.
5. Исследование компонентного состава эфирного масла из растительного сырья Республики Беларусь / Н. А. Коваленко [и др.] // Тр. БГТУ. — 2014. — № 4 : Химия, технология органических веществ и биотехнология. — С. 194—196.
6. Сачивко, Т. В. Оценка различных сортов базилика по основным хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко // Вестн. БарГУ. Сер. Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. — 2016. — № 4. — С. 91—95.
7. Сачивко, Т. В. Особенности коллекции пряно-ароматических растений в ботаническом саду / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Тр. БГТУ. — 2016. — № 1 : Лесное хозяйство. — С. 206—210.
8. Сачивко, Т. В. Базилик: особенности селекции и возделывания / Т. В. Сачивко. — Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2015. — 128 с.

9. Особенности агротехники и селекции базилика (*Ocimum L.*) : рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. — Горки : БГСХА, 2015. — 28 с.
10. Применение удобрений при возделывании овощных культур / В. В. Скорина [и др.]. — Минск : БГТУ, 2012. — 16 с.
11. Влияние сапонитсодержащих базальтовых туфов на продуктивность сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак [и др.] // Земледелие и защита растений. — 2016. — № 5. — С. 6—9.
12. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов в земледелии / В. Н. Босак [и др.] — Минск : БГТУ, 2016. — 14 с.
13. Характеристика и перспективы использования сапонитсодержащих базальтовых туфов / Г. Д. Стрельцова [и др.] // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. — 2016. — Вып. 9. — С. 33—36.
14. *Numitor, G. Saponite* / G. Numitor // Fly Press, 2012. — 60 p.
15. Ecological sorbent which is mainly consist of saponite mineral from Ukrainian clay-field / V. Spivak [et al.] // *Chemistry & Chemical Technology*. — 2012. — Vol. 6. — No. 4. — P. 451—457.
16. Агрохимия : практикум / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. — Минск : ИВЦ Минфина, 2010. — 368 с.
17. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посевного материала : сб. отраслевых регламентов. — Минск : Беларус. навука, 2010. — 520 с.

Saponite-containing basaltic tuffs are promising silicate raw materials in the industry (production of Portland cement, ceramics, glass), and can be used as a broad spectrum ameliorant in the agrobiocenosis, as well as natural sorbent of heavy metals and radionuclides. In agriculture saponite-containing basaltic tuffs can be used as a magnesium source ( $MgO$  — 6.53—9.87%) for crop feeding.

Saponite-containing basaltic tuffs occur at a depth of 40 to 1500 m in the southwestern part of the Republic of Belarus. The basis of saponite-containing tuffs is a clay mineral saponite  $(Ca_{0,5}, Na)_{0,3}[(Mg, Fe)_3(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \times 4H_2O$ .

The article presents the results of research on the effectiveness of application of saponite-containing basaltic tuffs in the cultivation of green beans (*Phaseolus vulgaris L.*) and basil (*Ocimum basilicum L.*) on sod-podzolic sandy loamy soil with an average content of exchangeable magnesium (110—120 mg / kg of soil).

Pre-plant application of saponite-containing basaltic tuffs in Mg doses of  $Mg_{20-80}$  increased yield of green beans by 14.2—16.2 dt / ha, green mass of basil — by 0.18—0.24 kg /  $m^2$  with better agronomic efficiency in case of application of  $Mg_{40}$  (green beans) and  $Mg_{20}$  (basil) against the background of complete mineral fertilizing.

Поступила в редакцию 03.05.2017