

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ГП «НПЦ ПО ГЕОЛОГИИ»

ПРИМЕНЕНИЕ АГРОМЕЛИОРАНТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

*Рекомендации
для специалистов сельскохозяйственных организаций,
крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств*

Горки
БГСХА
2020

УДК 631.81:633/635(083.13)

ББК 40.4я73

П76

*Утверждено коллегией Комитета по сельскому хозяйству
и продовольствию Могилевского облисполкома.
Постановление № 47-1 от 13 мая 2020 г.*

*Одобрено Научно-техническим советом УО БГСХА.
Протокол № 2 от 3 февраля 2020 г.*

Авторы:

*В. Н. Босак, Т. В. Сачивко,
М. П. Акулич, Н. В. Улахович (УО БГСХА),
О. Ф. Кузьменкова, Г. Д. Стрельцова, А. Г. Лапцевич,
С. С. Манкевич (ГП «НПЦ по геологии»)*

Рецензент:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *И. Р. Вильдфлуш*

П76 Применение агромелиорантов при возделывании сельскохозяйственных культур : рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Горки : БГСХА, 2020. – 18 с.
ISBN 978-985-7231-93-5.

В рекомендациях дана характеристика новых видов агромелиорантов (сапонитсодержащие базальтовые туфы, порода глауконитсодержащая), приведены результаты исследований эффективности их применения при возделывании различных видов сельскохозяйственных культур.

Для специалистов сельскохозяйственных организаций, крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств.

УДК 631.81:633/635(083.13)

ББК 40.4я73

ISBN 978-985-7231-93-5

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Агромелиоранты – вещества природного и искусственного происхождения, которые оказывают благоприятное влияние на почвенное плодородие, урожай и качество сельскохозяйственных культур. К агромелиорантам в широком смысле слова можно отнести органические и минеральные удобрения, известковые материалы, а также различные органические и минеральные вещества природного и антропогенного происхождения (торф, сапрпель, глаукониты, сапониты, цеолиты, перлит, трепел, вермикулит, фосфогипс, зола и др.) [8, 9, 12–14, 23, 25, 26, 35–37, 48, 50, 65].

В Республике Беларусь в настоящее время планируется добыча и переработка нового силикатного сырья – базальтов вендской трапповой формации, промышленные залежи которых разведаны в юго-западной части Республики Беларусь. В геологическом разрезе им сопутствуют вендские сапонитсодержащие базальтовые туфы и туффиты, а также глауконитсодержащие породы палеогенового возраста, которые также будут извлекаться и накапливаться при добыче базальтового сырья [16, 31, 33, 38, 39, 49, 51, 52].

Основу сапонитсодержащих базальтовых туфов составляет сапонит $(Ca_{0,5}, Na)_{0,3}(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2 \cdot 4H_2O$, глинистый минерал, слоистый силикат из группы монтмориллонита (сметкитов). В составе сапонитсодержащих базальтовых туфов присутствуют также такие минералы, как полевые шпаты (плаггиоклаз: альбит $Na[AlSi_3O_8]$ – анортит $Ca[Al_2Si_2O_8]$; ортоклаз $K[AlSi_3O_8]$), кварц SiO_2 , гидрослюда $K_x(Al, Mg, Fe)_{2-3} \cdot [Si_{4-x}Al_xO_{10}] \cdot (OH)_2 \cdot nH_2O$ ($x \leq 0,5, n \leq 1,5$), каолинит $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$, анальцим $Na[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$ и другие цеолиты, гематит $\alpha-Fe_2O_3$ и др. [11, 17, 19, 40, 53].

В усредненных пробах сапонитсодержащих базальтовых туфов, отобранных в Пинском, Ивановском и Малоритском районах Брестской области, содержание MgO составило 6,53–9,87 %, K_2O – 0,79–3,46 %, $N_{общ}$ – 0,14–0,18 %, P_2O_5 – 0,22–0,24 %, Na_2O – 2,31–3,29 %, CaO – 0,04–1,94 %, подвижных соединений марганца – 162,39 мг/кг, кобальта – 4,45 мг/кг, цинка – 35,37 мг/кг, меди – 51,69 мг/кг.

Глауконитсодержащие породы представляют собой глауконит-кварцевые слоистые алевриты и алевролиты. 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 гидрослуд, в

котором дефицит калия может компенсироваться присутствием катионов Na^+ , Ca^{2+} или H_3O^+ [20, 32, 55]. Содержание глауконита в породах варьирует в пределах 10–25 весовых %; присутствуют также: кварц SiO_2 , полевые шпаты (плагноклаз: альбит $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ – анортит $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$; ортоклаз $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$), каолинит $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$, мусковит $\text{KA}l_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, сидерит FeCO_3 , фосфаты $(\text{CH}_3\text{O})_n\text{P}(\text{O})(\text{OH})_{3-n}$.

В усредненной пробе глауконитсодержащей породы месторождения Новодворское содержание K_2O в среднем составило 1,33–3,10 %, MgO – 0,27 %, $\text{N}_{\text{общ}}$ – 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 [34, 56].

Учитывая минеральный и химический состав, существует несколько направлений использования сапонитсодержащих и глауконитсодержащих пород: производство портландцемента, керамических изделий, стекла и стеклокристаллических материалов, приготовление буровых промывочных жидкостей, в качестве мелиорантов в агробиоценозах, природных сорбентов тяжелых металлов и радионуклидов и т. д. [1, 2, 5, 10, 15, 17–20, 24, 27, 29, 32, 41, 53, 55–58, 61–64].

В сельском хозяйстве сапонитсодержащие базальтовые туфы и глауконитсодержащие породы могут использоваться в качестве магнийсодержащих (сапонитсодержащий базальтовый туф) или калийсодержащих агромелиорантов (порода глауконитсодержащая) [34, 54].

1. ВЛИЯНИЕ САПОНИТСОДЕРЖАЩИХ БАЗАЛЬТОВЫХ ТУФОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Исследования по изучению эффективности применения сапонитсодержащих базальтовых туфов проводили в совместных исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и ГП «НПЦ по геологии» на протяжении 2014–2020 гг.

Полевые опыты проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве в Дзержинском районе Минской области, а также на дерново-подзолистой суглинистой почве в Горецком районе Могилевской области Республики Беларусь.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта дерново-подзолистой супесчаной почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} 5,5–5,7, содержание P_2O_5 (0,2M HCl) – 135–145 мг/кг, K_2O (0,2M HCl) – 120–130 мг/кг, гумуса (0,4 n $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) – 2,2–2,4 %, CaO (1M KCl) – 1484–1685 мг/кг, MgO (1M KCl) – 110–120 мг/кг почвы.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта дерново-подзолистой суглинистой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} 6,5–6,8, содержание P_2O_5 (0,2M HCl) – 390–410 мг/кг, K_2O (0,2M HCl) – 370–390 мг/кг, гумуса (0,4 n $K_2Cr_2O_7$) – 2,9–3,1 %, CaO (1M KCl) – 1615–1740 мг/кг, MgO (1M KCl) – 178–235 мг/кг почвы.

Схема опытов предусматривала контрольный вариант без применения удобрений, варианты с внесением в предпосевную культивацию полного минерального удобрения NPK (карбамид, аммонизированный суперфосфат (аммофос), хлористый калий (сульфат калия)) и различных доз сапонитсодержащих базальтовых туфов (дозы были рассчитаны по магнию – Mg_{20-80}), а также некорневую обработку посевов зернобобовых и овощных культур 4%-ным раствором сульфата магния (эпсомит – $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, Mg_8).

Исследуемые культуры: дерново-подзолистая супесчаная почва – яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорт Тома, овес (*Avena sativa* L.) сорт Запавет, горох посевной (*Pisum sativum* L.) сорт Эйфель, фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.) сорт Чьжовенка, базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) сорт Магия; дерново-подзолистая суглинистая почва – фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.) сорт Чьжовенка, пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) сорт Росквіт, укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.) сорт Грибовский, базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) сорт Володар [21, 30, 42–47, 54].

В результате полевых исследований на дерново-подзолистой супесчаной почве установлено, что применение полного минерального удобрения NPK в среднем за три года существенно увеличило урожайность товарной продукции всех изучаемых сельскохозяйственных культур (табл. 1).

Внесение в предпосевную культивацию $N_{90}P_{60}K_{120}$ увеличило урожайность зерна яровой пшеницы на 25,8 ц/га, $N_{70}P_{50}K_{90}$ – урожайность зерна овса на 14,2 ц/га, $N_{30}P_{60}K_{120}$ – урожайность зерна гороха на 11,8 ц/га, $N_{50}P_{60}K_{120}$ – урожайность бобов фасоли овощной на 94 ц/га, $N_{50}P_{60}K_{120}$ – урожайность зеленой массы базилика на 23 ц/га.

Внесение сапонитсодержащих базальтовых туфов также оказало существенное влияние на урожайность изучаемых сельскохозяйственных культур.

Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов увеличило урожайность зерна яровой пшеницы на 2,6–5,3 ц/га, овса – на 2,4–5,1 ц/га, гороха – на 3,6–4,5 ц/га, бобов овощной фасоли – на 14–16 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 16–22 ц/га.

Таблица 1. Эффективность применения сапонитсодержащих базальтовых туфов на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га		Сырой протеин, %
		контроль	фон	
Яровая пшеница (<i>Triticum aestivum</i> L.), зерно				
Без удобрений	22,3	–	–	12,8
N ₉₀ P ₅₀ K ₁₂₀ – фон	48,1	25,8	–	14,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₂₀	50,7	28,4	2,6	14,7
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₄₀	53,4	31,1	5,3	14,8
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₆₀	53,1	30,8	5,0	14,8
НСР ₀₅	2,4			0,7
Овес (<i>Avena sativa</i> L.), зерно				
Без удобрений	16,5	–	–	9,8
N ₇₀ P ₅₀ K ₉₀ – фон	30,7	14,2	–	12,2
N ₇₀ P ₅₀ K ₉₀ + Mg ₂₀	33,1	16,6	2,4	12,2
N ₇₀ P ₅₀ K ₉₀ + Mg ₄₀	35,7	19,2	5,0	12,3
N ₇₀ P ₅₀ K ₉₀ + Mg ₆₀	35,8	19,3	5,1	12,5
НСР ₀₅	1,8			0,6
Горох посевной (<i>Pisum sativum</i> L.), зерно				
Без удобрений	12,1	–	–	20,5
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	23,9	11,8	–	23,1
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₈	26,7	14,6	2,8	23,4
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₄₀	27,6	15,5	3,7	23,2
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₆₀	28,4	16,3	4,5	23,4
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₈₀	27,5	15,4	3,6	23,4
НСР ₀₅	1,5			0,8
Фасоль овощная (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), бобы				
Без удобрений	158	–	–	15,5
N ₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	252	94	–	16,6
N ₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₈	265	107	13	16,8
N ₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₄₀	266	108	14	16,8
N ₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₆₀	268	110	16	16,9
N ₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mg ₈₀	267	109	15	16,9
НСР ₀₅	12,2			0,8
Базилик обыкновенный (<i>Ocimum basilicum</i> L.), зеленая масса				
Без удобрений	206	–	–	14,1
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ – фон	229	23	–	14,8
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Mg ₈	242	36	13	14,9
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Mg ₂₀	245	39	16	14,9
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Mg ₄₀	251	45	22	15,0
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Mg ₆₀	246	40	17	14,9
НСР ₀₅	12,1			0,6

Лучшие показатели по урожайности товарной продукции в исследованиях с яровой пшеницей, овсом, горохом и фасолью овощной

обеспечило применение в предпосевную культивацию сапонитсодержащих базальтовых туфов в дозе по магнию Mg_{40} , при возделывании базилика обыкновенного – в дозе по магнию Mg_{20} .

Содержание сырого протеина в товарной продукции возросло в вариантах с применением полного минерального удобрения в дозах $N_{30-90}P_{50-60}K_{90-120}$, однако практически не зависело от применения сульфата магния и сапонитсодержащих базальтовых туфов.

Некорневая обработка посевов сульфатом магния (Mg_8) увеличивала урожайность товарной продукции гороха посевного, фасоли овощной и базилика обыкновенного, однако по эффективности не имела преимуществ перед вариантами с внесением сапонитсодержащих базальтовых туфов.

В исследованиях на дерново-подзолистой суглинистой почве внесение полного минерального удобрения ($N_{50}P_{50}K_{90}$) увеличило урожайность бобов фасоли овощной на 99 ц/га, сапонитсодержащих базальтовых туфов (Mg_{40}) – на 25 ц/га, сульфата магния (Mg_8) – на 15 ц/га при общей урожайности бобов в удобренных вариантах 262–287 ц/га и содержании сырого протеина 16,1–16,4 % (табл. 2).

При возделывании пажитника голубого применение минеральных удобрений увеличило урожайность зеленой массы на 34 ц/га, сульфата магния – на 8 ц/га, сапонитсодержащих базальтовых туфов – на 12–26 ц/га с лучшими показателями агрономической эффективности в варианте с применением сапонитсодержащих базальтовых туфов в дозе по магнию Mg_{40} на фоне $N_{40}P_{40}K_{70}$.

В исследованиях с укропом пахучим внесение в предпосевную культивацию $N_{60}P_{50}K_{80}$ увеличило урожайность зеленой массы на 25 ц/га, сапонитсодержащих базальтовых туфов – на 12–14 ц/га, некорневая обработка посевов сульфатом магния – на 10 ц/га.

При возделывании базилика обыкновенного применение в предпосевную культивацию $N_{60}P_{40}K_{70}$ увеличило урожайность зеленой массы на 68 ц/га, сапонитсодержащих базальтовых туфов – на 16–23 ц/га, некорневая обработка посевов сульфатом магния – на 11 ц/га.

В вариантах с применением сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании укропа пахучего и базилика обыкновенного лучшая агрономическая эффективность отмечена в вариантах с внесением в предпосевную культивацию сапонитсодержащих базальтовых туфов в дозе Mg_{20} на фоне NPK.

Следует отметить, что действие сапонитсодержащих базальтовых туфов на урожайность исследуемых сельскохозяйственных культур

зависело не только от содержания в них магния, но и других элементов питания. Так, наряду с магнием, определенное положительное влияние на урожайность мог оказать калий ($K_2O - 0,79-3,46 \%$), фосфор ($P_2O_5 - 0,22-0,24 \%$), азот ($N - 0,14-0,21 \%$), кальций ($CaO - 0,04-1,94 \%$), а также микроэлементы: марганец ($Mn - 162,39 \text{ мг/кг}$), медь ($Cu - 51,69 \text{ мг/кг}$), цинк ($Zn - 35,37 \text{ мг/кг}$) и кобальт ($Co - 4,45 \text{ мг/кг}$).

Таблица 2. Эффективность применения сапонитсодержащих базальтовых туфов на дерново-подзолистой суглинистой почве

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га		Сырой протеин, %
		контроль	фон	
Фасоль овощная (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), бобы				
Без удобрений	163	–	–	15,3
$N_{50}P_{50}K_{90}$ – фон	262	99	–	16,1
$N_{50}P_{50}K_{90} + Mg_8$	277	114	15	16,2
$N_{50}P_{50}K_{90} + Mg_{40}$	287	124	25	16,4
HCP_{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
$N_{40}P_{40}K_{70} + Mg_8$	160	42	8	18,6
$N_{40}P_{40}K_{70} + Mg_{20}$	164	46	12	18,9
$N_{40}P_{40}K_{70} + Mg_{40}$	173	55	21	19,2
$N_{40}P_{40}K_{70} + Mg_{60}$	178	60	26	18,7
HCP_{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
$N_{60}P_{50}K_{80} + Mg_8$	144	35	10	22,5
$N_{60}P_{50}K_{80} + Mg_{20}$	146	37	12	21,4
$N_{60}P_{50}K_{80} + Mg_{40}$	148	39	14	21,9
HCP_{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
$N_{60}P_{40}K_{70} + Mg_8$	227	79	11	15,2
$N_{60}P_{40}K_{70} + Mg_{20}$	232	84	16	15,2
$N_{60}P_{40}K_{70} + Mg_{40}$	239	91	23	15,4
HCP_{05}	10			0,7

Железо ($FeO - 17,06-24,20 \%$) и алюминий ($Al_2O_3 - 11,50-14,49 \%$) в чрезмерных дозах, наоборот, могут оказать определенное негативное действие на рост и развитие растений. Следует также учитывать, что химические элементы, которые в сапонитсодержащих базальтовых

туфях содержатся в составе различных минералов, доступными для растений становятся постепенно в результате их выветривания.

Как показали результаты исследований с гранитом по выветриванию почвообразующих минералов, при $\text{pH} > 4$ вымывание катионов алюминия и кремния, которые находились в плотной решетке Al-O-Si-O , а также железа практически не происходило. В данных условиях с протонами H^+ в первую очередь реагировали менее связанные щелочные и щелочноземельные катионы K , Ca , Na , Mg [3, 4, 6, 7, 59, 60].

В наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве величина pH_{KCl} составила 5,5–5,7, средневзвешенная величина pH_{KCl} пахотных почв в Республике Беларусь составляет 5,89, улучшенных луговых угодий – 5,85 [11, 50].

Предварительные исследования по выветриванию сапонитсодержащих базальтовых туфов показали, что в почвенный раствор активно переходят катионы калия, магния и кальция, а катионы алюминия и железа практически не вымываются, как и в исследованиях с гранитом. Одновременно происходит некоторое подщелачивание почвенного раствора, что позволяет рекомендовать внесение сапонитсодержащих туфов в первую очередь на почвах с повышенной кислотностью, а также на почвах, где известкование проводится дефекатом или карбонатным сапропелем. Наиболее отзывчивы на внесение сапонитсодержащих базальтовых туфов бобовые и зернобобовые культуры, а также культуры-кальциефилы, которые требуют для своего роста и развития нейтральные или близкие к нейтральным почвы [22, 50].

Высокие дозы сапонитсодержащих туфов, основу которых составляет глинистый минерал сапонит, кроме обеспечения растений элементами питания, в определенной мере способствуют увеличению емкости поглощения почвы и улучшению водно-физических свойств почв легкого гранулометрического состава [11, 28, 38].

2. ВЛИЯНИЕ ПОРОДЫ ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩЕЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Исследования по изучению эффективности применения глауконитсодержащей породы проводили в совместных исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и ГП «НПЦ по геологии» на протяжении 2018–2020 гг. на дерново-

подзолистой суглинистой почве в Горецком районе Могилевской области Республики Беларусь.

Исследуемые культуры: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорт Любава, ячмень (*Hordeum vulgare* L.) сорт Бацька, фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.) сорт Чыжовенка, пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) сорт Росквіт, укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.) сорт Грибовский, базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) сорт Володар [21, 30, 42–47, 54].

Как показали результаты исследований, применение глауконитсодержащих пород 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 (табл. 3).

На фоне пониженной дозы калия (K_{50-70}) в варианте с применением 600 кг/га глауконитсодержащей породы 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 глауконитсодержащей породы 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 и овощных 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 протеина в зерне, бобах и зеленой массы исследуемых сельскохозяйственных культур.

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 поч-

вах, а также под культуры-кальциефобы, которые требуют для своего роста и развития более кислую реакцию почвенного раствора [22, 50]. Рекомендуется также ограничить дозы внесения глауконитсодержащих пород (не более 1 т/га).

Таблица 3. Эффективность применения глауконитсодержащей породы на дерново-подзолистой суглинистой почве

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
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
Бasilik 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			

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сапонитсодержащие базальтовые туфы вендского возраста юго-запада Республики Беларусь в агробиоценозах рекомендуется использовать в предпосевную культивацию в качестве магнийсодержащего мелиоранта на фоне полной дозы минеральных удобрений при возделывании различных видов сельскохозяйственных культур. Дозу сапонитсодержащих базальтовых туфов рекомендуется рассчитывать по содержанию магния.

Для зерновых и зернобобовых культур лучшая агрономическая эффективность получена при применении Mg_{40} (около 1 т/га по агроmeliоранту), для пряно-ароматических культур – Mg_{20} (около 0,5 т/га по агроmeliоранту).

Внесение сапонитсодержащих базальтовых туфов в первую очередь рекомендуется под культуры-кальциефилы, а также на почвах легкого гранулометрического состава и на почвах, где известкование проводят дефекатом или карбонатным сапропелем.

Глауконитсодержащие породы палеогенового возраста месторождения Новодворское в агробиоценозах рекомендуется использовать в качестве калийсодержащего агроmeliоранта для частичного снижения доз минеральных калийных удобрений (K_{20-30}) в дозах, не превышающих 1 т/га по агроmeliоранту.

Внесение глауконитсодержащих пород целесообразно на нейтральных и близких к нейтральным почвах, а также под культуры-кальциефобы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрономическая эффективность применения сапонитсодержащих туфов / В. Н. Босак [и др.] // Актуальные проблемы геологии, геохимии и геофизики. – Минск: НПЦ по геологии, 2016. – С. 18–20.
2. 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.
3. Босак, В. М. Выветриванне пародаўтваральных мінералаў праз антрапагенна-уносімыя кіслоты / В. М. Босак, М. Царай, К. Штар // Весці ААН Рэспублікі Беларусь. – 1996. – № 2. – С. 37–40.
4. Босак, В. М. Уздзеянне антрапагеннаўносімых сернай і воцатнай кіслот на працэсы выветрвання граніту / В. М. Босак, М. Царай, К. Штар // Весці ААН Рэспублікі Беларусь. – 1999. – № 1. – С. 55–58.
5. Босак, В. Н. Агрономическая эффективность применения сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений. – Горки: БГСХА, 2019. – Ч. 2. – С. 11–13.
6. Босак, В. Н. Воздействие антропогенного подкисления почв на процессы выветривания породообразующих минералов / В. Н. Босак, М. Царай, К. Штар // Почвоведение и агрохимия. – 1996. – Вып. 29. – С. 46–51.
7. Босак, В. Н. Влияние антропогенноносимых кислот на процессы выветривания гранита / В. Н. Босак, К. Штар // Труды БГТУ: Лесное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 218–220.
8. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
9. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
10. Босак, В. Н. Применение сапонитсодержащего базальтового туфа при возделывании овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Вестник БарГУ. Серия: Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. – 2017. – № 5. – С. 83–88.
11. Босак, В. Н. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании зерновых и зернобобовых культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Агрохимия. – 2017. – № 9. – С. 58–62.
12. Босак, В. Н. Система сбалансированного применения удобрений на хорошо окультуренных дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2004. – 295 л.
13. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2003. – 176 с.
14. Босак, В. Н. Эффективность применения золы при возделывании укропа пахучего / В. Н. Босак, М. П. Акулич // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 60–63.
15. Босак, В. Н. Эффективность применения сапонитсодержащего базальтового туфа при возделывании базилика / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Фундаментальные и прикладные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства. – Ульяновск: УГАУ, 2017. – С. 111–115.
16. Вендские траппы Беларуси – перспективное сырье для силикатной промышленности / О. Ф. Кузьменкова [и др.] // Літасфера. – 2012. – № 2. – С. 130–147.

17. Влияние сапонитсодержащих базальтовых туфов на продуктивность сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 5. – С. 6–9.
18. Влияние сапонитсодержащих материалов на плодородие почв и урожайность одноклеточных полевых трав после первого года внесения / Е. М. Романов [и др.] // Агрохимический вестник. – 2019. – № 6. – С. 42–46.
19. Геохимический состав сапонитсодержащих базальтовых туфов / Г. Д. Стрельцова [и др.] // Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование. – Минск: БГУ, 2018. – С. 326–329.
20. 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.
21. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2019. – 272 с.
22. 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.
23. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
24. Кольненьков, В. П. Сорбционные свойства сапонитсодержащих туфов Беларуси / В. П. Кольненьков, Г. Д. Стрельцова, О. В. Мурашко // Природные ресурсы. – 2015. – № 2. – С. 5–12.
25. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2002. – 184 с.
26. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
27. Левченко, Е. Н. Глауконит России: состояние, перспективы освоения и развития минерально-сырьевой базы / Е. Н. Левченко, Л. П. Тигунов. – Москва: ВИМС, 2011. – 65 с.
28. Лісіца, У. Д. Роля мінералогіі і мікрамарфалогіі ў фарміраванні ўласцівасцяў глебаў Беларусі / У. Д. Лісіца, У. Ц. Сяргеенка, В. М. Босак // Почвоведение и агрохимия. – 2000. – № 31. – С. 27–39.
29. 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.
30. Особенности агротехники и селекции базилика (*Ocimum* L.): рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2015. – 28 с.
31. 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.
32. Поникаровская, Н. А. Исследование влияния сапонита на содержание подвижного калия в модельном опыте / Н. А. Поникаровская, М. В. Никитина // Актуальные вопросы теории и практики развития научных исследований: сборник статей. – Уфа: Omega Сайнс, 2019. – С. 113–116.
33. Порода глауконитсодержащая: технические условия ТУ ВУ 192018546.017-2020 / О. Ф. Кузьменкова [и др.]. – Минск: Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 2020. – 11 с.

34. Применение агроmeliорантов при возделывании зеленных и пряно-ароматических культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник БГСХА. – 2020. – № 1. – С. 92–96.
35. Применение древесной золы в питании растений / В. Н. Босак [и др.] // Труды БГТУ: Лесное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 158–160.
36. Применение новых видов гуминовых удобрений в агробиоценозах: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 16 с.
37. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 30 с.
38. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов в земледелии: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2016. – 14 с.
39. Сапанітутрымліваючыя базальтавыя туфы паўднёвага захаду Беларусі / В. М. Босак [и др.] // Прыроднае асяроддзе Полесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брэст: Альтэрнатыва, 2018. – Вып. 11. – С. 120–122.
40. Сапонитсодержащие базальтовые туфы – перспективное силикатное и агрохимическое сырье / Г. Д. Стрельцова [и др.] // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья. – Минск: Беларус. навука, 2016. – С. 565–569.
41. Сапонитсодержащие базальтовые туфы Беларуси как ценный мелиорант / В. Н. Босак [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 1. – С. 63–64.
42. Сачивко, Т. В. Базилик: особенности селекции и возделывания / Т. В. Сачивко. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2015. – 128 с.
43. Сачивко, Т. В. Новые сорта Ботанического сада УО БГСХА / Т. В. Сачивко, А. П. Гордеева, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 163–166.
44. Сачивко, Т. В. Особенности коллекции пряно-ароматических растений в ботаническом саду / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Труды БГТУ: Лесное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 206–210.
45. 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.
46. Сачивко, Т. В. Оценка новых сортов фасоли овощной по основным хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко // Вестник БГСХА. – 2017. – № 1. – С. 48–51.
47. Сачивко, Т. В. Оценка новых сортов *Trigonella* L. по основным хозяйственно ценным признакам / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Мичуринский агрономический вестник. – 2017. – № 2. – С. 144–148.
48. Смяянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смяянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
49. Способ увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур: патент на изобретение № 21734 / В. Н. Босак [и др.] // Афіцыйны бюлетэнь: вынаходствы, карысныя мадэлі, прамысловыя ўзоры, тапалогіі інтэгральных мікрасхем. – 2018. – № 2. – С. 98–99.
50. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Беларус. навука, 2007. – 390 с.
51. Туф базальтовый сапонитсодержащий измельченный: технические условия ТУ ВУ 192018546.015-2017 / Г. Д. Стрельцова [и др.]. – Минск: Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 2017. – 12 с.
52. Туфы основного состава вендской трапповой формации Беларуси – новое многофункциональное силикатное сырье / Г. Д. Стрельцова [и др.] // Актуальные проблемы геологии, геохимии и геофизики. – Минск: НПЦ по геологии, 2016. – С. 77–79.

53. Характеристика и направления использования новых видов агромелиорантов / В. Н. Босак [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 30–32.
54. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур: рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
55. Характеристика и перспективы использования сапонитсодержащих базальтовых туфов / Г. Д. Стрельцова [и др.] // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Мінск: Беларус. навука, 2016. – Вып. 9. – С. 33–35.
56. Эффективность использования глауконитов в агробиоценозах / В. Н. Босак [и др.] // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – С. 501–503.
57. Bosak, V. Use of saponite-containing basaltic tuffs as a Mg-fertilizer in the cultivation of vegetable crops / V. Bosak, T. Sachyuka, M. Akulich // Bulletin BGS. – 2019. – Nr. 40. – S. 29–31.
58. Bosak, V. Application of saponite-containing basaltic tuffs to improve the cultivation of vegetable crops / V. Bosak, T. Sachyuka, M. Akulich // Annual Meeting of the Soil Science Society of Switzerland and the German Soil Science Society. – Bern, 2019. – P. 437.
59. Bosak, V. Einfluß verschiedener Säurestarken und Anionen auf die Verwitterungswerte von Granit im Modellexperiment / V. Bosak, K. Stahr, M. Zarei // Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. – 2007. – Nr. 110/2. – S. 639–640.
60. Bosak, V. Säurepufferung und Mineralverwitterung von Granit und Granitsand im Modellexperiment / V. Bosak, K. Stahr, M. Zarei // Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. – 2005. – Nr. 107/2. – S. 539–540.
61. Ecological sorbent which is mainly consist of saponite mineral from Ukrainian clay-field / V. Spivak [et al.] // Chemistry & Chemical Technology. – 2012. – Vol. 6, Nr. 4. – P. 451–457.
62. Franzosi, C. Technical Evaluation of Glauconies 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.
63. Hydrothermal alteration of the Ediacaran Volyn-Brest volcanics on the western margin of the East European Craton / J. Środoń [et al.] // Precambrian Research. – 2019. – Nr. 325. – P. 217–235.
64. Numitor, G. Saponite / G. Numitor. – Fly Press, 2012. – 60 p.
65. Schubert, S. Pflanzenernährung / S. Schubert. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2018. – 234 s.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Влияние сапонитсодержащих базальтовых туфов на продуктивность сельскохозяйственных культур	4
2. Влияние породы глауконитсодержащей на продуктивность сельскохозяйственных культур	9
Заключение	12
Библиографический список	13

Практическое издание

Босак Виктор Николаевич
Сачивко Татьяна Владимировна
Акулич Михаил Петрович и др.

ПРИМЕНЕНИЕ АГРОМЕЛИОРАНТОВ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Рекомендации

Редактор *С. Н. Кириленко*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 13.10.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Гаймс». Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 0,84.
Тираж 30 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.