

*Алёшин Матвей Алексеевич, доцент кафедры агрохимии, канд. с.-х. наук,*

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», Россия, г. Пермь*

*Лобанцова Елена Алексеевна, магистрант*

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», Россия, г. Пермь*

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТА ПИРОЛИЗА РИСОВОЙ ШЕЛУХИ В КАЧЕСТВЕ МЕЛИОРАНТА**

**Аннотация:** Приведены результаты исследований по использованию продукта пиролизного разложения отхода шелухи риса (биококса) в качестве мелиоранта на физико-химические и агрохимические показатели почвы. Исследования были проведены в рамках модельного лабораторного эксперимента. Дозы исследуемых веществ (биококса, известковой муки) были рассчитаны на основании величины гидролитической кислотности почвы (0,25, 0,5 и 1,0 Нг), определенной до начала закладки опыта. Внесение биококса в дозе 0,25 Нг обеспечивало подщелачивание почвы на 0,21 единицу рН и сдвиг реакции почвенного раствора в среднекислый диапазон. При увеличении дозы биококса свыше 0,25 Нг наблюдается повышение показателя гидролитической кислотности до 9,7...13,0 мг-экв./100 г; снижение степени насыщенности почв основаниями с 73,6 до 61%. Внесение биококса в дозах по 0,5 и 1,0 Нг способствовало снижению содержания доступного фосфора в почве с 189 до 174 мг/кг и увеличению содержания обменного калия в 1,5 раза.

**Ключевые слова:** пиролизное разложение, мелиорант, серая лесная почва, физико-химические свойства почвы.

**Abstract:** The results of studies on the use of the product of pyrolysis decomposition of waste rice husk (biocox) as a meliorant on physicochemical and agrochemical parameters of soil. The studies were conducted as part of a model laboratory experiment. Doses of the test substances (biocox, ground limestone) was calculated on the basis of the value of hydrolytic acidity of soil (0.25, 0.5 and 1.0 Hg) determined prior to the laying of the experience. Making biocox provided alkalization and shift in the reaction of soil solution (pH) srednekislye in the range of 0.21 unit, in an amount not to exceed 0.25 Hg. With increasing doses of more than 0.25 Hg observed increase in hydrolytic acidity from 9.7 to 13.0 mg-EQ./100 g; reduction of soil saturation with bases from 73.6 to 61%. Making biocox in doses of 0.5 and 1.0 Hg contributed to the decrease in the content of available phosphorus from 189 to 174 mg/kg, with increasing content of exchangeable potassium in 1,5 times.

**Keywords:** pyrolysis decomposition, ameliorant, gray forest soil, physical and chemical properties of the soil.

На территории Пермского края в предшествующие годы для известкования использовали высококачественные известковые удобрения промышленного производства, специально производимые для мелиорации кислых почв [1]. В настоящее время, из-за трудных экономических условий, другим, весьма важным и довольно дешёвым источником пополнения запасов природных известковых материалов, являются отходы промышленности [4].

Рисовая шелуха – многоэтажный отход рисового производства, загрязняющий окружающую среду. Содержание минеральных компонентов достигает в шелухе 10-20% (вес.), из которых 80-95% приходится на долю диоксида кремния [2]. Присутствие в составе данного компонента (диоксида кремния), существенно замедляет разложение шелухи в почве. Одним из наиболее рациональных способов утилизации данного рода отходов является термическая обработка, за счёт которой происходит существенное снижение их объёма в 12-15 раз. Конечный продукт, получаемый при использовании данной технологии, получил рабочее название «Биококкс».

Исходя из химического состава продукта и присутствия в нем таких компонентов, как  $P_2O_5$  (3-5%),  $K_2O$  (2-3%),  $CaO$  (2-3,5%),  $MgO$  (1,5-2%) и других зольных элементов, было выдвинуто предположение о возможности использования биококса в качестве известкового мелиоранта для кислых почв в сельском хозяйстве.

**Материалы и методы.** Цель работы – моделирование возможности использования биококса в качестве известкового удобрения, влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур в полевых условиях.

Согласно ГОСТ Р ИСО 22030-2009 [3] исследование проводили с растениями разных биологических видов: односемядольным (яровой овёс сорта Конкур) и двусемядольным (посевной горох сорта Альфа). В качестве элемента сравнения в опыте была использована известняковая мука, как наиболее распространённый мелиорант. Дозы применяемых материалов рассчитаны исходя из их нейтрализующей способности: известняковой муки (110%) и биококса (24%). Для проведения лабораторного исследования была выбрана светло-серая лесная почва с сильнокислой реакцией среды.

Изучаемые материалы вносились в почву однократно, перед закладкой опыта, которая была проведена по следующей схеме:

1. Контроль (без удобрений);
2. Известняковая мука в дозе по 0,25 Нг почвы (0,40 г/сосуд);
3. «Биококс» в дозе по 0,25 Нг почвы (1,94 г/сосуд);
4. Известняковая мука в дозе по 0,5 Нг почвы (0,80 г/сосуд);
5. «Биококс» в дозе по 0,5 Нг почвы (3,88 г/сосуд);
6. Известняковая мука в дозе по 1 Нг почвы (1,63 г/сосуд);
7. «Биококс» в дозе по 1 Нг почвы (7,80 г/сосуд).

При наличии 4-х кратной повторности в опыте в отдельные периоды был посеян овёс и горох. Вместимость каждого сосуда составляла 350 г почвы с влажностью 55%.

Учитывая длительность взаимодействия известковых материалов с почвой, общая продолжительность лабораторного модельного опыта составила

порядка 3 месяцев. Изначально был заложен опыт с овсом (30 дней). После уборки которого, на протяжении месяца производилось «парование» сосудов с почвой. Окончанию «парования» предшествовало определение агрохимической характеристики почвы. В последующем в сосуды был посеян горох (30 дней). Биометрические показатели выращиваемых культур (овёс, горох) были определены в процессе уборки растений.

**Результаты исследований.** Учитывая совокупность отмеченных изменений, можно сказать, что после внесения биококка в количестве, не превышающем 1,94 г/сосуд (по 0,25 Нг) на светло-серой лесной почве происходит подщелачивание и сдвиг реакции почвенного раствора (рН) на 0,21 единицу и смещение в среднекислый диапазон (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение физико-химических и агрохимических свойств светло-серой лесной почвы при внесении известняковой муки и биококка

Вариант	Гумус, %	рН <sub>КС1</sub>	Нг			V, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O	
			мг-экв./100 г почвы				мг/кг почвы	
До закладки опыта	3,22	4,24	9,9	22,9	32,8	76,4	189	228
Контроль (б/у)	3,21	$\frac{4,29}{4,41}$	9,4	26,0	35,4	73,6	189	175
Известняковая мука по 0,25 Нг	3,24	$\frac{4,72}{4,93}$	7,6	26,0	33,6	76,6	189	125
«Биококк» по 0,25 Нг	3,22	$\frac{4,59}{4,55}$	9,7	25,7	35,4	72,3	188	178
Известняковая мука по 0,5 Нг	3,26	$\frac{4,88}{4,97}$	7,2	29,0	36,2	77,3	202	146
«Биококк» по 0,5 Нг	3,21	$\frac{3,89}{4,23}$	12,5	25,9	38,4	66,6	194	240
Известняковая мука по 1 Нг	3,25	$\frac{5,20}{5,23}$	6,9	30,6	37,5	82,7	202	152
«Биококк» по 1 Нг	3,21	$\frac{3,96}{4,05}$	13,0	22,7	35,7	61,0	174	280
НСР <sub>05</sub>	0,10	$\frac{0,21}{0,10}$	0,5	0,7	1,0	1,1	3,6	15,9

*\*Примечание: числитель – после уборки овса, знаменатель – после уборки гороха.*

При увеличении доз до 3,88 и 7,80 г/сосуд (по 0,5 и 1 Нг соответственно) отмечается обратный эффект, который негативно сказывается на уровне кислотности почвы. Одновременно с этим происходит изменение показателей гидролитической кислотности, которые заметно повышаются до 9,7, 12,5 и 13,0 мг-экв./100 г почвы, при внесении возрастающих доз биококка. Снижение степени насыщенности почв основаниями с 73,6 до 61,0% подтверждает

выявленную негативную тенденцию, как и по величине обменной и гидролитической кислотности.

Следует отметить высокую обеспеченность почвы подвижным фосфором (194 мг/кг) при внесении биококса в дозе 3,88 г/сосуд. С повышением дозы биококса до 7,80 г/сосуд (по 1 Нг) произошло снижение содержания фосфора до 174 мг/кг почвы. Протекание отмеченных изменений возможно в силу увеличения кислотности почвы, а, следовательно, и подвижности данного элемента в почве.

При внесении биококса в дозе по 1 Нг содержание обменного калия в почве увеличилось в 1,5 раза в сравнении с контрольным вариантом и составило 280 мг/кг. Подобные изменения возможны ввиду наличия калия в составе биококса, что характеризуется очень высоким содержанием и степенью обеспеченности растений.

**Выводы.** После внесения биококса в количестве, не превышающем 1,94 г/сосуд (по 0,25 Нг) происходит сдвиг реакции почвенного раствора в среднекислую среду. При увеличении доз до 3,88 и 7,80 г/сосуд (по 0,5 и 1 Нг) отмечается обратный эффект, который сказывается негативно и приводит к дальнейшему ее подкислению. Одновременно с этим происходит изменение показателей гидролитической кислотности, которые заметно повышаются (до 9,7, 12,5 и 13,0 мг-экв./100 г почвы). Данные результаты можно объяснить тем, что в химическом составе биококса присутствуют компоненты ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ), которые являются аморфными соединениями, вступающие на начальных этапах во взаимодействие с почвой более медленно, но при более длительном взаимодействии, они способствуют ее дальнейшему подкислению.

Таким образом, продукт пиролизного разложения рисовой шелухи не подходит в качестве мелиоранта для известкования почв, не смотря на наличие в составе Ca, Mg.

#### **Библиографический список:**

1. Буре В.М. Скорость растворения в почвах мелиорантов карбонатной природы (эмпирические модели динамики растворения) / В.М. Буре, А.В. Лаврищев, А.В. Литвинович, О.Ю. Павлова, И.В. Салаев // Агрохимия. – 2016. – №12. – С.42-50.

2. Валова М.С. Синтез бинарных ксерогелей  $ZrO_2/SiO_2$  и  $TiO_2/SiO_2$  с использованием в качестве кремнеземной матрицы делигнифицированной рисовой шелухи / М.С. Валова, О.В. Корякова, Ю.В. Микушина, А.Р. Минакова, Л.А. Петров, А.Б. Шишмаков // Химия растительного сырья. – 2011. – № 3, с.69-74.

3. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 19 с.

4. Осипов А.И. Экологически безопасное использование известь содержащих отходов / А.И. Осипов // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности. – 2018. – С.170-173.