

## Исследование активного кремния в отходах плодовых оболочек риса и соломы

Круглова Анастасия Сергеевна, студент  
Селина Анастасия Александровна, студент  
Дальневосточный федеральный университет  
Минакова Полина Сергеевна, доцент, к.пед.н., доцент

В настоящее время актуальной задачей является переработка возобновляемого растительного сырья, в том числе огромных объемов отходов сельскохозяйственных культур. Так сырьем для получения кремниевых удобрений являются многотоннажные отходы производства риса. В данной работе приведено исследование содержания актуального, потенциального и активного кремния в продуктах переработки шелухи и соломы риса. Среди исследуемых образцов наибольшим содержанием кремния обладает рисовая солома.

**Ключевые слова:** кремниевые удобрения, рисовая шелуха, рисовая солома, активный кремний.

Отходы растительного происхождения представляют практический интерес в качестве сырья для получения продуктов различного назначения. В частности, в качестве удобрений возможно использование кремнийсодержащих материалов, образованных в процессе обработки рисовых культур.

При производстве риса образуется большое количество рисовой лузги, которая мало используется. Рисовая лузга относится к числу материалов растительного происхождения с повышенным содержанием кремния [2]. В связи с этим, получение кремниевых удобрений из отходов переработки риса является актуальным вопросом.

Целью работы является исследование активного кремния в отходах плодовых оболочек риса.

Объектом исследования является шелуха и солома плодовых оболочек риса (Вьетнам).

Определение содержания активного кремния в отходах плодовых оболочек риса проводилось согласно методике, изложенной в [1]. В качестве материала были использованы рисовая шелуха, полученная по следующим схемам [3, 5]:

а) схема 1 – карбонизация сырья при 350-400 оС, далее окислительный обжиг при 600 оС, 3 ч – РШ(1);

б) схема 2 – кислотный гидролиз сырья 0,1 М раствором HCl, далее – по схеме 1 (РШ-2),

а также рисовая солома трех сортов (РС-1 – сорт Ханкайский; РС-5 – сорт Долинный; РС-6 – Луговой). В качестве сравнения использовали биологически активную добавку Эко-эффект, представляющую собой комплексное соединение микронизированной шелухи риса и биологически активной добавки, повышающей положительное биогенное воздействие на микробиологический набор и состав почвенных бактерий.

Содержание водорастворимого (актуального) кремния (ActSi) определяли следующим образом: 6 г материала смешивали с 30 см<sup>3</sup> бидистиллированной воды и оставляли на 24 или 96 часов. Кислоторастворимый (потенциальный) кремний (PtnSi) определяли, смешивая 2 г материала и 20 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора соляной кислоты и выдерживании в течение 24 ч [4].

Для описания эффективности потенциальных кремниевых удобрений по критерию содержания активного кремния (ActSi) в этих соединениях, использовали выражение:

$$\text{ActSi} = 10 \cdot (\text{ActSi}_{1\text{сут}} + \text{ActSi}_{4\text{сут}}) + \text{PtnSi} \quad (1)$$

где: ActSi – активный кремний;

ActSi – актуальный кремний;

PtnSi – потенциальный кремний.

Общие результаты количественной оценки содержания актуального, потенциального и активного кремния в кремнийсодержащих продуктах представлены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание актуального, потенциального и активного кремния в продуктах переработки отходов производства риса

Сырье	Содержание, г/кг			Активный Si
	25 °С, 24 ч., потенциальный	25 °С, 24 ч., актуальный	25 °С, 96 ч., актуальный	
РШ(1)	1,10±0,05	1,15±0,03	1,21±0,01	26,67
РШ(2)	0,87±0,08	1,54±0,03	1,62±0,03	32,53
РС-1	0,84±0,07	1,56±0,05	2,40±0,03	42,67
РС-5	0,79±0,01	1,88±0,07	2,81±0,03	46,89
РС-6	0,78±0,02	1,07±0,02	1,29±0,02	24,34
Эко-эффект	0,26±0,02	0,50±0,03	0,51±0,01	8,26

На рисунке 1 представлены результаты определения кислоторастворимого (потенциального) кремния. Из рисунка видно, что наибольшим его содержанием характеризуется образец РШ(1) (1,10 г/кг), наименьшим – Эко-эффект (0,26 г/кг).

Наибольшими значениями содержания кислоторастворимого кремния характеризуются образцы, выделенные из плодовых оболочек риса, полученные

по схемам 1 и 2, водорастворимого кремния – кремнийсодержащие продукты, полученные из соломы риса по схеме 1 сортов Ханкайский и Долинный.

Продукт РС-1 и РС-5 характеризуются наибольшими значениями водорастворимого кремния как за

24 ч – 1,91 г/кг и 1,87 г/кг (рисунок 2), так и за 96 ч выдерживания 2,27 г/кг и 2,73 г/кг (рисунок 3), наименьшими – Эко-эффект (0,26 г/кг и 0,51 г/кг).

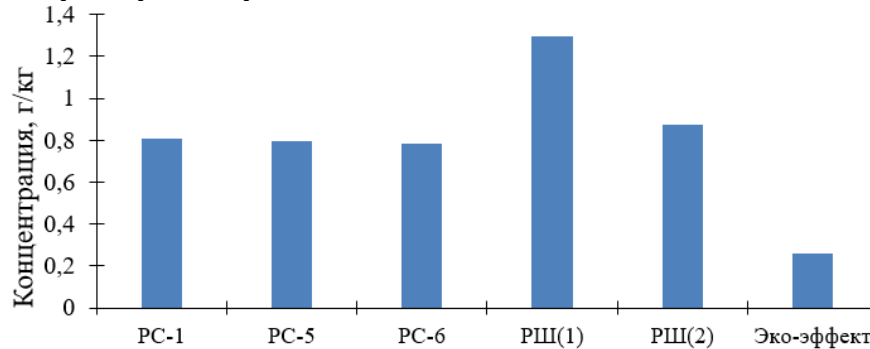


Рис. 1. Содержание потенциального кремния в кремнийсодержащих продуктах

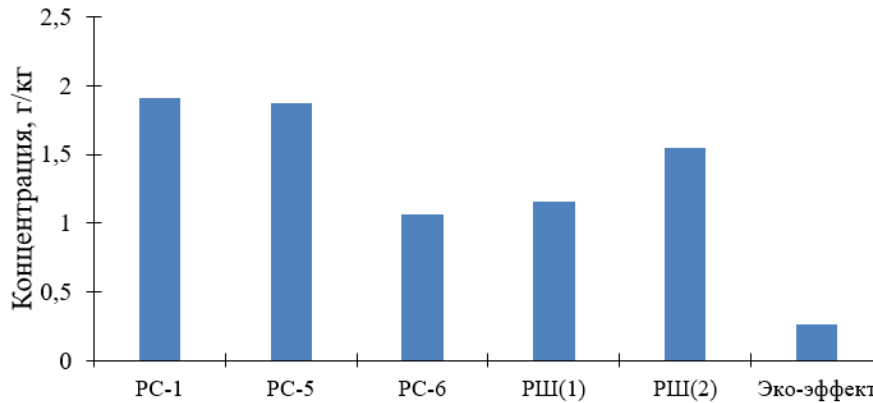


Рис. 2. Содержание актуального кремния за 24 часа в кремнийсодержащих продуктах

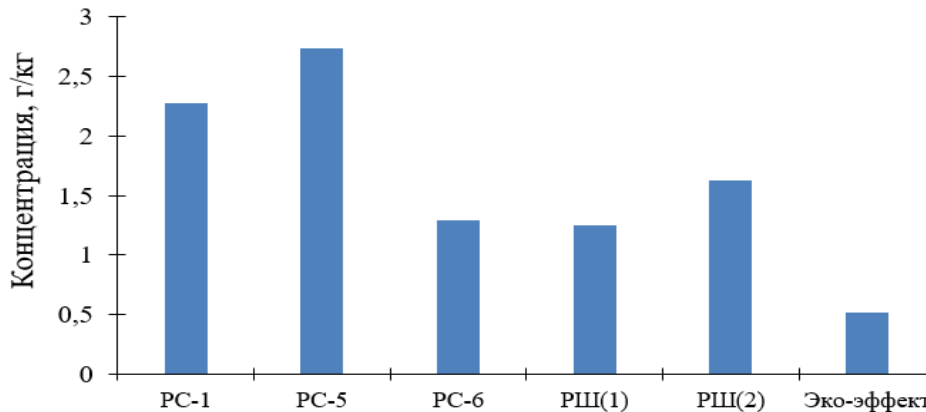


Рис. 3. Содержание актуального кремния за 96 часов в кремнийсодержащих продуктах

Как видно из рисунка 4, наибольшими показателями потенциального, актуального и активного кремния в исследованных кремнийсодержащих продуктах обладает образец РС-5, наименьшими – Эко-эффект.

В результате исследования было изучено содержание актуального, потенциального и активного кремния в продуктах переработки шелухи и соломы риса. Среди образцов рисовой шелухи наибольшим содержанием кремния обладает РШ (2), полученный в водорастворимой вытяжке за 96 часов. Рассматривая образцы рисовой соломы, наибольшую концентрацию имеет сорт Долинный (РС-5), полученный аналогичным образом.

Наибольшим содержанием активного кремния характеризуется образец, полученный из соломы риса (сорт Долинный) 47 г/кг, наименьшим – 8 г/кг (Эко-эффект). Минимальное количество всех видов кремния обнаружено в образце Эко-эффект. Это может быть связано с присутствием в продукте гидрокарбоната натрия и биологически активных веществ, т.е. меньшим содержанием аморфного диоксида кремния.

Таким образом, вышеуказанные образцы могут быть использованы в качестве удобрений, что позволит решить задачу утилизации большого количества сельскохозяйственных отходов.

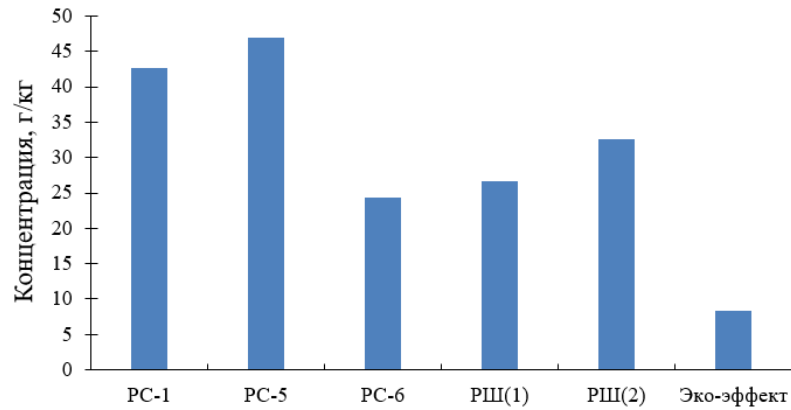


Рис. 4. Содержание активного кремния в кремнийсодержащих продуктах

#### Литература:

1. Бочарникова Е.А., Матыченков В.В., Погорелов А.Г. Сравнительная характеристика некоторых кремниевых удобрений // *Агрехимия*. 2011. № 11. С.25–30.
2. Вураско, А. В. Ресурсосберегающая технология получения целлюлозы при комплексной переработке соломы риса / А. В. Вураско, Б. Н. Дриккер, Л. А. Земнухова // *Химия растительного сырья*. – 2007. – № 2. – С. 21–25.
3. Земнухова, Л. А. Свойства аморфного кремнезема, полученного из отходов переработки риса и овса / Л. А. Земнухова и др // *Неорганические материалы*. – 2006. – Т. 42, № 1. – С. 27–32.
4. Матыченков, В. В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва–растение : дис...д-ра биол. наук / В. В. Матыченков. – Пушкино, 2008. – 312 с.
5. Холoméйдик А. Н. Кремнийсодержащие соединения хвощей / А. Н. Холoméйдик, Л. А. Земнухова // *IX Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием : Материалы*. – Барнаул : ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 2016. – С. 232–233.