

Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 3 (47). С. 52–61  
Vestnik Kurganskoj GSNA. 2023; (3-47): 52–61

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья  
УДК 628.3:633.358  
Код ВАК 4.3.1

EDN: UCEENU

## ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ОБОЛОЧЕК СТРУЧКОВ ГОРОХА (*PISUMSATIVUM*) НА СОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПО ИОНАМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Булат Гусманович Зиганшин<sup>1</sup>✉, Карина Ильдаровна Шайхиева<sup>2</sup>, Светлана Владимировна Степанова<sup>3</sup>, Румия Захидовна Галимова<sup>4</sup>, Екатерина Игоревна Байгильдеева<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

<sup>2, 3, 4, 5</sup> Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

<sup>1</sup> zigan66@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-8250-9403>

<sup>2</sup> shaykhievak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1188-7885>

<sup>3</sup> ssvkan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4831-313x>

<sup>4</sup> rumiushka666@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3043-8292>

<sup>5</sup> baigildeeva\_e\_i@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4611-4412>

**Аннотация.** Исследован процесс адсорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  измельченными нативными и модифицированными оболочками стручков гороха (далее – ОСГ) посевного (*Pisum sativum*). Модификация оболочек стручков гороха проводилась в 3 %-х растворах серной кислоты и гидроксида натрия. Приведены данные по элементному анализу нативных и модифицированных исследуемых сорбционных материалов. Приведены методики по получению изотерм адсорбции исследуемых ионов тяжелых металлов и обработки модифицирующими растворами. Построены изотермы адсорбции в рамках зависимостей  $A$  (сорбционная емкость, ммоль/г) –  $C_e$  (равновесная концентрация иона металла в растворе). Полученные изотермы адсорбции обработаны в рамках моделей Ленгмюра, Фрейндлиха, Темкина и Дубинина-Радушкевича. Определены уравнения регрессии и коэффициенты аппроксимации полученных изотерм адсорбции. Выявлено, что в подавляющем большинстве случаев изотермы адсорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  нативными и модифицированными оболочками стручков гороха наиболее точно описываются моделью Фрейндлиха, что указывает на протекание адсорбции на активных центрах на поверхности сорбционного материала, обладающих большой сорбционной емкостью. Определены термодинамические параметры процессов адсорбции, такие как энергия Гиббса ( $\Delta G^\circ$ ) и энергия активации адсорбции ( $E_a$ ), значения которых в интервале ( $-40 < \Delta G < 0$  кДж/моль) и ( $0 < E_a < 8$  кДж/моль) свидетельствуют о протекании во всех случаях физической адсорбции. Выявлено, что увеличение сорбционных характеристик модифицированных образцов оболочек стручков гороха обусловлено увеличением площади поверхности модификатов, снижением их кристалличности, повышением количества функциональных кислородсодержащих группировок за счет частичного гидролиза биополимеров, входящих в состав матрицы ОСГ.

**Ключевые слова:** оболочки стручков гороха, ионы металлов, адсорбция, модификация, механизм процесса.

**Для цитирования:** Зиганшин Б.Г., Шайхиева К.И., Степанова С.В., Галимова Р.З., Байгильдеева Е.И. Влияние реагентной модификации оболочек стручков гороха (*Pisum sativum*) на сорбционные характеристики по ионам тяжелых металлов // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 3 (47). С. 52–61. EDN: UCEENU.

### Scientific article

## INFLUENCE OF REAGENT MODIFICATION OF PEA POD SHELLS (*PISUM SATIVUM*) ON SORPTION CHARACTERISTICS REGARDING HEAVY METAL IONS

Bulat G. Ziganshin<sup>1</sup>✉, Karina I. Shaikhieva<sup>2</sup>, Svetlana V. Stepanova<sup>3</sup>, Rumiya Z. Galimova<sup>4</sup>, Ekaterina I. Baigildeeva<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Kazan state agrarian university, Kazan, Russia

<sup>2, 3, 4, 5</sup> Kazan national research technological university, Kazan, Russia

<sup>1</sup> zigan66@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-8250-9403>

<sup>2</sup> shaykhievak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1188-7885>

<sup>3</sup> ssvkan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4831-313x>

<sup>4</sup> rumiushka666@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3043-8292>

<sup>5</sup> baigildeeva\_e\_i@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4611-4412>