

## **АПРОБАЦИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭКСТРАКЦИИ (UAE) КАК НАИБОЛЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО СПОСОБА ЭКСТРАКЦИИ ПОЛИФЕНОЛОВ ИЗ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ**

**Негрецкая В. С.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – бакалавр, Ботова С. А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Университет ИТМО

vera.negretskaya@yandex.ru

### **Введение**

Пивная дробина — отход пивоваренной промышленности, содержащий биологически активные вещества - полифенолы. Эти соединения проявляют антиоксидантную, противомикробную и противовоспалительную активность, что делает их ценным сырьём для фармацевтики и пищевой отрасли [1, 2]. Извлечение полифенолов из растительной матрицы затруднено из-за уязвимости к свету, кислороду и перегреву [1]. На сегодняшний день в лабораториях чаще всего применяют традиционные способы извлечения — мацерацию и экстракцию по Сокслету, но они низкоэффективны, требуют большого объёма токсичных растворителей и длительного времени экстракции. Такой подход влечет негативное влияние на окружающую среду и приводит к разложению целевых веществ [3, 4]. В работе проведён сравнительный анализ эффективности вариаций параметров ультразвуковой экстракции как альтернативы традиционным методам, выявлены оптимальные условия для максимизации выхода полифенолов из пивной дробины.

### **Основная часть**

Особый научный и прикладной интерес представляет применение ультразвуковой экстракции, которая за счет эффекта кавитации (имплозии пузырьков) обеспечивает разрушение клеточных стенок сырья и интенсивное высвобождение биологически активных веществ. Объектом исследования была сухая измельчённая пивная дробина, содержащая значительный запас полифенолов. В отличие от традиционных методов, использование UAE позволяет не только снизить объем расходуемых растворителей, но и заменить их на более экологичные аналоги.

Сырьё предварительно делипидизировали этилацетатом с последующей фильтрацией под вакуумом на воронке Бюхнера. Затем извлечение полифенолов выполняли в ультразвуковой ванне, с различными вариациями параметров: концентрация этанола — 50% и 70%, температура — 50°C и 60°C, время экстракции — 8, 25 и 30 минут. Этанол выбран как растворитель из-за низкой токсичности по сравнению с метанолом и пригодности для получения продуктов, используемых в пищевой и фармацевтической промышленности [5]. Для анализа состава экстрактов использовали УФ-видимую спектроскопию на спектрофотометре Shimadzu UV-3600 Plus. Характерные пики поглощения в диапазонах 225–230 нм и 278–280 нм указывают на присутствие катехинов и родственных флавоноидов — целевых веществ, содержащихся в пивной дробине. Сравнение этих пиков по разным образцам дало возможность определить наиболее эффективную вариацию параметров для экстракции.

### **Выводы**

Была проведена исследовательская работа по выбору и сравнению параметров ультразвуковой экстракции полифенолов из пивной дробины. С помощью метода УФ-видимой спектроскопии подтверждено наличие целевых соединений (катехинов) во всех

полученных экстрактах, о чем свидетельствует наличие характерных пиков поглощения в районе 230 нм и 280 нм. На основе анализа пиков определена оптимальная вариация параметров, обеспечивающая максимальный выход экстракта: использование 50% водного раствора этанола (гидромодуль 1:20) при температуре 50°C на протяжении 25 минут. Данная методика может быть рекомендована для масштабирования и внедрения в фармацевтической промышленности как экологичный способ получения ценных вторичных метаболитов - полифенолов из отходов пивоварения. Дальнейшие испытания могут включать количественное определение суммарного содержания полифенолов (методом Фолина-Чокальтеу) и подтверждение компонентного состава методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

### Литература

1. Linghong Shi, Wanrong Zhao, Zihong Yang, Viganini Subbiah, Hafiz Ansar Rasul Suleria Extraction and characterization of phenolic compounds and their potential antioxidant activities // *Environmental Science and Pollution Research*. - 2022. - №29:81112–81129.
2. Дружинина А.С., Флоротаннины арктических бурых водорослей: дис. кандидата химических наук, технология и оборудование химической переработки биомассы дерева, химия древесины наук: 05.21.03. - 2019. - 103 с.
3. Oluwaseun Ruth Alara, Nour Hamid Abdurahman, Chinonso Ishamel Ukaegbu Extraction of phenolic compounds: A review // *Elsevier*. - 2021. - №Current Research in Food Science 4 (2021) – С. 200–214.
4. Antigoni Oreopoulou, Dimitrios Tsimogiannis, Vassiliki Oreopoulou Extraction of Polyphenols From Aromatic and Medicinal Plants: An Overview of the Methods and the Effect of Extraction Parameters // *Polyphenols in Plants (Second Edition)*. - 2019. - №Chapter 15. – С. 243-259.
5. И. Н. Грибкова, Л. Н. Харламова, Е. М. Севостьянова, И. В. Лазарева, М. А. Захаров, О. А. Борисенко Анализ возможностей извлечения органических соединений пивной дробины различными способами // *Техника и технология пищевых производств / Food Processing: Techniques and Technology*. - 2022. - №2022 Т. 52 № 3.