

УДК 663.42

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХМЕЛЕВОГО БРУХА КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПИВА

Шиленко А.А. (ИТМО), Кунцова М.Н. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Меледина Т.В. (ИТМО)

**Введение.** В пивоваренной промышленности фильтрация пива традиционно осуществляется с применением кизельгура, который обеспечивает эффективное осветление, но характеризуется добавочной стоимостью. Одновременно с этим на предприятиях, производимых хмелевые экстракты образуется до 10 т в месяц побочных продуктов переработки хмеля, в частности хмелевой брух, который после экстракции содержит остаточные  $\alpha$ - и фракции эфирных масел.

На пивоваренных заводах хмелевой брух рассматривается исключительно как отход и подлежит утилизации, несмотря на сохранение в нем поверхностно-активных и сорбирующих соединений. Эти компоненты потенциально способны участвовать в процессах адсорбции коллоидных частиц, белково-полифенольных комплексов и летучих соединений, ответственных за формирование мутности и нежелательных вкусо-ароматических тонов – офф-флейворов.

Особую актуальность проблема приобретает при производстве безалкогольного пива, для которого характерно присутствие сусловых офф-флейворов (зерновые, травянистые и вареные тона), недостаточно эффективно удаляемых стандартными технологическими приемами. Поиск ресурсосберегающих решений, совмещающих осветление пива и коррекцию органолептического профиля, является важной научно-практической задачей современного пивоварения.

Исследование возможности применения хмелевого бруха в составе фильтрующих смесей с кизельгуром представляет интерес как с точки зрения снижения себестоимости фильтрации, так и вовлечения вторичных сырьевых ресурсов в технологический цикл [1,2].

**Основная часть.** Для оценки возможности использования хмелевого бруха в качестве технологического компонента фильтрации была разработана и собрана лабораторная установка для фильтрации пива под избыточным давлением, моделирующая промышленную схему фильтрации с применением кизельгура. Установка позволила варьировать состав фильтрующей смеси и обеспечивать воспроизводимые гидродинамические условия процесса.

В работе исследовали влияние двух типов хмелевого бруха — после переработки гранулированного и шишкового хмеля, на мутность безалкогольного пива. Основным технологическим критерием фильтрации служила мутность пива после фильтрации и тест на коллоидную стабильность.

В ходе исследований были реализованы два варианта фильтрации:

1. классическая фильтрация с использованием кизельгура;
2. комбинированная фильтрация с применением смеси кизельгура и бруха.

Установлено, что введение хмелевого бруха в фильтрующую смесь не приводит к значимому изменению мутности фильтрата относительно контроля ( $p > 0,05$ ). Все образцы имели мутность менее 1 ЕВС.

Изменение состава фильтрующего слоя значимо повлияло на коллоидную стабильность пива ( $p < 0,05$ ), однако все полученные значения находятся в референсном диапазоне (менее 30 ЕВС). Добавление бруха на фильтрацию повлияло на структуру слоя, что привело к снижению сорбционных свойств фильтра.

Далее проведена органолептическая оценка профиля безалкогольного пива профессиональной дегустационной комиссией. Установлено, что фильтрация с применением хмелевого бруха способствует снижению интенсивности сусловых офф-флейвор-характеристик, проявляющихся в виде зерновых, вареных и травянистых тонов.

Предполагается, что данный эффект связан с адсорбцией или маскировкой летучих соединений суслового происхождения остаточными компонентами хмелевого бруха.

**Выводы.** Показана технологическая целесообразность использования хмелевого бруха как функционального компонента фильтрации безалкогольного пива. Комбинация бруха с кизельгуром позволяет сохранить эффективность осветления и одновременно оказывает положительное влияние на органолептику, снижая выраженность сусловых офф-флейвор-соединений в безалкогольном пиве. Подход способствует снижению затрат и вовлечению побочных продуктов в основной технологический цикл.

#### **Список использованных источников:**

1. Salanța L.C., Coldea T.E., Mudura E., Bors A., Paucean A., Pop C.R., Rotar A.M. Current strategies for the management of valuable hops waste: hot trub (HT) and brewer-spent hops (BSH) in a circular economy // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2023. – DOI: 10.3389/fsufs.2023.1268338.
2. Almaguer C., Schoenberger C., Gastl M., Arendt E.K., Becker T. Humulus lupulus — a story that begs to be told. A review of hop chemistry, utilization and future prospects // *Journal of the Institute of Brewing*. – 2014. – Vol. 120, № 4. – P. 289–314. – DOI: 10.1002/jib.160.