

ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА МИКРОВОДОРОСЛЮ *CHLORELLA VULGARIS* С ПЕРСПЕКТИВОЙ СНИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ПИВОВАРЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Сыч И.В. (ИТМО), Морщинин И.В. (ИТМО), Назарова В.И. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Молодкина Н.Р. (ИТМО)

Введение. В современном мире остро стоит проблема эмиссии углекислого газа с его последующим влиянием на климатическую систему Земли и окружающую среду. Тенденция современного общества состоит в сокращении углеродного следа производств путем внедрения инновационных методов переработки. Немаловажными в этой цепи являются бродильные производства, в частности пивоварни, основным технологическим процессом на которых является спиртовое брожение, приводящее к большому количеству выбросов углекислого газа.

В процессе ферментации на 1 гектолитр пива выделяется 1–1,5 кг углекислого газа [1]. По данным [2], годовое производство пива в России в 2024 году составило 940 млн дал, что с учетом вышеуказанных данных дает примерную цифру выбросов от 94 тыс. тонн до 141 тыс. тонн.

Следует отметить, что крупные производства имеют оборудование для очистки и сбора углекислого газа с целью дальнейшего использования в производстве безалкогольных газированных напитков, дополнительной карбонизации пива или для продажи в сжиженном виде, однако данная технология требует дополнительных энергетических и финансовых издержек в условиях дополнительной конкуренции на рынке. В таком случае производитель стремиться выбрать более энергоемкий или окупаемый способ использования углекислого газа как вторичного ресурса.

Микроводоросль *Chlorella Vulgaris* имеет автотрофный тип питания и способна поглощать углекислый газ. При действии различных стресс-факторов активируются метаболические пути, направленные на синтез липидов, белков и других ценных соединений [3], которые могут быть использованы для дальнейшей реализации в сельскохозяйственном, медицинском, косметическом и энергетическом секторе.

В данной работе рассматривается перспектива использования микроводоросли *Chlorella vulgaris* с целью снижения углеродного следа пивоваренных производств на технологическом этапе брожения.

Основная часть. Проводится исследование потребления углекислого газа микроводорослью *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-66 в лабораторных условиях с помощью установки, оснащенной ловушками углекислого газа. В результате измерений, проведенных на протяжении 2 недель до достижения культурой стационарной фазы, объем углекислого газа составил 6,77 литров на 1 литр культуры микроводорослей.

Для оценки перспективы использования культуры микроводоросли в качестве поглотителя углекислого газа на пивоваренных производствах использовали значения выбросов углекислого газа из материального баланса ООО «Пегас» на 1 л готового продукта [4]. Установлено, что 1 литр культуры в лабораторных условиях способен уловить до 39,7 % углекислого газа, выделяющегося на этапе брожения. При этом наблюдался нормальный рост культуры с накоплением биомассы, содержащей липиды.

Выводы. Результаты данного исследования открывают перспективу использования микроводоросли *Chlorella vulgaris* для снижения углеродного следа пивоваренных производств. Существует несколько преимуществ данного способа: возможность

использования сточных вод производства в качестве питательной среды; временная согласованность процесса брожения и достижения микроорганизмом стационарной фазы (2 недели); возможность получения биомассы и продуктов с высокой добавочной стоимостью. Таким образом, возможно достичь цели снижения углеродного следа более энергоемким и окупаемым способом.

Список использованных источников

1. Feng, Y., Wang, Z., Li, S., Wang, H. A Review of the Carbon Footprint of Beer Production // Sustainability. – 2021. – Т. 9. – №9. – Р. 831.
2. Производство пива за год выросло на 10,3 % // Interfax.ru. 2025. URL: <https://www.interfax.ru/russia/1006524> (Дата обращения: 10.02.2025)
3. Wichanuchit W., Pung T., Panich-pat T. Wastewater Treatment in the Brewing Industry Using *Chlorella vulgaris* // Journal of Food Health and Bioenvironmental Science (September-December 2021). – 2021. – Т. 14. – №. 3. – Р. 35-41.
4. Сыч. И.В., Садчикова Е.В. Технология получения пива светлого «Жигулевское» // Выпускная квалификационная работа бакалавра от 11.06.2024 / УрФУ, Химико-технологический институт. – 2024. – С. 45.