УДК 664.162: 581.6: 582.263

КЕК-ОТХОДЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК КОМПОНЕНТ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *CHLORELLA VULGARIS*

А.А. Казимирчик, 5 курс
Научный руководитель – **Н.П. Дмитрович,** к.сх.н., доцент
Полесский государственный университет

На протяжении последних десятилетий остаются актуальными вопросы, которые касаются переработки и утилизации отходов промышленности и сельского хозяйства [1, с. 27]. Одним из путей решения является использование вторичных продуктов биотехнологических производств в качестве субстратов для культивирования организмов-продуцентов [2, с. 114], что позволило бы сократить негативное воздействие человека на окружающую среду. Также актуальным является внедрение малоотходных и безотходных технологий [3, с. 199]. При производстве глюкозного сиропа из крахмала основным проблемным ресурсом является КЕК-отход, который в значительных количествах образуется в процессе концентрирования микробной биомассы [4, с. 112; 5]. Переработка его с применением микроводорослей экономически эффективнее традиционных методов за счет сокращения затрат, отсутствия необходимости в органических углеродных добавках, одновременного снижения выбросов CO_2, производства O_2 и получением полезной биомассы [6, с. 2; 7, с. 344]. Одновременно с этим высокая способность к поглощению питательных веществ, скорость роста и адаптивность к различным условиям позволяет рассматривать *C. vulgaris* как потенциальный объект для утилизации данного отхода [8, с. 2].

Исходя из этого, целью настоящего исследования являлось изучение влияния различных концентраций твердого КЕК-отхода производства глюкозного сиропа из крахмала А на динамику роста микроводоросли *C. vulgaris*.

Объектом исследования являлась зеленая одноклеточная микроводоросль *Chlorella vulgaris* (штамм IBCE C-19) из коллекции водорослей Института биофизики и клеточной инженерии НАНБ. В качестве органической добавки в состав питательной среды Тамия использовался КЕК-отход. Для проведения опыта были приготовлены следующие варианты питательных сред: контроль – среда Тамия, вариант 1 – 1% КЕК-отхода, вариант 2 – 0,5% КЕК-отхода, вариант 3 – 0,1% КЕК-отхода.

Культивирование проводилось в стеклянных емкостях объемом 200 мл. Фотопериод составлял 16 часов света и 8 часов темноты. В качестве источника света использовались светодиодные лампы холодного и теплого белого света.

Оптическую плотность (ОП) суспензии измеряли на спектрофотометре РЕАК Е-2000UV при длине волны 750 нм [9, с. 44]. Измерения проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы MS EXCEL.

На рисунке отчетливо видна положительная корреляция между концентрацией добавленного КЕК-отхода и динамикой роста хлореллы.

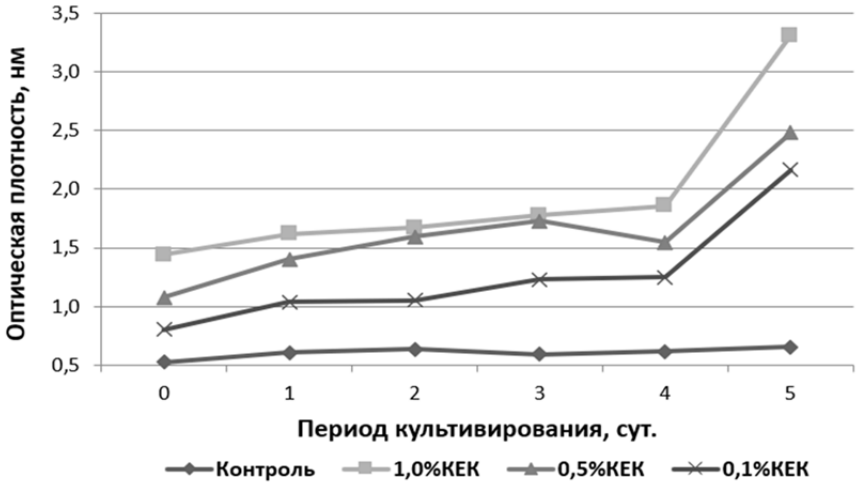

Рисунок – Влияние различных концентраций КЕК-отхода на динамику роста микроводоросли *C. vulgaris*

Изначально оптическая плотность в исследуемых образцах (контроль, 0,1%КЕК, 0,5%КЕК и 1,0%КЕК) составляла 0,527±0,003, 0,805±0,008, 1,075±0,027 и 1,443±0,045 соответственно, что было связано с увеличением мутности суспензии при добавлении КЕК-отхода. Однако последующий наклон кривых подтвердил, что прирост ОП вызван именно биологическим размножением клеток, а не только физическим присутствием частиц отхода.

В контрольной группе не было отмечено интенсивного увеличения показателя оптической плотности в течение всего периода культивирования (от 0,527±0,003 до 0,655±0,005). Это подтверждает, что в условиях исключительно автотрофного питания на минеральной среде без дополнительных стимуляторов скорость биосинтеза оставалась лимитированной.

Вариант 0,1%КЕК демонстрировал устойчивый рост, достигнув значения ОП 2,166±0,015 к 5-м суткам, что было в 3,3 раза выше контроля. Немного выше значения ОП отмечены в варианте 0,5%КЕК (2,479±0,239 на 5-е сутки). Однако максимальные значения ОП были выявлены для варианта 1,0%КЕК –3,307±0,151, что превысило показатели контроля более чем в 5 раз. Высокие показатели в опытных группах могут объяснятся переходом *C. vulgaris* на миксотрофный тип питания. Одновременно с этим отмечено отсутствие значительного роста с начала опыта и до 4-х суток, что свидетельствовало о завершении фазы адаптации водоросли к органическому субстрату и вступлении культуры в последующую логарифмическую фазу роста.

Результаты настоящего исследования подтвердили высокий потенциал использования микроводорослей для переработки отходов в ценные биопродукты. КЕК-отход после производства глюкозного сиропа из крахмала является ценным компонентом питательных сред для культивирования водорослей, в том числе хлореллы, и открывает возможности перехода на миксотрофный тип питания, значительно ускоряющий накопление биомассы. В связи с тем, что на 5-е сутки был от-

мечен значительный рост в опытных группах с различной концентрацией отхода, требуются дальнейшие исследования.

Список использованных источников

1. Ващекина, С. К. Отходы АПК как сырье для культивирования микроорганизмов / С. К. Ващекина // Научный журнал молодых ученых. – 2020. – № 2. – С. 27–34.

2. Маркевич, Р. М. Биотехнологическая переработка промышленных отходов. Лабораторный практикум : учеб.-метод. Пособие для студентов специальности 1-48 02 01 «Биотехнология» специализации 1-48 02 01 02 «Технология ферментов, витаминов и продуктов брожения» / Р. М. Маркевич, И. А. Гребенчикова, М. В. Рымовская. – Минск : БГТУ, 2019. – 153 с.

3. Тимофеева, Т. Т. Современные методы переработки отходов биотехнологических производств / Т. Т. Тимофеева // Молодой ученый. – 2021. – № 24. – С. 199–202.

4. Савельева, Т. А. Мембранные технологии концентрирования при переработке отходов биотехнологического производства / Т. А. Савельева, О. В. Дымар, Л. Л. Богданова // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. – 2012. – № 7. – С. 112–121.

5. ЗАО «БНБК»: проект глубокой переработки зерна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bnbc.by/. – Дата доступа: 12.02.2026.

6. Utilizing Mixed Cultures of Microalgae to Up-Cycle and Remove Nutrients from Dairy Wastewater / Hajri A. K. [et al.] // Biology. – 2024. – № 13. – С. 1–16.

7. Chlorella vulgaris mixotrophic growth enhanced biomass productivity and reduced toxicity from agro-industrial by-products / Melo R. G. [et al.] // Chemosphere. – 2018. – № 204. – С. 344–350.

8. Comparative Analysis of Laboratory-Based and Spectroscopic Methods Used to Estimate the Algal Density of Chlorella vulgaris / Fekete G. [et al.] // Microorganisms. – 2024. – № 12. – С. 1–22.

9. Singh, V. Spectral Monitoring and Quantification of Chlorella sorokiniana for Biomass Production / V. Singh, J. S. Laura // Annals of Biology. – 2020. – № 36. – С. 43–47.