

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СРЕДЫ И ЕЁ pH НА МОРФОЛОГИЮ, ПРИРОСТ БИОМАССЫ И СИНТЕЗ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ SCENEDESMUS SP.**

**О. Бабич, Е. Буденкова, Е. Каширских, С. Воронова, А. Андреева**

ФГАОУ ВО "БФУ им. И. Канта", Калининград, Россия

Состав и уровень pH питательной среды существенно влияют на прирост биомассы водорослей и синтез разнообразных веществ [1]. Оптимизация условий культивирования имеет важное значение для промышленной коммерциализации продуктов, полученных на основе микроводорослей [2]. В данной работе исследовано влияние состава питательной среды и исходного уровня pH среды морфологию, прирост биомассы и накопление экзополисахаридов (ЭПС) у микроводорослей *Scenedesmus abundans*, *Scenedesmus obtusiusculus* и *Scenedesmus acuminatus*.

Штаммы микроводорослей получены из коллекции микроводорослей и цианобактерий IPPAS Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук (ИФР РАН). Путем периодического культивирования штамм выращивали в конических колбах объемом 250 мл при периодическом освещении ( $80 \text{ мкМ/м}^2/\text{с}^{-1}$ ) аквариумным светильником с белыми и красными светодиодами (8:1). Использованы питательные среды Тамия и Shihira-Ishikawa [3]. Культуры инкубировали в течение 61 суток стационарно при комнатной температуре (24–26 °С). Концентрацию клеток в культуральной среде определяли спектрофотометрически, а также напрямую через высушивание и взвешивание [4]. Для оценки прироста биомассы дважды в неделю отбирали образцы и проверяли уровень абсорбции при 750 нм на фотометре КФК-3 КМ (Россия). Анализ проб культуральной жидкости на содержание ЭПС проведен с использованием антронового реактива.

Как можно видеть из рисунка 1 морфология микроводорослей при культивировании на двух разных питательных средах в течение двух месяцев отличается. Клетки отличаются по форме (в среде Shihira-Ishikawa S-317 имеет более вытянутую форму) и по размеру (S-312 и S-329).

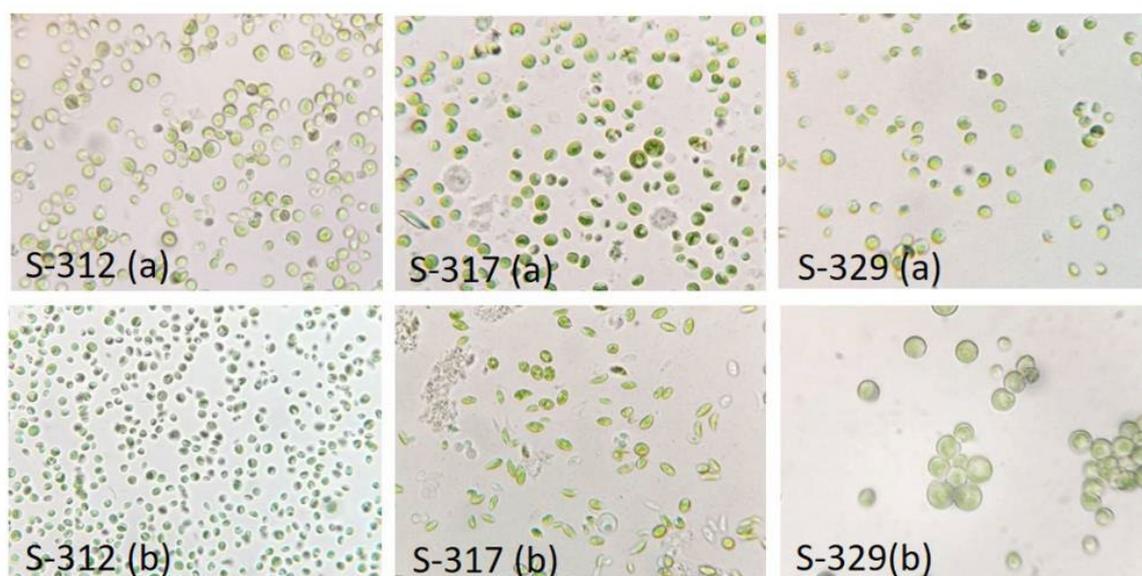


Рис. 1. Морфология микроводорослей, культивируемых на питательной среде Тамия (а) и среде Shihira-Ishikawa (b): *Scenedesmus abundans* – S-312, *Scenedesmus obtusiusculus* – S-31, *Scenedesmus acuminatus* – S-329

Прирост биомассы *S. abundans* больше при культивировании в среде с исходным значением pH 5, у *S. acuminatus* при pH 5–7, и для *S. obtusiusculus* при pH 6 показано наибольшее значение прироста биомассы (рис. 2 А, В, С). По прошествии трех недель во всех культурах pH достигал значения  $9 \pm 0.5$ . Содержание ЭПС в культуральной жидкости изменялось в зависимости от прироста биомассы и при использовании питательной среды с исходным уровнем pH 5–6 позволяет ускорить прирост биомассы и, соответственно, повысить общее содержание ЭПС в среде.

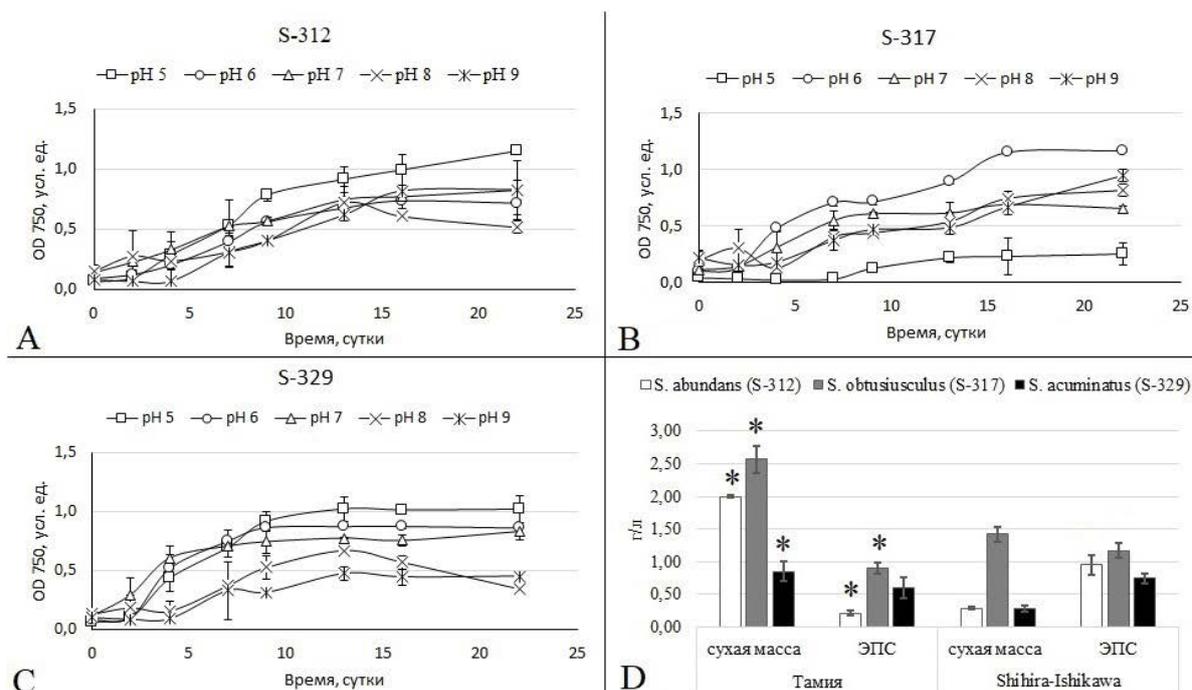


Рис. 2. Результаты исследования по оптимизации pH среды (А, В, С) и влиянию состава среды на прирост биомассы и синтез ЭПС: ЭПС – экзополисахариды; \*  $p < 0.05$  (критерий Манна-Уитни) – при сравнении показателей микроводорослей, культивируемых на разных питательных средах, планки погрешности отражают 95 % доверительный интервал,  $n = 3$

В ходе эксперимента установлено, что прирост биомассы статистически значимо выше ( $p > 0.05$ , ANOVA) при культивировании исследуемых штаммов на питательной среде Тамия (рис 2D). Обнаружено статистически значимое различие ( $p < 0,05$ , ANOVA) между двумя культуральными средами по содержанию в них ЭПС. При этом наивысший выход экзополисахаридов (ЭПС) отмечен у *S. abundans* и *S. acuminatus* в условиях культивирования на среде Тамия, а для *S. obtusiusculus* – при использовании среды Shihira-Ishikawa. Абсолютным лидером по синтезу ЭПС среди исследуемых штаммов является *S. obtusiusculus* (1,17 мг/л). Вероятно, более высокий уровень ЭПС при использовании среды Shihira-Ishikawa обусловлен «меньшей питательностью» в 2–5 раз. При этом в литературе есть множество свидетельств того, что культивирование микроводорослей в условиях дефицита питательных веществ является стрессовым фактором и способствует смещению клеточного метаболизма в сторону синтеза разнообразных веществ [5; 6].

**Научно-исследовательская работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках реализации соглашения № 075–15–2022–245 (вн. № 13.2251.21.0134) по теме: Технологии производства биоактивных полисахаридов из биомассы микроводорослей).**

### Литература

- Maity S., Mallick N. Trends and advances in sustainable bioethanol production by marine microalgae: A critical review. Journal of Cleaner Production. 2022. P. 131153.
- Zhou, Wenguang et al. In: Microalgae Cultivation for Biofuels Production. Elsevier. 2020. pp. 31–50.
- Владимирова М.Г., Барцевич Е.Д., Жолдаков И.А., Епифанова О.О., Маркелова А.Г., Маслова И.П., Купцова Е.С. IPPAS – коллекция культур микроводорослей Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева АН СССР // В кн. Каталог культур коллекций СССР, М., (1991) с. 8–61.
- Griffiths MJ, Garcin C, Van Hille RP, Harrison ST (2011) Interference by pigment in the estimation of microalgal biomass concentration by optical density. J Microbiol Meth 85:119–123
- Solis-Salinas C.E., Patlan-Juarez G. et al. 2021. Long-term semi-continuous production of carbohydrate-enriched microalgae biomass cultivated in low-loaded domestic wastewater. Sci. Total Environ. 798. P. 149227.
- Ran W. et al. Storage of starch and lipids in microalgae: Biosynthesis and manipulation by nutrients. Bioresour. Technol. 2019. 291. P. 121894.