

**Яблонская Елена Карленовна**

магистрант

*Научный руководитель*

**Мачнева Надежда Леонидовна**

канд. биол. наук, доцент, доцент

*Научный руководитель*

**Гнеуш Анна Николаевна**

канд. биол. наук, доцент, заведующий кафедрой, директор Института

ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный

университет им. И.Т. Трубилина»

г. Краснодар, Краснодарский край

## **ИЗУЧЕНИЕ ЗАМЕДЛЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА**

### **У МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ШТАММА CHLORELLA**

#### **ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АМИНОКИСЛОТ**

***Аннотация:** в работе исследовано влияние 12 экзогенных аминокислот на показатели замедленной флуоресценции (ЗФ) штамма микроводоросли *Chlorella GKO*. Аминокислоты вносили в концентрациях  $5 \cdot 10^{-4}$ ,  $1 \cdot 10^{-4}$  и  $5 \cdot 10^{-5}$  г/мл, после чего через 3 суток определяли изменения ЗФ. Установлено, что все аминокислоты оказывают стимулирующее действие на фотосинтетическую активность, при этом максимальный эффект наблюдается у пролина (+26%), фенилаланина (+24%), триптофана (+22%) и аспарагиновой кислоты (+19%) при максимальной концентрации. Выявлена выраженная дозозависимость и корреляция между химической структурой аминокислот и их влиянием на ЗФ: Наибольшую активность проявляют соединения с ароматическими и имино-кислотными структурами. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации биотехнологических процессов культивирования микроводорослей.*

**Ключевые слова:** экзогенные аминокислоты, Хлорелла, замедленная флуорисценция, фотосинтез, оптимизация биотехнологии культивирования.

Замедленная флуоресценция – это индикатор функционального состояния фотосинтетического аппарата живых организмов, отражающий эффективность переноса энергии, состояние фотосистемы II и общий физиологический статус. Изменения ЗФ позволяют судить о влиянии внешних на фотосинтетическую активность [1, с. 24–36; 2, с. 112–120]. Метод флуоресценции хлорофилла начал активно применяться для оперативного получения информации о физиологических изменениях в организме водных растений и животных. Для проведения экспериментов по воздействию аминокислот на показатели Быстрой и Замедленной Флуорисценции штамма хлореллы GКО, культура предварительно выращивалась в 10%-ной среде Тамия в течение 18–20 ч. в специализированном культиваторе KB-05 «СФУ-Система» (Россия) при непрерывном облучении светом (интенсивность 60 Вт/м<sup>2</sup>), поддержании температуры 20°C и интенсивном перемешивании. Аминокислоты вносили в рабочих концентрациях 0,0005, 0,0001 и 0,00005 г/мл. Находящаяся в экспоненциальной фазе роста тест-культура отбиралась по 5 мл и проводилось измерение параметров ЗФ хлореллы через 3 суток после внесения аминокислот в указанных выше концентрациях. Данный показатель зависит от концентрации клеток в суспензии микроводорослей [3, с. 10–12; 4, с. 5, 520–522]. Варианты опыта следующие аминокислоты – глутаминовая кислота (1), аргинин (2), аланин (3), треонин (4), валин (5), лизин (6), глицин (7), метионин (8), триптофан (9), аспарагиновая кислота (10), фенилаланин (11) и пролин (12) в концентрациях 0,0005, 0,0001 и 0,00005% по массе.

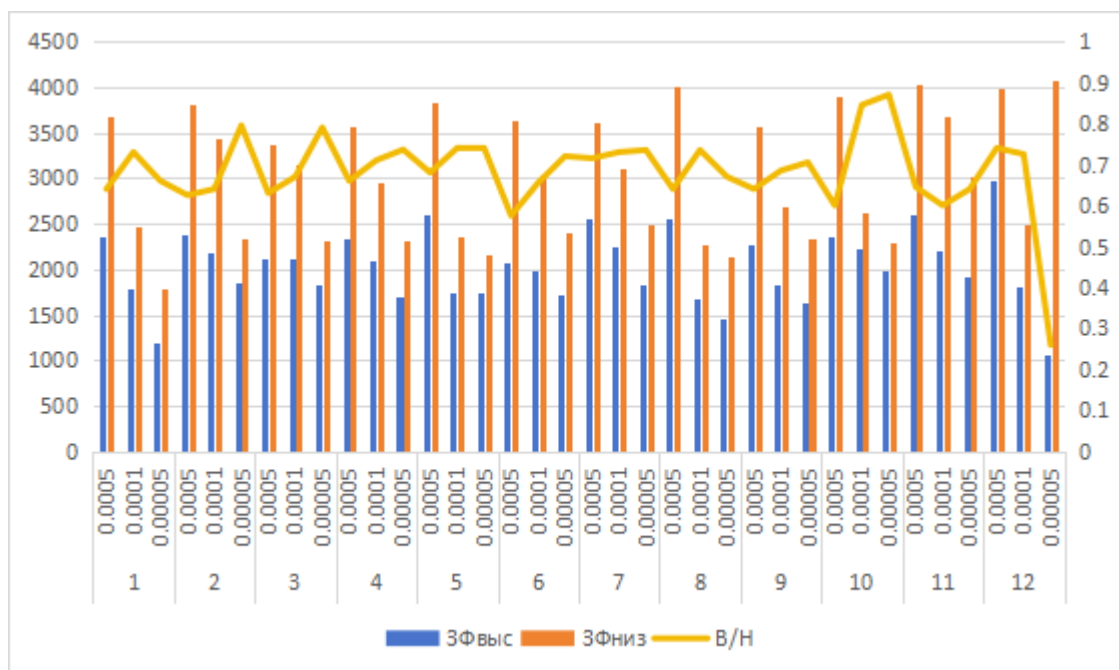


Рис. 1. Показатели замедленной флуоресценции хлореллы при концентрации аминокислот  $5 \cdot 10^{-4}$ ,  $10^{-4}$ ,  $5 \cdot 10^{-5}$  г/мл

Получены зависимости показателей флуоресценции от концентрации экзогенно внесенных аминокислот при культивировании микроводоросли хлореллы. Для всех аминокислот выявлена выраженная зависимость эффекта от концентрации: чем выше содержание аминокислоты, тем сильнее стимуляция ЗФ. Например, для пролина эффект возрастает с 8 до 26%, для фенилаланина – с 7 до 24%, для триптофана – с 6 до 22%.

Минимальный эффект отмечается при самой низкой концентрации ( $5 \cdot 10^{-5}$  г/мл), максимальный – при  $5 \cdot 10^{-4}$  г/мл. В среднем, переход от минимальной к максимальной концентрации даёт прирост эффекта в 3–3,5 раза. Максимальный стимулирующий эффект среди всех исследованных соединений показал пролин (увеличение ЗФ до +26% при максимальной концентрации), за ним следуют фенилаланин (+24%), триптофан (+22%) и аспарагиновая кислота (+19%).

Минимальное влияние отмечено у аланина (+12%) и глицина (+13%).

Также отмечено, что аминокислоты с ароматическими (фенилаланин, триптофан) и иминокислотными (пролин) структурами проявляют наибольшую активность.

*Выводы.* Таким образом все исследованные аминокислоты в исследованных концентрациях оказывают стимулирующее действие на показатели ЗФ хлореллы. Наиболее выраженный эффект наблюдается у аминокислот с ароматическими и иминокислотными структурами. Влияние аминокислот проявляется дозозависимо: с ростом концентрации эффект усиливается. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации биотехнологических процессов культивирования микроводорослей и повышения эффективности фотосинтеза.

### *Список литературы*

1. Флуоресценция хлорофилла в оценке воздействия соединений тяжёлых металлов на водные организмы / Г.А. Сорокина, Т.Л. Шашкова, М.А. Субботин, [и др.] // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». – 2021. – Т. 36. – С. 24–36. DOI 10.26516/2073-3372.2021.36.24. EDN SYSGPE

2. Флуоресценция хлорофилла растений как показатель экологического стресса: теоретические основы применения метода / В.С. Лысенко, Т.В. Вардуни, В.Г. Соьер, В.П. Краснов // Фундаментальные исследования. – 2013. – №4. – С. 112–120. EDN PUUNQB

3. Яблонская Е.К. Перспективы применения аминокислот и их комплексов в биотехнологии производства хлореллы / Е.К. Яблонская, Н.Л. Мачнева // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития: материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Интерактив плюс, 2025. – С. 10–12. – DOI 10.21661/r-586078. EDN IRSRDX

4. Яблонская Е.К. Рост и скорость прироста биомассы *Clorella* под воздействием экзогенных аминокислот / Е.К. Яблонская, Н.Л. Мачнева, А.Н. Гнеуш // Международный научно-исследовательский журнал. – 2026. – №4 (166). – DOI 10.60797/IRJ.2026.166.19. – URL: <https://system.cifra.science/publishing/article/24024> (дата обращения: 06.07.2026). EDN ISNCGW

5. Яблонская Е.К. Перспективы применения аминокислот и их комплексов в биотехнологии производства хлореллы / Е.К. Яблонская, Н.Л. Мачнева // Технологические суверенитеты современной биотехнологии: сборник статей по

4 <https://phsreda.com>

материалам Всероссийского саммита советов молодых ученых и студенческих научных объединений (Краснодар, 30 сентября 2025 года). – В 2 ч. Ч. 2. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 520–522. DOI 10.21661/r-586078. EDN IRSRDX