

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА ДИНАМИКУ
БИОМАССЫ СУСПЕНЗИИ *SPIRULINA PLATENSIS***

В.И. Романова, 3 курс

Научный руководитель – **Н.П. Дмитривич**, к.с.-х.н.

Полесский государственный университет

Введение. Спирулина – многоклеточная нитевидная цианобактерия, обитающая преимущественно в теплых водоемах. Спирулина обладает чрезвычайной приспособляемостью к различным природным условиям. Клетки спирулины способны к быстрому делению при благоприятных условиях: удвоение биомассы может происходить за 5 ч. Биомасса спирулины пригодна к употреблению как простейшими организмами, так и более высокоорганизованными: рыбами и сельскохозяйственными животными. Кроме того, уникальность биохимического состава биомассы спирулины делает ее пригодной для употребления в пищу человеком в качестве источника важнейших компонентов, участвующих в обмене веществ [9].

По содержанию витаминов и микроэлементов спирулина, превосходит многие продукты питания, как растительного, так и животного происхождения. Так, по содержанию витамина А она превосходит сливочное масло и сыр в 400 раз, а яйца в 1500 раз. Витаминов группы В (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂) содержится в спирулине в 40–150 раз больше, чем в молоке, сыре, твороге, мясе, рыбе. В спирулине содержатся также витамины Е (токоферол), С, минеральные вещества и микроэлементы: калий, кальций, магний, фосфор, железо, микродозы йода, селена, редких металлов. Хлорофилл, включенный в клетки спирулины в легко усваиваемой форме, способствует восстановлению клеток печени и обладает противоопухолевым действием. Также она содержит полный набор всех незаменимых аминокислот, а также более 2000 ферментов в микродозах [3].

В связи с тем, что спирулина содержит в своем составе множество полезных веществ, целью исследований было изучение процесса накопления абсолютно сухой биомассы суспензией спирулины при культивировании на питательных средах различного состава.

Методика и объекты исследования. В качестве объекта была выбрана цианобактерия *Spirulina platensis* ((Nordstedt) Geitler, 1932) штамм IBCE S-2 из коллекции водорослей Института биофизики и клеточной инженерии НАНБ.

Выращивание осуществлялось в накопительном режиме в течении 10 суток в емкости ($V=500$ мл) при температуре $26\pm 1^\circ\text{C}$. Освещенность на поверхности емкостей регистрировалась с помощью спектрометра PAR PG200N и составляла 2600 Лк. Для освещения использовали люминесцентные лампы холодного дневного света, при этом фотопериод составлял 12 часов света / 12 часов темноты и регулировался автоматически с помощью механического реле времени.

Для культивирования использовали 4 типа питательных сред: Заррука [5, 2], F/2 [7, 8, 10], BG-11 [1] и ЧУ-10 [6]. В маточном растворе для среды BG-11 использовали $\text{Co}(\text{SO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в количестве 0,00494 г/мл вместо $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Влияние состава питательных сред исследовали в двукратной повторности.

Биомасса клеток суспензии – один из важнейших критериев отбора наиболее продуктивных объектов и условий их последующего культивирования, поэтому продуктивность спирулины определяли по накоплению абсолютно сухой биомассы в процессе ее роста, измеряя оптическую плотность с помощью спектрофотометра марки ПЭ-6400ВИ на длине волны 750 нм. Количество абсолютно сухой биомассы (АСБ) в мг/л рассчитывали по формуле 1:

$$\text{АСБ} = (\text{ОП}_{750} + 0,08)/1,42 \quad (1)$$

где АСБ – абсолютно сухая биомасса, мг;

ОП_{750} – величина оптической плотности суспензии при 750 нм [4].

Результаты и их обсуждение. Использование однофакторного дисперсионного анализа позволило достоверно (при $\alpha=0,05$) установить влияние состава питательной среды на динамику биомассы цианобактерии. Наблюдаемое значение F было равным 16,52, при критическом значении $F=2,87$, одновременно с этим уровень значимости был равным $6,46 \times 10^{-7}$, что в свою очередь меньше принятого $\alpha=0,05$.

При выращивании на средах Заррука и F/2 пик роста наблюдали дважды. На среде Заррука он был отмечен на 4-й и 9-й день, при этом сухая биомасса составила $2,330 \pm 0,349$ мг/л и $2,509 \pm 0,034$ мг/л соответственно. При выращивании на среде F/2 сухая биомасса была максимальной на 5-й ($1,645 \pm 0,012$ мг/л) и на 9-й день ($1,837 \pm 0,035$ мг/л) (таблица).

Таблица – Абсолютно сухая биомасса *S. platensis*, мг/л

День культивирования	Питательная среда			
	Заррука	F/2	BG-11	ЧУ-10
1	$0,605 \pm 0,008$	$1,054 \pm 0,009$	$0,283 \pm 0,004$	$0,515 \pm 0,014$
2	$0,761 \pm 0,008$	$1,159 \pm 0,122$	$0,279 \pm 0,002$	$0,584 \pm 0,016$
3	$1,166 \pm 0,014$	$1,418 \pm 0,019$	$0,387 \pm 0,019$	$0,562 \pm 0,012$
4	$2,330 \pm 0,349$	$1,363 \pm 0,006$	$0,268 \pm 0,006$	$0,668 \pm 0,050$
5	$2,024 \pm 0,016$	$1,645 \pm 0,012$	$0,349 \pm 0,003$	$0,669 \pm 0,008$
6	$1,771 \pm 0,008$	$1,400 \pm 0,004$	$0,521 \pm 0,005$	$0,830 \pm 0,033$
7	$1,480 \pm 0,063$	$1,113 \pm 0,008$	$0,622 \pm 0,021$	$1,119 \pm 0,108$
8	$1,860 \pm 0,027$	$1,472 \pm 0,139$	$0,832 \pm 0,004$	$1,103 \pm 0,016$
9	$2,509 \pm 0,034$	$1,837 \pm 0,035$	$0,823 \pm 0,013$	$1,046 \pm 0,019$
10	$2,417 \pm 0,062$	$1,669 \pm 0,084$	$0,955 \pm 0,008$	$1,342 \pm 0,010$

Примечание: данные достоверно отличны при $p < 0,05$.

При выращивании на двух других питательных средах отмечено плавное нарастание сухой биомассы спирулины. Так при использовании питательной среды BG-11 отмечен относительно медленный прирост сухой биомассы в сравнении со средами Заррука и F/2. Этот показатель имел максимальное значение в конце культивирования, т.е. на 10-й день ($0,955 \pm 0,008$ мг/л). Состав пи-

питательной среды ЧУ-10 также обеспечил достаточно медленный рост сухой биомассы до значения $1,342 \pm 0,010$ мг/л к концу процесса культивирования.

Заключение. Таким образом, анализ результатов проведенных исследований по влиянию типа питательной среды на динамику биомассы *S. platensis* показал, что, состав питательной среды оказывает достоверное влияние на рост цианобактерии и накопление сухой биомассы.

Среда F/2 может применяться при выращивании спирулины, однако полученное количество сухой биомассы несколько меньше, чем на стандартной среде Заррука. При культивировании спирулины на средах ВГ-11 и ЧУ-10 для накопления биомассы требуется больше времени, что может привести к дополнительным затратам при ее выращивании. Несмотря на наличие витаминов в других питательных средах, наиболее благоприятной средой для культивирования *S. platensis* является среда Заррука.

Список использованных источников

1. Гайсина, Л. А. Современные методы выделения и культивирования водорослей: учеб. пособ. / Л. А. Гайсина, А. И. Фазлутдинова, Р. Р. Кабиров. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2008. – 152 с.
2. Каталог культур микроводорослей в коллекциях СССР / Рос. Акад. Наук, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева; [М. Г. Владимирова и др.]. – М. : ИФР, 1991. – 227 с.
3. Кедик, С. А. Спирулина – пища XXI века / С. А. Кедик, Е. И. Ярцев, Н. В. Гульятеева. – М. : «Фарма Центр», 2006. – 166 с.
4. Мельников, С. С. Влияние чередования световых и темновых периодов на продуктивность *Spirulina (Arthrospira) platensis* (Nordst.) Geitler / С. С. Мельников, Т. В. Самович, Е. Е. Мананкина, Е.А. Будакова // Альгология. – 2012. – Т 22, № 2. – С. 121–130.
5. Пиневич, Г. Д. Изучение *Spirulina platensis* – нового объекта высокоинтенсивного культивирования / Г. Д. Пиневич, Н. Н. Верзилин, А. А. Михайлов // Физиология растений. – 1970. – Т.17, Вып. 5. – С. 1037–1046.
6. Belcher, H. Culturing algae: guide for schools and colleges / H. Belcher, E. Swale. – Cambridge: Titus Wilson & Son Ltd, 1988. – 28 p.
7. Guillard, R.R. Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervaceae* (Cleve) Gran / R.R. Guillard, J.H. Ryther // Can. J. Microbiol. – 1962. – Vol. 8 (2). – P. 229–239.
8. Remane, A. Die Biologie des Brackwassers. Die Binnengewässer / A. Remane, C. Schlieper. – Stuttgart : E. Schweizerbart, 1958. – 348 p.
9. *Spirulina (Arthrospira)*: an edible microorganism: a review / M. Sánchez [et. al.] // Universitas Scientiarum, 2003. – Vol. 8(1). – P. 7–24.
10. Sterba, G. Aquarienkunde. Bd. II / G. Sterba. – Leipzig/Jena: Urania-Verlag, 1956. – 375 p.