

АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД *SPIRULINA PLATENSIS* ЯК КОРМОВОЇ ДОБАВКИ ЗА ДОДАВАННЯ КИСЛОМОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ ДО ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАРРУКА

А. Д. Хоменко, аспірантка*

В. М. Надточій, Г. П. Ривак, кандидати сільськогосподарських наук

Білоцерківський національний аграрний університет

Експериментально встановлено, що додавання до складу поживного середовища Заррука кисломолочної сироватки впливає на синтез амінокислот у клітинах мікробіодорості *Spirulina platensis*. Виявлено стимулюючий ефект на синтез амінокислот за додавання 1,0 % (0,5 л) кисломолочної сироватки від об'єму поживного середовища порівняно з контролем. За такої концентрації сироватки було одержано біомасу *Spirulina platensis* з більшою концентрацією лізину, треоніну, та гліцину на 38,2 %, 23,9 та 3,1 %, відповідно, порівняно з контролем. Також відмічено, що збільшення концентрації сироватки до 4,0 % від об'єму поживного середовища Заррука негативно впливає на підвищення активності синтезу амінокислот у клітинах мікробіодорості.

***Spirulina platensis*, біомаса, поживне середовище, сироватка, амінокислоти, кормова добавка**

Важливими завданнями, які постають сьогодні перед виробниками продукції тваринництва та птахівництва є забезпечення її високої конкурентоспроможності та рентабельності за використання недорогих і ефективних кормів та кормових добавок [4].

Отримання високих показників продуктивності сільськогосподарських тварин та птиці можливе за надходження до організму достатньої кількості поживних та біологічно активних речовин (БАР) [5]. Тому головним є застосування збалансованих раціонів. Для цього використовують різні премікси, білково-мінеральні (БМД), білково-вітамінно-мінеральні (БВМД) добавки, до складу яких входять компоненти тваринного та рослинного походження з високим вмістом протеїну, амінокислот, мінеральних елементів, вітамінів тощо [2, 5].

* Науковий керівник доктор сільськогосподарських наук, професор С.В. Мерзлов

Сьогодні актуальним є питання пошуку нових видів високоцінних кормів і кормових добавок. Широко культивують мікроводорості, зокрема, *Spirulina platensis*, біомасу якої використовують як кормову добавку до комбікормів [2, 3]. Це обумовлено її хімічним складом, особливо наявністю значного вмісту білка та незамінних амінокислот [3, 4].

Залежно від умов культивування (інтенсивність освітлення, температура, склад поживного середовища, рН) хімічний склад біомаси синьо-зеленої мікроводорості *Spirulina platensis* може змінюватись. У середньому її біомаса містить 17–18 % сухої речовини у якій до 70,0 % білка, який у організмі тварин перетравлюється на 85,0–95,0 % і містить всі незамінні амінокислоти, до 20,0 % вуглеводів та до 8,0 % ліпідів, представлених в основному жирними кислотами [4, 6]. Серед амінокислот важливе значення для тварин та птиці мають: лізин, метіонін, треонін, аланін та гліцин, які сприяють кращому засвоєнню Фосфору, Кальцію та Феруму, підвищенню рівня гемоглобіну у крові. Недостатня їх кількість призводить до порушення кровотворення, зниження кількості еритроцитів, зниження рівня гемоглобіну та продуктивності [4].

Для культури *Spirulina platensis* мінеральне живлення є найважливішим показником, що визначає її продуктивність і напрям метаболізму, тому середовищем для її існування є розчин мінеральних солей у воді. Для її культивування використовують стандартні поживні середовища Громова, Тамія або Заррука, які містять оптимальні концентрації необхідних мінеральних елементів [6, 8]. Також, відомо, що *Spirulina platensis* здатна до гетеротрофного типу живлення і для цього може використовувати органічні джерела надходження есенціальних факторів живлення, наприклад: курячий послід, гній ВРХ, стічні води, (без розведення і з розведенням до 50,0 %), відходи бродильних виробництв тощо [2, 7, 8].

Проте, невивченим та перспективним є спосіб культивування *Spirulina platensis* за додавання кисломолочної сироватки до складу поживного середовища Заррука [2]. Серед загального обсягу стічних вод молокопереробних підприємств, 60,0 % займає сироватка, що пов'язано з відсутністю пристосування для її збору або обладнання для переробки, та неусвідомлення цінності втрати сировинних ресурсів за актуальності проблеми дефіциту білка. Молочна сироватка містить 0,5–1,5 % білків, які характеризуються оптимальним набором амінокислот, дрібнодиспергований молочний жир (0,05–0,1 %), лактоза, а також мінеральні елементи та вітаміни, які необхідні для життєдіяльності мікроводорості [1, 6].

Мета роботи – встановити вплив різних концентрацій кисломолочної сироватки у складі поживного середовища Заррука на амінокислотний склад біомаси *Spirulina platensis*, як кормової добавки до комбікормів для тварин та птиці.

Матеріали і методи досліджень. Для досліджень використовували чисту культуру ціанобактерії *Spirulina platensis* та кисломолочну сироватку, одержану на молокопереробному підприємстві ПАТ ЖЛК «Україна» м. Біла Церква Київської області в процесі виробництва нежирного кисломолочного сиру. Кисломолочна сироватка мала такі середні показники: титровану кислотність – 61,5 °Т, рН – 4,06, масову частку жиру – 0,05 %, масову частку білка – 0,67 % та 5,58 % сухої речовини.

Культивування *Spirulina platensis* проводили у фітореакторах, ємністю 50 л кожний, за використання стандартного поживного середовища Заррука. Період дослідження становив 30 діб. Культуру мікроводорості цілодобово забезпечували світлом. Для перемішування поживного середовища з клітинами *Spirulina platensis* використовували компресори з барбітажними наконечниками. Впродовж усього дослідного періоду температуру поживного середовища витримували на рівні 24–25 °С. Під час проведення дослідів до складу чотирьох дослідних поживних середовищ додавали сироватку, контрольне поживне середовище було без сироватки (табл. 1.)

1. Схема дослідів

Поживне середовище	Кількість доданої кисломолочної сироватки, л	Кількість доданої кисломолочної сироватки, % від об'єму
Контрольне	–	–
Дослідні:		
перша	0,5	1,0
друга	1,0	2,0
третя	1,5	3,0
четверта	2,0	4,0

По завершенню тридцятидобового періоду культивування від поживного середовища відділяли культуру *Spirulina platensis* і висушували її.

Вміст амінокислот у сухій речовині біомаси *Spirulina platensis* визначали за допомогою капілярного електрофорезу за І.Я. Коцюмбасом.

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень встановлено, що за збільшення кількості доданої до складу поживного середовища Заррука кисломолочної сироватки, зменшується концентрація амінокислот у біомасі *Spirulina platensis* (табл. 2).

2. Концентрація амінокислот у сухій речовині біомаси *Spirulina platensis*, $M \pm m$, (n = 4)

Аміно-кислота	Концентрація амінокислот у біомасі <i>Spirulina platensis</i> , %				
	Культуральні середовища				
	контрольне	Дослідні			
перша		друга	третя	четверта	
Лізин	1,02 ± 0,004	1,41 ± 0,024***	0,91 ± 0,008***	0,81 ± 0,074	0,47 ± 0,025***
Метіонін	0,82 ± 0,076	0,65 ± 0,092	0,48 ± 0,004*	0,4 ± 0,031*	0,3 ± 0,017**
Треонін	1,71 ± 0,021	2,12 ± 0,012***	1,47 ± 0,094	1,27 ± 0,072**	0,77 ± 0,083**
Аланін	3,68 ± 0,047	3,21 ± 0,148	2,52 ± 0,128**	1,96 ± 0,059***	1,45 ± 0,094***
Гліцин	1,6 ± 0,004	1,65 ± 0,011*	1,32 ± 0,087*	1,08 ± 0,122*	0,81 ± 0,093**

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

Додавання 1,0 % кисломолочної сироватки до складу поживного середовища Заррука стимулює клітини мікробіодорості до синтезу власних амінокислот. Так, у біомасі одержаної з I дослідного культурального середовища, концентрація лізину, треоніну та гліцину у порівнянні з контролем була вищою на 38,2 %, 23,9 та 3,1 %, відповідно, а концентрація метіоніну та аланіну була нижчою, відповідно, на 41,4 % та 12,8 %. За додавання 2,0 % (1,0 л) кисломолочної сироватки було одержано біомасу *Spirulina platensis* з меншою концентрацією метіоніну та аланіну на 41,4 % та 32,0 %, а лізину, треоніну та гліцину порівняно з контролем на 11,0 %, 14,0 та 18,0 % відповідно. Подальше збільшення концентрації кисломолочної сироватки у поживному середовищі супроводжувалось зниженням активності синтезу амінокислот. Отже, у біомасі мікробіодорості одержаної з III дослідного середовища за додавання 3,0 % (1,5 л) сироватки концентрація метіоніну зменшилась на 51,2 %, аланіну на 46,7 %, треоніну на 25,7 %, а лізину та гліцину, відповідно, на 20,6 % та 32,5 %. За додавання 4,0 % (2,0 л) кисломолочної сироватки до складу поживного середовища (IV дослідне) концентрація аланіну та метіоніну зменшилась на 60,6 % та 63,4 %, а треоніну, лізину та гліцину, відповідно на 54,9 %, 53,9 та 49,3 % у порівнянні з біомасою одержаною з контрольного поживного середовища.

Відомо, що *Spirulina platensis* здатна до трьох типів живлення (автотрофного, гетеротрофного та міксотрофного) [3, 8]. Тому за додавання сироватки вона пристосовується до найбільш оптимального, у цьому випадку автотрофного і використовуючи амінокислоти сироватки сповільнює синтез власних амінокислот.

Виявлена закономірність свідчить про те, що з збільшенням вмісту кисломолочної сироватки у поживному середовищі Заррука вміст амінокислот у біомасі мікроводорості *Spirulina platensis* зменшується.

Висновки та перспективи подальших досліджень

За результатами проведених досліджень встановлено, що на синтез амінокислот у клітинах мікроводорості *Spirulina platensis* впливає концентрація кисломолочної сироватки у поживному середовищі Заррука. Підвищення активності синтезу відбувається за додавання 1,0 % (0,5 літрів) сироватки від об'єму поживного середовища. За такої її концентрації було одержано біомасу *Spirulina platensis* з більшою концентрацією лізину, треоніну та гліцину на 38,2 %, 23,9 та 3,1 %, відповідно, порівняно з контролем. За збільшення концентрації сироватки до 4,0 % синтез амінокислот погіршувався.

Враховуючи вищезазначене, перспективним є дослідження застосування біомаси *Spirulina platensis* як кормової добавки, одержаної за використання кисломолочної сироватки у складі поживного середовища Заррука, у годівлі перепелів.

Список літератури

1. Барабанщиков Н. В. Молочное дело: Учебник для студ. вузов. – 2-е изд. перероб. и доп. / Н. В. Барабанщиков. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.
2. Біоконверсія органічних відходів / П. Є. Чаус, С. М. Гармаш, В. О. Герасименко та ін. // Тези доповідей VI міжнародної науково-технічної конференції: [“Хімія та сучасні технології”] – Дніпропетровськ, 2013. – Т. IV. – С. 14.
3. Горбунова С. Ю. Продуктивность культуры *Spirulina platensis* при различной обеспеченности минеральным питанием / С. Ю. Горбунова, Р. П. Тренкеншу // Современные проблемы альгологии. Материалы международной научной конференции и VII Школы по морской биологии. – 2008. – С.109-116.
4. Крокхина В. А. Комбикорма, кормовые добавки и ЗТСМ для животных (состав и применение) / В. А. Крокхина // Справочник. Москва: Агропромиздат, 1990. – 304 с.
5. Мінеральне живлення тварин / Х. Т. Кліценко, М. Ф. Кулик, Косенко М. В. та ін. – К.: Світ, 2001. – 576 с.
6. Семенова О. І. Молочна сироватка, як цінний вторинний матеріальний ресурс / О. І. Семенова, М. М. Самсоненко, Д. А. Леонтьєва // Перспективы развития науки в современном мире.– 2012. – № 13 – С. 30-35.

7. Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of Spirulina on rat model of non-alcoholic steatohepatitis / W. Pak, F. Takayama, M. Mine [et al.] // Clinical Biochemistry and Nutrition – 2012. – № 3. – P. 227-235.
8. Cyanobacteria: an emerging source for drug discovery / R. Kunwar Singh, S. Prakash Tiwari, A. Rai // – Antibiotics. – 2011. – № 64. – P. 401-412.
9. Fedekar F.M. Production and nutritive value of Spirulina platensis in reduced cost media / F.M. Fedekar, El-Wahab Abd, S. Hoda // The egyptian journal of aquatic research. – 2012. – Vol. 38, № 1.– P. 51-57.

Экспериментально установлено, что прибавление к питательной среде Заррука кисломолочной сыворотки влияет на синтез аминокислот в клетках микроводорости Spirulina platensis. При прибавлении 1,0 % (0,5 л) кисломолочной сыворотки от объема питательной среды (I исследуемая среда) выявлено стимулирующий эффект на синтез аминокислот в сравнении с контролем. При таком содержании сыворотки было получено биомассу Spirulina platensis с большей концентрацией лизина, треонина и глицина на 38,2 %, 23,9 и 3,1 %, соответственно, в сравнении с контролем. Также следует отметить, что повышение концентрации сыворотки до 4,0 % от объема питательной среды Заррука отрицательно влияет на повышение активности синтеза аминокислот в клетках микроводорости.

Spirulina platensis, биомасса, питательная среда, сыворотка, аминокислоты, кормовая добавка

Experimentally was found that the addition of the nutrient medium Zarruka dairy whey affect the synthesis of amino acids in the cells of microalgae Spirulina platensis. Found a stimulating effect on the synthesis of amino acids by adding 1.0% (0.5 liters) of dairy whey volume of culture medium (first test nutrient medium) compared with control. With such a concentration of serum was obtained Spirulina platensis biomass with higher concentrations of lysine, threonine and glycine at 38.2 %, 23.9 and 3.1 %, respectively, compared with control. Also observed that increasing the concentration of milk whey to 4.0 % by volume of nutrient medium Zarruka negative effect on increased activity of the synthesis of amino acids in microalgae cells.

Spirulina platensis, biomass, nutrient medium, milk whey, amino acids