

УДК 612.1+612.8-085,322-929

**Т. В. Гладкій**, канд. біол. наук, доц., **Л. І. Сьомік**, канд. біол. наук, доц., **Т. В. Коломійчук**, ст. викл.

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,  
кафедра фізіології людини та тварин,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

## СТАН ДЕЯКИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ ЩУРІВ ЗА КУРСОВОГО ПРИЙОМУ СПІРУЛІНИ

Вивчено вплив синьо-зеленої водорості *Spirulina platensis* на стан ряду систем організму щурів, що знаходилися на раціоні, не збалансованому по вмісту вітамінів та амінокислот. Показано, що курсовий прийом (1 міс.) спіруліни призводить до нормалізації гематологічних показників (зростає вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, нормалізується лейкоцитарна формула), а також підвищує інтенсивність процесів всмоктування глюкози та гліцину у тонкій кишці щурів.

**Ключові слова:** спіруліна, гематологічні показники, всмоктування.

В останні роки все більшу увагу дослідників привертає синьо-зелена водорість *Spirulina platensis*, що мешкає у водоймах Південної Америки, Азії та Африки. Біомаса спіруліни містить абсолютно всі речовини, які необхідні організму людини та тварин для нормальної життєдіяльності [1, 2]. Спіруліна містить фізіологічно збалансований вміст білків, вуглеводів, вітамінів, амінокислот, мікро- та макроелементів, есенціальних жирних кислот (всього біля 50 найменувань) [3]. В той же час у спіруліні міститься тільки 5 % жирів та лише 0,8 % холестерину [4].

Крім цього, спіруліна є універсальним біопротектором, біокоректором та біостимулятором [5]. Спіруліну виготовляють і споживають більш ніж у 60 країнах. Основним виробником спіруліни в Україні являється МВКФ "Спіруліна-ЛТД" у м. Миколаїв, де культивування мікрowodорості відбувається в екологічно чистих умовах закритого ґрунту у тепличних комплексах.

Для доказу нешкідливості та ефективності застосування спіруліни доцільно дослідити показники системи крові, бо органи кровотворення містять популяції клітин, що найбільш активно поділяються і мають особливо виразну чутливість до дії як сприятливих, так і несприятливих чинників. Слід враховувати і те, що коли спіруліна попадає в шлунково-кишковий тракт, то вона може виявляти вплив на транспортні системи слизової оболонки кишечника, тобто на надходження до організму інших харчових та мінеральних речовин.

Враховуючи вищезазначене, ми з'ясували вплив курсового прийому синьо-зеленої водорості *Spirulina platensis*, виготовленої МВКФ

"Спіруліна", на показники периферійної крові білих щурів, а також на всмоктування поживних речовин у тонкому кишечнику.

### Матеріал та методи дослідження

Робота виконувалася на кафедрі фізіології людини та тварин ОНУ ім. І. І. Мечникова. Для виявлення ефекту впливу довгочасного застосування спіруліни на функціональні системи білих щурів всіх тварин, яких використовували у досліді, утримували на раціоні, не збалансованому по вмісту вітамінів та амінокислот [6]. Досліди по вивченню дії спіруліни на показники периферійної крові проведено на 17 щурах (самцях) масою 250—300 г. Тварини були поділені на дві групи.

Тваринам дослідної групи (10 щурів) внутрішньошлунково вводили спіруліну із розрахунку 30 мг на 100 г маси у вигляді водного розчину в об'ємі 2 мл. Зазначене введення здійснювали щоденно протягом місяця (курсний прийом). Тваринам контрольної групи щоденно внутрішньошлунково вводили еквівалентний об'єм фізіологічного розчину.

Для оцінки загального фізіологічного стану визначали масу тіла тварин. Визначення маси тіла та забір крові здійснювали дворазово: на початку дослідження та через місяць.

Кров для аналізу брали з хвостової вени. В периферійній крові досліджували число еритроцитів, лейкоцитів, вміст гемоглобіну та визначали лейкоцитарну формулу.

Вивчення впливу спіруліни на процеси всмоктування в тонкій кишці здійснювали на 12 тваринах, яким щоденно вводили спіруліну у вищезазначених дозах. До складу контрольної групи входило 7 тварин.

Всмоктування 0,28 М розчину глюкози та 0,03 М розчину гліцину вивчали на ізольованих відрізках тонкої кишки щурів в гострому експерименті. Після наркотизації тварин та розрізу брюшної порожнини вилучали фрагмент тонкої кишки, ізолювали три сегменти один від одного за допомогою лігатур та вводили в кожний по 1,5 мл розчину глюкози (75 мг) або гліцину (3,37 мг). Нерви та кровоносні судини, що забезпечують інервацію та кровопостачання сегментів, не перетинали. Після означених процедур зазначені сегменти кишечника занурювали у брюшну порожнину.

Через 30 хвилин розчини, що знаходилися у сегментах, збирали в посудини і визначали в цих розчинах вміст глюкози рефрактометрично, а вміст гліцину — за допомогою методу Мутінга і Кайзера [7]. Ступінь всмоктування глюкози та гліцину визначали по різниці між кількістю введеної та наявної речовини в тому чи іншому сегменті кишечника.

Достовірність отриманих даних оцінювали за критерієм Стьюдента-Фішера [8].

### Результати досліджень та їх обговорення

Для визначення загального впливу спіруліни на організм щурів ми реєстрували зміну маси тіла тварин за дослідний період (рис. 1).

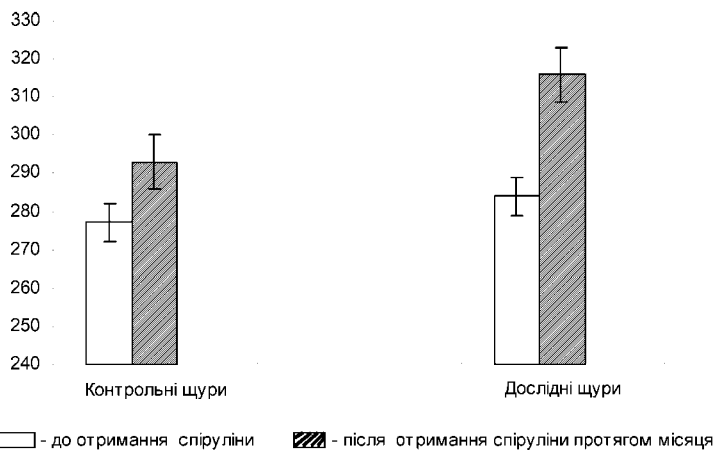


Рис. 1. Динаміка маси тіла щурів за умов отримання спіруліни.

Примітка: по осі ординат — маса тіла, г.

Щури контрольної групи у вихідному стані мали масу тіла  $277,0 \pm 9,6$  г. Через місяць знаходження в віварії на стандартному раціоні маса тіла тварин збільшилась в середньому на 16 г. Середня швидкість приросту маси становила 0,53 г на добу, що відповідало середньостатистичному темпу приросту маси тварин даного віку [9]. Маса тіла тварин дослідної групи за прийому спіруліни за один місяць збільшилась на 32 г, тобто на 11,3%. Щодобова швидкість приросту складала 1,06 г.

В ході проведеного експерименту було виявлено відмінності гематологічних показників у контрольних і дослідних щурів; найбільш істотно змінювався вміст еритроцитів та гемоглобіну.

Після місячного прийому спіруліни в крові досліджуваних щурів вміст еритроцитів зріс на 40,5 %, а гемоглобіну — на 10,3 %. При цьому вміст еритроцитів і гемоглобіну у цих тварин знаходився на рівні фізіологічної норми, в той час як у контрольних щурів, що знаходилися на незбалансованому раціоні віварію, ці показники були нижчі за норму, що вказує на наявність певного ступеня анемії.

Вміст лейкоцитів в крові щурів як контрольної, так і дослідної груп складав  $14,3 \pm 0,64 \cdot 10^9/\text{л}$  та  $14,8 \pm 1,1 \cdot 10^9/\text{л}$  відповідно. Через місяць вміст лейкоцитів у крові щурів контрольної групи не змінився, а в групі щурів, що приймали спіруліну, зменшився на 29 % і дорівнював  $10,5 \pm 1,3 \cdot 10^9/\text{л}$  (табл. 1).

Вихідні показники лейкоцитарної формули у щурів трохи відрізнялись від прийнятої фізіологічної норми [9]. В крові тварин,

що знаходились у віварії, містилася більша кількість еозинофілів (4,3—4,7 %), ніж повинно бути у білих щурів (норма 2,0—3,0 %). Вміст паличкоядерних нейтрофілів також перевищував норму та становив 4,5—10,0 % (норма 1,3—2,0 %). Дещо підвищеним був також вміст моноцитів — 8—6 % (норма 1,0—6,0 %).

Таблиця 1

## Показники крові білих щурів за отримання тваринами спіруліни

Групи тварин	Кількість еритроцитів, $10^{12}$ /л		Кількість гемоглобіну, г/л		Кількість лейкоцитів, $10^9$ /л	
	в стартовий період досліджу	через місяць	в стартовий період досліджу	через місяць	в стартовий період досліджу	через місяць
Контрольна	4,81±0,33	4,93±0,23 $p_1 > 0,05$	147,8±1,8	146,4±3,1 $p_1 > 0,05$	14,3±0,6	14,5±0,8 $p_1 > 0,05$
Дослідна	4,44±0,42 $p_2 > 0,05$	6,24±0,31 $p_1 < 0,05$ $p_2 < 0,05$	145,5±2,5 $p_2 > 0,05$	160,5±2,6 $p_1 < 0,05$ $p_2 < 0,05$	14,8±1,1 $p_2 > 0,05$	10,5±1,3 $p_1 < 0,05$ $p_2 < 0,05$

Примітки:  $p_1$  — достовірність різниці середніх у порівнянні з вихідними значеннями;

$p_2$  — достовірність різниці середніх у порівнянні з контрольною групою.

Через місяць у контрольних тварин суттєвих змін з боку елементів лейкоцитарної формули не спостерігали. У щурів, що отримували на протязі місяця спіруліну, відбулася певна нормалізація показників лейкоцитарної формули, що виявилось у зменшенні кількості паличкоядерних елементів (до 4,5 %) та моноцитів (до 5,5 %). Отримані результати вказують на корегуючий вплив хімічних компонентів спіруліни на вміст лейкоцитів у крові та лейкоцитарну формулу.

Позитивний вплив прийому *Spirulina platensis* на фізіологічні показники тварин пояснюється наявністю у складі водорості великої кількості біологічно активних компонентів. Крім цього, водорість є багатим джерелом білка, вміст якого у водорості сягає 70 %. Білок спіруліни містить велику кількість незамінних амінокислот, а також вітамінів та мінеральних речовин. Завдяки наявності у спіруліні великої кількості вітамінів  $B_1$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$ , РР, легкозасвоюваного заліза (переважно у складі фікоціаніну), кобальту, міді та ін., вона має гемостимулюючі властивості [10, 11].

Вивчення інтенсивності всмоктування поживних речовин у тонкому кишечнику щурів, отримуючих спіруліну, показало, що хімічні компоненти водорості суттєво поліпшують процеси всмоктування (табл. 2). Якщо інтенсивність всмоктування глюкози в кишечнику контрольних тварин складала в середньому 41,3—45,8 % від загальної кількості введеної речовини, то у тварин дослідної групи цей показник перевищував 54 %.

**Всмоктування поживних речовин у тонкій кишці білих щурів після курсового прийому спіруліни**

Групи тварин	Всмоктування глюкози				Всмоктування гліцину			
	до прийому спіруліни		через місяць		до прийому спіруліни		через місяць	
	мг	%	мг	%	Мг	%	мг	%
Конт-рольна	34,40±1,16	45,8	31,10±2,34 $p_1 > 0,05$	41,3	0,88±0,04	26,1	1,00±0,04 $p_1 > 0,05$	29,7
Дослідна	33,00±2,06 $p_2 > 0,05$	44,0	41,0±1,95 $p_1 < 0,05$ $p_2 < 0,05$	54,6	0,81±0,06 $p_2 > 0,05$	24,0	1,13±0,05 $p_1 < 0,05$ $p_2 < 0,05$	33,5

Примітки:  $p_1$  — достовірність різниці середніх у порівнянні з вихідними даними;  
 $p_2$  — достовірність різниці середніх у порівнянні з контрольною групою.

Всмоктування гліцину в умовах отримання тваринами спіруліни зросло на 39,6 % порівняно з вихідним рівнем.

Цей позитивний ефект спіруліни на всмоктувальну функцію кишечника може бути обумовлений рядом факторів. Відомо, що білки та активні речовини спіруліни нормалізують процеси обміну у печінці, слизових оболонках, а також стимулюють моторну діяльність кишечника. Є дані, що спіруліна поліпшує кишкову мікрофлору [12].

Таким чином, отримані дані свідчать про те, що спіруліна може бути не тільки харчовим, але й лікарським засобом. Цей висновок цілком узгоджується з думкою спеціалістів — дієтологів та лікарів [12, 13], які рекомендують приймати спіруліну з профілактичною, а у ряді випадків з лікувальною метою, особливо за дії на організм несприятливих факторів, а також людям похилого та старого віку.

### Література

1. Switzer L. Spirulina the whole food revolution. — New-Jork: Bantam Books. — 1982. — P. 12.
2. Hendrickson R. Earth food spirulina. How this remarkable blue-green algae can transform your health and our planet. Laguna-Beach. — Ronore Enterprises. — 1989. — 180 p.
3. Hills C. The secret of spirulina // Medical Discoveries of Japanese Doctors.-New-Jorc. — 1985. — P. 250.
4. Nayaka N. Cholesterol lowering effect of spirulina // Nutrition Reports. — 1988. — V. 37, N. 6. — P. 1329–1337.
5. Kato T., Takemoto K. Effects of spirulina on hypercholesterolemia and fatty liver in rats. // Japan Nutritional Foods Journal. — 1984. — V. 7, N. 37. — P. 323–328.
6. Stephan R. M., Harris M. R. Advances experimental caries rescach. Washington. Ed by R. F. Sognnaes, 1955. — P. 47–48.
7. Muting D., Kaiser E. Der quantitativen. Bestimmung. Von (-amino-sticustoff in biologischem Material mittels ninhydrin-Reaction. // Hoppe-Seyler's Zeitschrift fiir Physiologische chemic. Berlin. — 1963. — B. 332. H. 1–6. — S. 276–281.

8. Манцевичуте-Эрингене Е. В. Упрощенные математико-статистические методы в медицинской исследовательской работе // Патол. физиология и экспериментальная терапия. — 1964. — № 4. — С. 71–78.
9. Западнюк И. П., Западнюк В. И., Захария Е. А., Западнюк Б. В. Лабораторные животные. — К.: Вища школа. — 1983. — 383 с.
10. Ichinson P., Shubert E. F.vailability of iron to rats from spirulina a blue-green alge.-Research Institute of Radiathion Medicine, Minsk, Belarus. 6 Int l Congress of Applied Algology. — Czech Republic, Belarus. — 1995. — P. 224.
11. Лук'янова О. М. Особливості перебігу, діагностики та лікування найбільш поширених захворювань у дітей, що постраждали в наслідок аварії на ЧАЕС // Лікування та діагностика. — 1996. — № 2. — С. 6–12.
12. Берестов В. А. Спирулина — наше здоровье и долголетие. — Николаев: МККФ "Спирулина", 2002. — 48 с.
13. Купраш Л. П., Чекман И. С., Горчакова Н. А. Спирулина и здоровье. — Николаев: МПКФ "Спирулина", 2000. — 76 с.

**Т. В. Гладкий, Л. И. Семик, Т. В. Коломийчук**

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,  
кафедра физиологии человека и животных,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

#### **СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА КРЫС ПРИ КУРСОВОМ ПРИЕМЕ СПИРУЛИНЫ**

##### **Резюме**

Изучено влияние сине-зеленой водоросли *Spirulina platensis* на состояние ряда систем организма крыс, находившихся на рационе, не сбалансированном по содержанию витаминов и аминокислот. Показано, что курсовой прием (1 мес.) спирулины приводит к нормализации гематологических показателей (повышается содержание гемоглобина, количество эритроцитов, нормализуется лейкоцитарная формула), а также повышается интенсивность процессов всасывания глюкозы и глицина в тонкой кишке.

**Ключевые слова:** спирулина, гематологические показатели, всасывание.

**T. V. Gladky, L. I. Semik, T. V. Kolomiychuk**

Odessa National I. I. Mechnikov University,  
Department of Human Physiology,  
Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

#### **THE STATE OF CERTAIN ORGANISM SYSTEMS OF RATS THAT TREATMENT BY SPIRULINA**

##### **Summary**

The effect of blue-green alga *Spirulina platensis* on the state of certain organism systems of rats, which received food non-balanced by the content of vitamins and aminoacids, has been investigated. It was shown that the treatment by *Spirulina* during one month course lead to normalization of hematological indexes (the hemoglobin level and the erythrocytes number has been increased and the leucocytes formula has been normalized), and also the intensity of glucose and glycine absorption processes in rats intestine has increased.

**Key words:** *Spirulina*, hematological indexes, absorption.