

## ВПЛИВ СВІТЛА Й ТЕМПЕРАТУРИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СПІРУЛІНИ

**А.КОТИНСЬКИЙ,**

*аспірант*

**А.САЛЮК,**

*кандидат технічних наук*

*Український державний університет харчових технологій*

**Л.ЧЕРНУХІНА,**

*кандидат біологічних наук*

*Інститут біохімії імені О.В.Палладіна НАН України*

**О.НІКУЛІН,**

*кандидат технічних наук*

*Міністерство промислової політики України*

СЕРЕД НОВИХ нетрадиційних джерел біологічно активних сполук особливе місце займають мікроводорості. Зокрема спіруліна.

**Мета даної роботи — пошук прогресивної технології нарощування біомаси цієї культури.** Для цього досліджували основні технологічні параметри її культивування та їх вплив на продуктивність і вміст деяких біологічно активних сполук спіруліни в розробленій установці

площинного аерліфтного фотобіореактора закритого типу.

За об'єкт досліджень узяли альгологічно чисту культуру трихомної цианобактерії *Spirulina platensis* (Gom) Geitl. штам ЛГУ-603. Використовували модифіковане живильне середовище Заррука.

Культуру спіруліни вирощували в накопичувальному режимі протягом 120 годин у розробленому нами площинному аерліфтному фотобіореакторі закритого типу. РН середовища підтримували в межах 10—10,5. Необхідне освітлення створювали зовнішнім бічним підсвічуванням лампами типу ДРЛ-250 та ДРЛ-400. Використовували тільки штучне освітлення.

У процесі культивування визначали: абсолютно суху біомасу (АСБ) спіруліни, вміст білка (за біуретовою реакцією) кількість хлорофілу (по Годневу). Статистичну обробку одержаних результатів проводили за критерієм Ст'юдента.

**У всіх дослідах накопичення**

**біомаси відбувалося протягом циклу вирощування, але значно залежало від рівня освітленості.**

При інтенсивності освітлення 8,0 кЛк спостерігається найкращий ріст та найбільша продуктивність при всіх досліджених температурах. У всіх випадках найвища температура 38,0°C найбільш негативно впливала на продуктивність і накопичення біомаси. Максимальна продуктивність спіруліни спостерігалася за температури 33,0°C для всіх інтенсивностей освітлення, тому її можна прийняти за оптимальну.

При найменшій з досліджених освітленостей 5,0 кЛк продуктивність при збільшенні температури зростала до 1,33 гАСБ/л. При найкращій освітленості 11,0 кЛк продуктивність була найвищою при збільшенні температури до 33°C і становила 1,57 гАСБ/л, але при температурі 38°C відбувався різкий спад до 1,25 гАСБ/л, що пов'язано з пригніченням фотосинтетичного апарату клітин спіруліни високою

Таблиця 1

**Вплив температури середовища на продуктивність та склад біомаси спіруліни**

Температура, °С	Продуктивність, гАСБ/л	Вміст білка, %	Вміст хлорофілу, %
28,0±1,0	1,63±0,07	52,6±1,21	1,88±0,06
33,0±1,0	1,81±0,08	57,7±1,01	2,16±0,09
38,0±1,0	1,56±0,08	54,1±1,23	1,68±0,09

температурою та освітленістю. Температура не мала значного впливу на продуктивність тільки при освітленості 8,0 кЛк. При збільшенні рівня освітленості збільшувалася негативна дія високої температури в усіх випадках.

У табл. 1 показано вплив температури на накопичення білка та хлорофілу при оптимальній освітленості 8,0 кЛк. При збільшенні температури до 33°C одночасно з підвищенням продуктивності відбувається збільшення вмісту білка й хлорофілу. Порівняно з показниками при 28°C, вміст хлорофілу збільшився на 15%, а білка — на 9,7%. Це вказує на те, що при температурі 33°C інтенсифікуються фотосинтетичні процеси. Подальше збільшення температури до 38°C дуже негативно позначилося на вмісті хлорофілу — порівняно з показником при температурі 33°C його вміст знизився на 22,2%.

Поліпшення освітленості з 5,0 до 8,0 кЛк (при температурі 33°C) сприяє росту продуктивності і вмісту

білка відповідно на 32,1 і 9,3%. Подальше збільшення освітленості до 11,0 кЛк пригнічує процес росту спіруліни, що полягає у зменшенні продуктивності та вмісту білка порівняно з відповідними показниками при освітленості 8,0 кЛк (див. табл. 2). Збільшення освітленості негативно позначається на кількості хлорофілу. Порівняно з показником при освітленості 5,0 кЛк при збільшенні освітленості до 11,0 кЛк вміст хлорофілу знижується на 26%.

**Досліджуючи приріст біомаси залежно від освітленості протягом усього періоду культивування, було встановлено, що пригнічення росту біомаси при різній інтенсивності освітлення спостерігається при різних концентраціях біомаси.** При освітленості 5,0 кЛк практично відразу з початку культивування відбувається

стрімкий ріст спіруліни, але після того, як щільність суспензії досягає приблизно 1,0 гАСБ/л, приріст біомаси падає. Це пояснюється тим, що клітинам уже недостатньо світлової енергії.

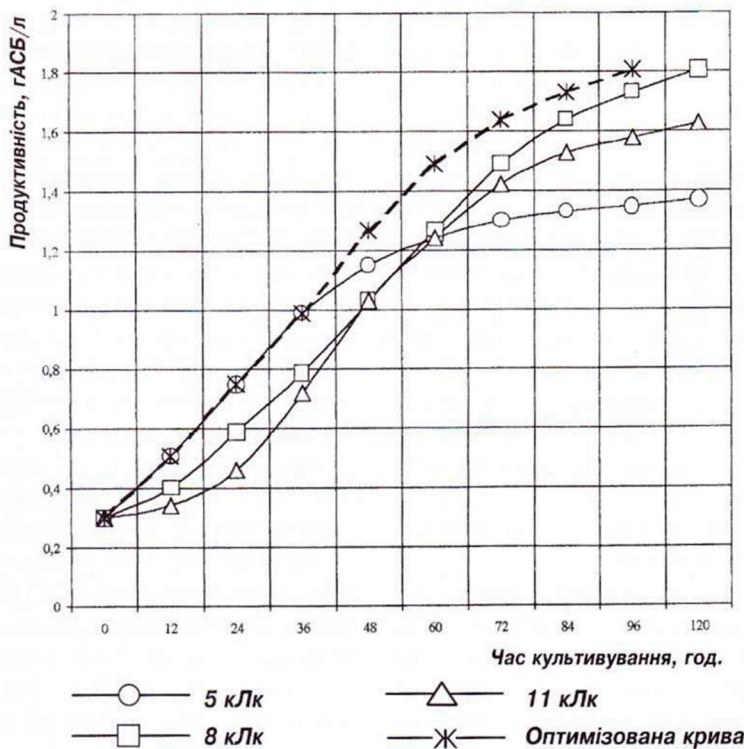
При 11,0 тис. люкс спіруліна за весь час культивування не змогла наростити біомаси більше, ніж при 8,0 кЛк, хоча й мала найбільше нарощування біомаси порівняно з приростом при інших освітленостях на 36 год. культивування.

При збільшенні освітленості зона пригнічення росту піднімається в зону вищих концентрацій біомаси, але при цьому туди ж піднімається і зона максимального приросту біомаси при даній освітленості. Вибравши ділянки кривої з найбільшими приростами при даній освітленості, будуємо криву регулювання освітленості суспензії спіруліни залежно від її концентрації (див. рис. і табл. 3).

Ця крива графічно відображає закон регулювання освітленості культури в процесі вирощування спіруліни.

Основне завдання контролю і регулювання освітленості в процесі культивування спіруліни зводиться до встановлення мінімальної освітленості на початковому етапі процесу вирощування з подальшим її ступінчастим збільшенням залежно від збільшення концентрації біомаси у суспензії.

**Однією з особливостей розробленого фотобіореактора є неможливість збільшення швидкості руху суспензії у робочій зоні реактора понад 0,03 м/с.** При збільшенні швидкості руху суспензії збільшується загальний час перебування культури на світлі. Конструкція реактора передбачає можливість регулювати цей час перебування культури на світлі за допомогою накопичувальної місткості, у якій вона перебуває у стадії темно-



**Динаміка росту спіруліни залежно від рівня освітленості.**



вого росту. Змінюючи об'єм накопичувальної місткості, можна регулювати час світлового росту культури. При збільшенні об'єму зменшується час знаходження спіруліни на світлі і навпаки. Тому на другому етапі роботи виникла необхідність визначення оптимального об'єму системи. Для цього було введено новий коефіцієнт — коефіцієнт періодичності  $F_p$ , який відображає відношення загального об'єму реактора до об'єму його світлової зони (робочої панелі):

$$F_p = V_{\Sigma} / V_R,$$

де  $V_{\Sigma}$  — загальний об'єм реактора,  $m^3$ ;  $V_R$  — об'єм світлової зони (робочої панелі),  $m^3$ .

Коефіцієнт періодичності визначає загальний час перебування культури мікродорості на світлі протягом доби.

$$\tau_i = 24 / F_p, \text{ год.}$$

де  $\tau_i$  — загальний час знаходження культури мікродорості на світлі, год; 24 — кількість годин у добі,  $F_p$  — коефіцієнт періодичності.

Культивування відбувалося при коефіцієнтах періодичності 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0. Процес тривав у періодичному режимі протягом 120 год. при освітленості — 8,0 кЛк; температурі — 33°C.

**Одержані результати дослідження свідчать, що при збіль-**

**шенні темного об'єму реактора знижується продуктивність і вміст білка та хлорофілу.** Так, при ко-

**Таблиця 2**  
Вплив освітленості на ефективність культивування спіруліни

Освітленість, кЛк	Продуктивність, гАСБ/л	Вміст білка, %	Вміст хлорофілу, %
5,0	1,37±0,07	52,8±1,24	2,24±0,07
8,0	1,81±0,08	57,7±1,01	2,16±0,09
11,0	1,63±0,09	49,6±1,15	1,66±0,10

**Таблиця 3**  
Таблиця даних кривої регулювання освітленості залежно від концентрації біомаси

Час культивування, год.									
0	12	24	36	48	60	72	84	96	108
Освітленість 5,0кЛк					Освітленість 8,0кЛк				
Щільність суспензії спіруліни, гАСБ/л									
0,3	0,51	0,75	0,99	1,27	1,49	1,64	1,74	1,79	1,81

ефіцієнті періодичності 1,5 спостерігалася максимальна продуктивність спіруліни — 2,88 гАСБ/л, при цьому вміст білка та хлорофілу порівняно з показниками при всіх інших коефіцієнтах так само найбільший і становить відповідно 66,5 та 2,58% від АСБ. Аналізуючи приріст біомаси, бачимо, що із збільшенням коефіцієнта періодичності з 1,5 до 3,0 спостерігається стрімке зниження продуктивності спіруліни, після 3,0 — незначне. Те ж спостерігається і для хлорофілу та білка.

Тому для збільшення продуктивності треба зменшувати об'єм темної зони, але надмірне зменшення призведе до зниження загального об'єму реактора, що знизить валову продуктивність. Збільшення об'єму світлової зони технічно дуже складне. Для одержання найбільшої валової продуктивності культивування спіруліни в площинному аерліфтному фотобіореакторі доцільно проводити при коефіцієнті періодичності в межах 2,0—2,5. Температура суспензії — 33,0°C; інтенсивність освітлення — 8,0кЛк.

## ПІДСУМКИ Й ПЕРСПЕКТИВИ

**Відбулося засідання відділення харчової і переробної промисловості Української академії аграрних наук, на якому розглянуто ряд важливих питань розвитку галузі.**

**З ДОПОВІДДЮ** "Шляхи існування та розвитку вітчизняної науки, підприємств харчової і переробної промисловості" виступив доктор економічних наук академік П.П.Борщевський. Значну увагу доповідач приділив висвітленню питань, що стосуються беззастережної лібералізації економіки як у внутрішній, так і зовнішній політиці, тотальної приватизації за моделлю латиноамериканських країн, повного відлучення держави від втручання в економіку.

Заслухано також звіт в.о. академіка-секретаря

О.С.Луканіна про роботу відділення харчової і переробної промисловості за 2000 рік, розглянуто та рекомендовано кандидатури нових членів відділення з числа провідних учених і виробничників галузей харчової і переробної промисловості. Затверджено план роботи відділення на 2001 рік. Серед основних напрямків — перспективи організації централізованого виробництва настоїв спиртових, ароматних спиртів, ефірних олій, барвників і концентратів з рослинної сировини, аналіз діяльності наукових установ, підпорядкованих відділенню, наукове забезпечення та перспективи розвитку виробництва рослинної олії, стан і перспективи забезпечення безалкогольної, хлібопекарської та кондитерської промисловості вітчизняними підсолюдувачами тощо.

На посаду заступника директора з наукової роботи Інституту винограду і вина "Магарач" обрано доктора технічних наук професора В.О. Загоруйка.

Наш кор.