

# ЙОД

**А. КОТИНСЬКИЙ, А. САЛЮК,**  
кандидати технічних наук  
Національний університет харчових технологій  
**Л. ЧЕРНУХІНА,**  
старший науковий співробітник  
Інститут біохімії імені Палладіна

ліненасичені жирні кислоти тощо. Окрім того, в присутності джерел йоду, вона здатна синтезувати йодовмісні сполуки гормонального походження – тироксин і трийодтиронін, які легко й ефективно засвоюються організмом людини. Також спіруліна накопичує пігменти фікобілінової природи – фікоціанін-С і алофікоціанін, які підвищують імунітет та стійкість організму до дії негативних факторів навколишнього середовища, мають антиоксидантні, радіопротекторні та кровотворні властивості.

У харчовій промисловості біомасу спіруліни застосовують для виробництва високобілкових, вітамінізованих харчових добавок, біофармків, концентратів амінокислот, ряду біологічно активних речовин.

**Нами розроблено технологію, яка дає змогу одержувати біомасу спіруліни з вмістом йоду до 0,5–0,56% від АСБ (500–560 мг йоду в 100 г АСБ). За цією технологією в культуральне середовище вносять солі йоду й кобальту.** Окрім того, змінюючи дози внесеного йоду й кобальту, можна регулювати не тільки вміст органічно зв'язаного йоду в біомасі спіруліни, а й деяких інших біологічно активних речовин, зокрема фікоціаніну, хлорофілу, каротинів, білка, вітамінів С, Е тощо. Одержана за цією технологією біомаса спіруліни являє собою концентроване джерело йоду, тому її використання повинно бути регламентоване.

Практичний досвід показує, що просте додання біомаси спіруліни в різні харчові продукти неефективне, оскільки при цьому знижуються термін зберігання та їх-

Приміром, триваліше екстрагування сприяє повнішому вилученню необхідних компонентів, водночас в екстракт можуть перейти в значних кількостях і небажані речовини, а також зростає ймовірність інфікування та інактивації розчину.

Підвищення температури інтенсифікує процес екстракції, що пов'язано із збільшенням коефіцієнту дифузії, але перевищення деякої критичної температури може спричинити швидку термічну інактивацію біологічно активних речовин. Необхідно враховувати, що сполуки, які містять йод, фікоціанін, мають білкову природу, тому температура понад 50–55°C загрожує термічною денатурацією білкових складових.

Інтенсифікація перемішування сприяє прискоренню процесів масообміну і є засобом для створення контакту між екстрагуючою рідиною та сировиною.

Ефективність процесу екстракції залежить від ступеня розділення твердої та рідкої фаз. Неповне відділення розчину від твердої фази знижує ступінь вилучення цільового компонента. Основні методи розділення суспензій – гравітаційне відстоювання, фільтрування, центрифугування. Після розділення суспензії відділену тверду фазу промивають для повнішого вилучення цільового компонента, що залишився з твердою фазою. Проте в процесі центрифугування враховують, що при значних обертах відбуватиметься теплова інактивація та руйнування деяких біологічно активних речовин. Щоб цього уникнути, використовують низькотемпературні центрифуги.

Для розробки методу виділення йодовмісних сполук та практично цінних пігментів за допомогою водної екстракції використовували альгологічно чисту культуру трихомної ціанобактерії *Spirulina platensis* (Gom). Geitl. штам ЛГУ-603, взятої з колекції культур Інституту ботаніки ім. Холодного НАН України.

**Процес культивування проводили в накопичувальному режимі протягом 156 год. з фотоперіодом 12 год. за добу (84 год. при освітленні) у вертикальному трубчастому фотобіореакторі закритого типу.** Рівень освітлення фотореактора підтримували в межах від 8,5 до 9,0 кЛк, температуру – від 35°C. Вирощували спіруліну з початкової щільності суспензії 0,3 СР/л.

Солі йоду й кобальту вносили дробово протягом п'яти днів. Усього внесено мікроелементів: мкМоль: йоду – 25,0, кобальту – 50,0.

У процесі досліджень визначали абсолютно суху біомасу (АСБ) за допомогою вагового методу, а вміст у ній білка – за біуретовою реакцією, хлорофілу – колоримет-

За цієї ж температури, але з гомогенізацією протягом 5 хв., обидва екстракти мали майже однаковий вміст йоду. Проте перший містив значну кількість білка й фікоціаніну, а другий – хлорофілу. Вміст каротиноїдів у обох екстрактах однаковий.

При водній екстракції з температурою 20°C і тривалістю гомогенізації 5 хв. більша частина йоду переходить у перший екстракт, а також білок і фікоціанін. Вміст каротиноїдів майже однаковий в обох екстрактах. При цьому хлорофіл майже не виходить в екстракти.

При екстракції водою з температурою 20°C та з попередньою обробкою біомаси рідким азотом при температурі мінус 70°C і тривалістю гомогенізації 5 хв. більша частина йоду, а також білка, каротиноїдів і майже весь фікоціанін переходять у перший екстракт. Другий екстракт характеризується значною кількістю хлорофілу, якого в першому екстракті майже немає.

Екстракція за цих же умов, але протягом 5 хв., істотно не відрізняється. Збільшення кількості води, що

# ІЗ СПІРУЛІНИ

*Розроблено ефективну методику вилучення йоду та фікоціаніну із біомаси спіруліни за допомогою водної екстракції*

руванням спиртового екстракту, фікоціаніну, каротиноїдів – фізико-хімічними методами, спектрофотометруванням. Кількість йоду в біомасі спіруліни обчислювали за колориметричним методом.

Виділення органічно зв'язаного йоду та інших БАР із спіруліни проводили за допомогою екстракції дистильованою водою при температурах 20 і 50°C, а також при попередній обробці біомаси рідким азотом та механічним гомогенізатором.

Для досліджень використовували йодовану біомасу спіруліни, яка містить 4,2 мг йоду в 1 г абсолютно сухої біомаси.

Брали також сиру біомасу спіруліни, яку гомогенізували в дистильованій воді з певною температурою в механічному гомогенізаторі. В останніх дослідженнях спіруліну попередньо заморожували рідким азотом при температурі мінус 70°C та розморожували. Заморожування-розморожування повторювали двічі. Відділення осаду проводили центрифугуванням. Надсадкову рідину (I екстракт) відокремлювали від осаду, який повторно екстрагували водою за допомогою гомогенізатора, знову центрифугували і в результаті отримали другий екстракт. Таким чином одержали два екстракти, різні за вмістом БАР.

Проведені дослідження показали, що при екстракції водою з температурою 50°C і тривалістю гомогенізації 15 хв. більша частина йоду, білка, каротиноїдів та хлорофілу переходить у другий екстракт. Перший характеризується вмістом фікоціаніну.

Йде на екстракцію, тобто збільшення співвідношення води та біомаси до 5:1 сприяє процесам гомогенізації та центрифугування. У результаті більша частина йоду переходить до першого екстракту. При екстракції водою з температурою 20°C порівняно з температурою 50°C відбувається збільшення виходу йоду в перший екстракт удвічі.

Попередня обробка біомаси рідким азотом при температурі мінус 70°C з наступною екстракцією водою з температурою 20°C сприяє найбільшому виходу йоду та фікоціаніну в екстракт. При цьому в першу фракцію виходить більше 50% всього йоду і майже весь фікоціанін (84–95%). Збільшення тривалості гомогенізації з 5 до 15 хв. сприяє ретельнішому вилученню йоду та фікоціаніну.

Біохімічний аналіз одержаних екстрактів показав, що ефективніший спосіб виділення йоду та фікоціаніну з біомаси спіруліни – екстракція водою з температурою 20°C у співвідношенні до біомаси 5:1, з попередньою обробкою біомаси рідким азотом і тривалістю гомогенізації 15 хв. Такий спосіб сприяє також розділенню фікоціаніну та хлорофілу між двома фракціями.

**Одержані водні екстракти із спіруліни, що містять йод та фікоціанін, можуть бути використані як харчові добавки у виробництві безалкогольних напоїв, кондитерських і макаронних виробів, збагачених йодом, а також як білково-вітамінний концентрат з йодом для хлібобулочних, ковбасних виробів та сухих сніданків.**