

RESEARCH ARTICLES

УДК 579.222: 547.979.8

А.К. Велигодська, О.В. Федотов, А.С. Петреєва

**ВПЛИВ ДЖЕРЕЛ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ НА СИНТЕЗ КАРОТИНОЇДІВ
ДЕЯКИМИ ШТАМАМИ БАЗИДИОМІЦЕТІВ**

*Донецький національний університет
вул. Університетська, 24, м. Донецьк, 83000, Україна
e-mail: bio.graff@yandex.ua*

Досліджено вплив певних азотовмісних сполук – компонентів глюкозо-пептонного середовища (ГПС), на накопичення каротиноїдів деякими штамми базидіальних грибів при культивуванні поверхневим методом. Загальний вміст каротиноїдів встановлювали у ацетонових витяжках мікологічного матеріалу спектрофотометричним методом та розраховували за формулою Ветштейна. В якості азотовмісних компонентів ГПС використано 9 сполук: пептон, DL-валін, L-аспарагін, DL-серин, DL-тирозин, L-пролін, L-аланін, сечовина, NaNO₃. Встановлено вірогідний вплив певних сполук на накопичення як в міцелії, так і в культуральній рідині каротиноїдів при культивуванні штамів базидіоміцетів.

Підвищення накопичення каротиноїдів в міцелії штамом *L. sulphureus* Ls-08 викликає внесення до стандартного глюкозо-пептонного середовища пептону у концентрації 5 г/л; а штамми *F. hepatica* Fh-18 та *F. fomentarius* Ff-1201 – у концентрації 4 г/л. Також доцільне внесення до ГПС проліну чи валіну при культивуванні штаму *L. sulphureus* Ls-08; аланіну – штаму *F. fomentarius* Ff-1201; проліну, аспарагіну чи серину – штаму *F. hepatica* Fh-18. Результати роботи можуть бути використані при подальшій оптимізації складу живильного середовища для культивування штамів базидіоміцетів – продуцентів каротиноїдів.

Ключові слова: азотовмісні сполуки, базидіоміцети, міцелій, культуральний фільтрат, каротиноїди

А.К. Велигодская, О.В. Федотов, А.С. Петреева

**ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА СИНТЕЗ
КАРОТИНОИДОВ НЕКОТОРЫМИ ШТАММАМИ БАЗИДИОМИЦЕТОВ.**

*Донецкий национальный университет
ул. Университетская, 24, г. Донецк, 83000, Украина
e-mail: bio.graff@yandex.ua*

Исследовано влияние определенных азотсодержащих соединений – компонентов глюкозо-пептонной среды (ГПС), на накопление каротиноидов некоторыми штаммами базидиальных грибов при культивировании поверхностным методом. Общее содержание каротиноидов устанавливали в ацетоновых вытяжках микологического материала спектрофотометрическим методом и рассчитывали по формуле Ветштейна.

ISSN 2225-5486 (Print), ISSN 2226-9010 (Online). *Біологічний вісник МДПУ*. 2014. №1

В качестве азотсодержащих компонентов ГПС использовано 9 соединений: пептон, DL-валин, L-аспарагин, DL-серин, DL-тирозин, L-пролин, L-аланин, мочеви́на, NaNO_3 . Установлено вероятное влияние определенных соединений на накопление как в мицелии, так и в культуральной жидкости каротиноидов при культивировании некоторых штаммов базидиомицетов.

Повышение накопления каротиноидов в мицелии штамма *L. sulphureus* Ls-08 вызывает внесение в стандартную глюкозо-пептонную среду пептона в концентрации 5 г/л, а штаммами *F. hepatica* Fh-18 и *F. fomentarius* Ff-1201 – в концентрации 4 г/л. Также целесообразно внесение в ГПС пролина или валина при культивировании штамма *L. sulphureus* Ls-08; аланина – штамма *F. fomentarius* Ff-1201; пролина, аспарагина и серина – штамма *F. hepatica* Fh-18. Результаты работы могут быть использованы при дальнейшей оптимизации состава питательной среды для культивирования штаммов базидиомицетов – продуцентов каротиноидов.

Ключевые слова: азотсодержащие вещества, базидиомицеты, мицелий, культуральный фильтрат, каротиноиды

A.K. Veligodska, O.V. Fedotov, A.S. Petreeva

EFFECT OF NITROGEN NUTRITION SOURCES ON CAROTENOIDS SYNTHESIS FOR SOME BASIDIOMYCETES STRAINS

Donetsk National University

e-mail: bio.graff@yandex.ua

The influence of certain nitrogen compounds - components of glucose-peptone medium (GPM) on the accumulation of carotenoids by some strains was investigated by surface cultivating basidiomycetes. The total carotenoid content was set in acetone extracts of mycological material spectrophotometrically and calculated using the Vetshteyn formula. As the nitrogen-containing components used GPM with 9 compounds, such as peptone, DL-valine, L-asparagine, DL-serine, DL-tyrosine, L-proline, L-alanine, urea, NaNO_3 . The effect on the accumulation of specific compounds both in the mycelium and in the culture fluid of carotenoids by culturing certain strains of Basidiomycetes was identified.

Adding to standard glucose-peptone medium peptone at 5 g/l causes an increase of carotenoid accumulation by strain *L. sulphureus* Ls-08, and in a concentration of 4 g/l by strains of *F. hepatica* Fh-18 and *F. fomentarius* Ff-1201. In order to increase the accumulation of carotenoids in the mycelium we suggested to make a standard glucose-peptone medium with proline or valine for cultivating of *L. sulphureus* Ls-08 strain; alanine for *F. fomentarius* Ff-1201 strain; proline, asparagine and serine - for strain Fh-18 of *F. hepatica*. The results can be implemented in further optimization of the composition of the nutrient medium for culturing strains of Basidiomycetes which producing carotenoids.

Keywords: nitrogen-containing substances, Basidiomycetes, mycelium, culture filtrate, carotenoids.

Одним з пріоритетних завдань сучасної біотехнології є пошук нових продуцентів біологічно активних речовин (БАР) з метою розробки способів їх культивування та отримання цільових метаболітів (Неверова, 2007; Пирог,



2010). Перспективним об'єктом таких досліджень є базидіальні гриби, які продукують цілий спектр фізіологічно активних речовин вуглецевої, ліпідної, білкової та фенольної природи (Бабицкая, 2008; Asatiani, 2010; Wasser, 2010). Біотехнологічне використання базидіоміцетів має декілька стадій, основними з яких є виділення та створення колекцій чистих культур, вивчення культурально-морфологічних та біосинтетичних характеристик штамів, розробка способів їх культивування та отримання БАР.

Виходячи з цього, оптимізація складу живильного середовища, яке б дозволяло отримати стандартну продукцію із заданими властивостями, є однією з пріоритетних задач біотехнології.

Останні роки увагу дослідників привертають каротиноїди – пігменти полієнової природи з ізопреноїдів терпенового ряду з численними фізіологічними функціями, обумовленими їх будовою. Зокрема, каротиноїди активно зв'язують синглетний кисень, стабілізують біологічні мембрани, блокують світло УФ-діапазону, а також виступають в ролі антиоксидантів, захищаючи чутливі тканини і лабільні сполуки від окислення (Геслер, 2003).

Ці пігменти виконують і провітамінну функцію, оскільки їх окислювальний розпад веде до утворення вітаміну А у тваринних та рослинних тканинах (Ribeiro, 2011; Велигодська, 2012).

В результаті попередніх досліджень вивчено загальний вміст каротиноїдів у карпофорах 50 видів базидіоміцетів з яких 27 належать до порядку *Polyporales* та 23 – порядку *Agaricales*.

Результати досліджень стали основою виділення та подальшого вивчення штамів базидіоміцетів – перспективних продуцентів каротиноїдів. Внаслідок цих досліджень відібрано штами *Laetiporus sulphureus* Ls-08, *Fomes fomentarius* Ff-1201 та *Fistulina hepatica* Fh-18 – перспективні продуценти для подальших досліджень з метою отримання каротиноїдів як міцеліального так і позаклітинного походження (Велигодська, 2012; Fedotov, 2014).

Встановлено, що інтенсивність метаболічних процесів у грибовому організмі суттєво залежить від чинників навколишнього середовища при дослідженнях *in-situ* та від факторів культивування при дослідженнях *ex-situ* (Беккер, 1988). Оскільки каротиноїди є вторинними метаболітами, існує можливість регуляції їх синтезу шляхом зміни умов культивування штамів-продуцентів, в тому числі і складу живильних середовищ (Сааков, 2003).

Так, азотовмісні сполуки суттєво впливають як на синтез білків, так і, опосередковано, на біосинтетичні можливості організмів (Линовицкая, 2008).

Виходячи з вищезазначеного, метою роботи було вивчення впливу різних джерел азотного живлення на ріст та синтез каротиноїдів деякими штамми базидіальних грибів.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктами дослідження були 3 штами: *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill

Ls-08, *Fomes fomentarius* (L.) Fr. Ff-1201 – з порядку *Polyporales* та *Fistulina hepatica* (Schaeff.) Sibth Fh-18 – порядку *Agaricales* (Fedotov, 2014). Штами культивували поверхнево в колбах Ерленмейера ємністю 250 мл на глюкозо-пептонному середовищі (ГПС, контроль) та його модифікаціях (дослід) об'ємом 50 мл з вихідним $\text{pH}_0=6,5\pm 0,2$ од.

Температура культивування – $27\pm 1^\circ\text{C}$, термін – 12 діб. Склад ГПС, г/л: пептон – 3,0; глюкоза – 10,0; KH_2PO_4 – 0,6; K_2HPO_4 – 0,4; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5; CaCl_2 – 0,05; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,001. Модифікації ГПС містили пептон у концентраціях 0, 1, 2 ... 6 г/л, а також замість пептону – 8 азотовмісних сполук: DL-валін, L-аспарагін, DL-серин, DL-тирозин, L-пролін, L-аланін, сечовина, NaN_3 . Азотовмісні сполуки вносили еквівалентно вмісту азоту в оптимізованому за пептоном ГПС.

Інокулюмом слугували 10-ти денні міцеліальні культури штамів на сусло-агарі. Умови та час культивування штамів встановлені виходячи з результатів попередніх досліджень, де максимум вмісту каротиноїдів припадав на період їх експоненціального росту. Термін дослідження пояснюється недоцільністю довгострокового культивування продуцентів.

Матеріалами досліджень були міцелії і культуральний фільтрат (КФ) 12-денних культур досліджуваних штамів, які готували наступним чином. Міцелії при $5\pm 1^\circ\text{C}$ відділяли від культуральної рідини (КР) шляхом фільтрування. Абсолютно суху біомасу (АСБ) міцелію визначали ваговим методом (ГФ, 1987; Дудка, 1982).

Отриманий міцелій додатково підсушували на фільтрувальному папері і охолоджували до $1\pm 0,5^\circ\text{C}$. Підготовлений міцелій гомогенізували шляхом розтирання у стерильній ступці, а потім розбавляли дистильованою водою у співвідношенні 1:10 і центрифугували протягом 10 хвилин.

Визначення кількості каротиноїдів проводили в міцелії – на одиницю маси, г та КФ – на одиницю об'єму, мл. Загальний вміст каротиноїдів визначали у ацетонових витяжках мікологічного матеріалу спектрофотометричним методом та розраховували за формулою Ветштейна (Мусянко, 2001).

Дослідження проводили у трикратній повторності. Статистичну обробку проводили з використанням програм для проведення статистичної обробки результатів біологічних експериментів (Приседський, 1999). Достовірною вважалася різниця за рівня вірогідності $P>0,95$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати вивчення впливу концентрацій пептону на ростові показники: накопичення біомаси і зміну рН культуральної рідини (рис. 1) та біосинтез каротиноїдів (рис. 2) досліджених штамів базидіоміцетів свідчать про наступне.

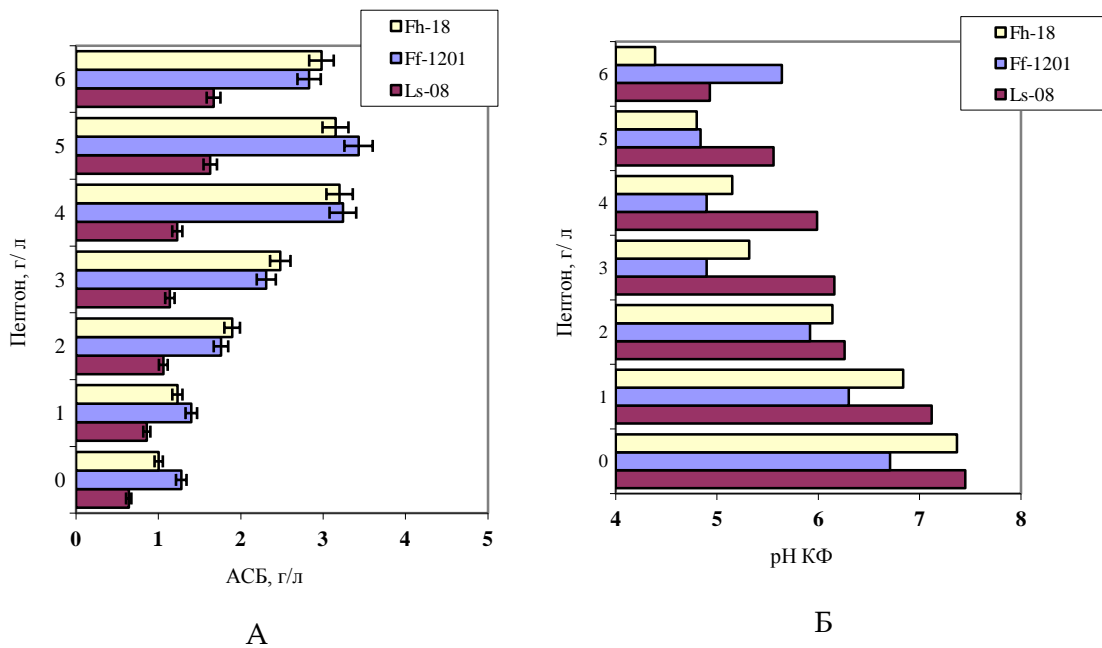


Рис. 1. Вплив різних концентрацій пептону на накопичення біомаси (А) і зміну рН культуральної рідини (Б) деяких штамів базидіоміцетів

Найвищий рівень накопичення АСБ штамом *L. sulphureus* Ls-08, який перевищує контроль в 1,4 рази, спостерігається при його культивуванні на модифікації ГПС з концентрацією пептону 5 і 6 г/л. При останній концентрації пептону зафіксоване найнижче значення рН культуральної рідини, яка в 1,2 рази нижче контролю. При зниженні вмісту відносно контролю чи відсутності пептону спостерігається поступове гальмування накопичення АСБ та підвищення рівня рН.

Щодо ростових показників штамів *F. fomentarius* Ff-1201 та *F. hepatica* Fh-18, то їх найвищі АСБ зафіксовані в більш широкому діапазоні – на модифікаціях ГПС з концентрацією пептону від 4 до 6 г/л. Так, при концентрації пептону 4 г/л, АСБ цих штамів перевищує контроль в 1,4 та 1,3 рази відповідно. Зміна рН культуральної рідини штамів *F. hepatica* Fh-18 і *L. sulphureus* Ls-08 в діапазоні вмісту пептону 0-6 г/л та штаму *F. fomentarius* Ff-1201 в діапазоні 0-5 г/л є типовою – з підвищенням вмісту пептону, знижується рівень рН. Для штаму *F. fomentarius* Ff-1201 зафіксоване значне нетипове підвищення рівня рН культуральної рідини при концентрації пептону 6 г/л, яке було в 1,2 рази вище контролю. Зниження рівня рН КР може бути пояснено інтенсивним утворенням амінокислот та протеїнів кислої природи, а значне підвищення рН штаму *F. fomentarius* Ff-1201 при високій концентрації пептону – пригніченням ростових процесів (Федотов, 2013).

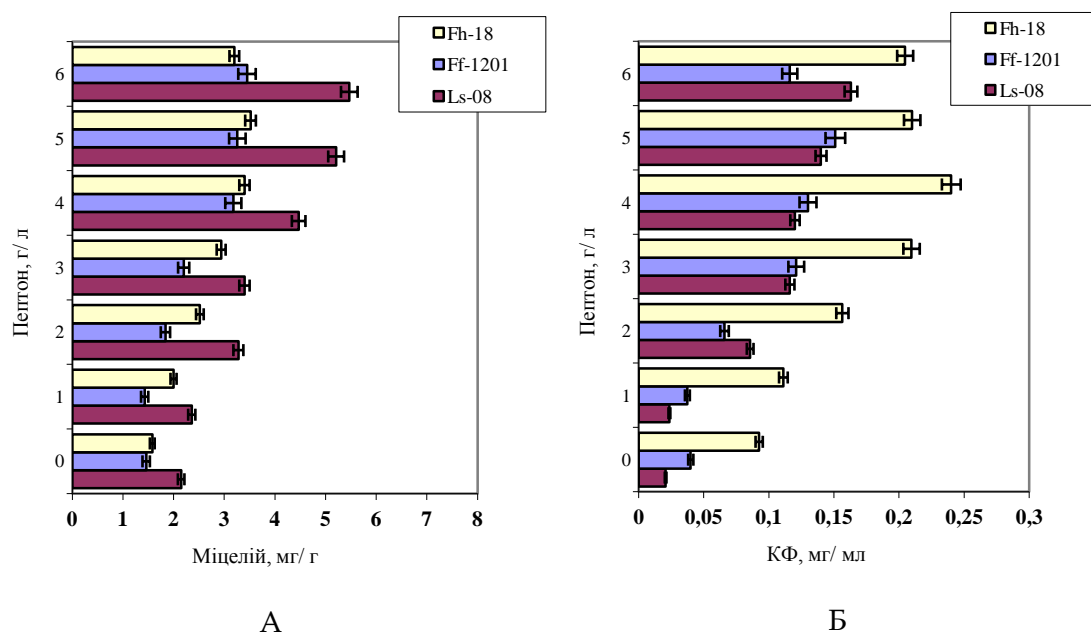


Рис. 2. Вплив різних концентрацій пептону на накопичення каротиноїдів в міцелії (А) та КФ (Б) деяких штамів базидіоміцетів

В дослідженні також встановлено вплив концентрацій пептону на накопичення каротиноїдів досліджуваними штамми базидіоміцетів. Найвищий вміст каротиноїдів в міцелії мав штам *L. sulphureus* Ls-08, далі за цим показником йдуть штами *F. hepatica* Fh-18 та *F. fomentarius* Ff-1201. Для міцелію цих штамів характерне поступове збільшення вмісту каротиноїдів при концентраціях пептону від 0 до 4 г/л (штами Fh-18 і Ff-1201) та до 5 г/л (штам Ls-08). При більш високих концентраціях пептону спостерігається стабілізація вмісту каротиноїдів в міцелії. Зазначимо, що найвищий рівень вмісту каротиноїдів для штаму Ls-08 та Ff-1201, порівняно з контролем, був вище у 1,5 рази, а штаму Fh-18 – в 1,2 рази.

Щодо накопичення каротиноїдів в КФ, то лідером тут є штам Fh-18, за ним йдуть штами Ff-1201 та Ls-08. Збільшення концентрацій пептону у ГПС до 4 г/л сприяє накопиченню каротиноїдів штамом Fh-18 в 1,3 рази, порівняно з контролем, до 6 г/л – штамом Ls-08 – в 1,4 рази; до 5 г/л – штамом Ff-1201 – в 1,3 рази.

Отже, з метою індукції синтезу каротиноїдів штамом *L. sulphureus* Ls-08 можна рекомендувати внесення до стандартного ГПС пептону у концентрації 5 г/л; штамми *F. hepatica* Fh-18 та *F. fomentarius* Ff-1201 – 4 г/л.

Результати впливу азотовмісних речовин на накопичення біомаси, зміну рН КР та вміст каротиноїдів представлені на рис. 3 і 4.

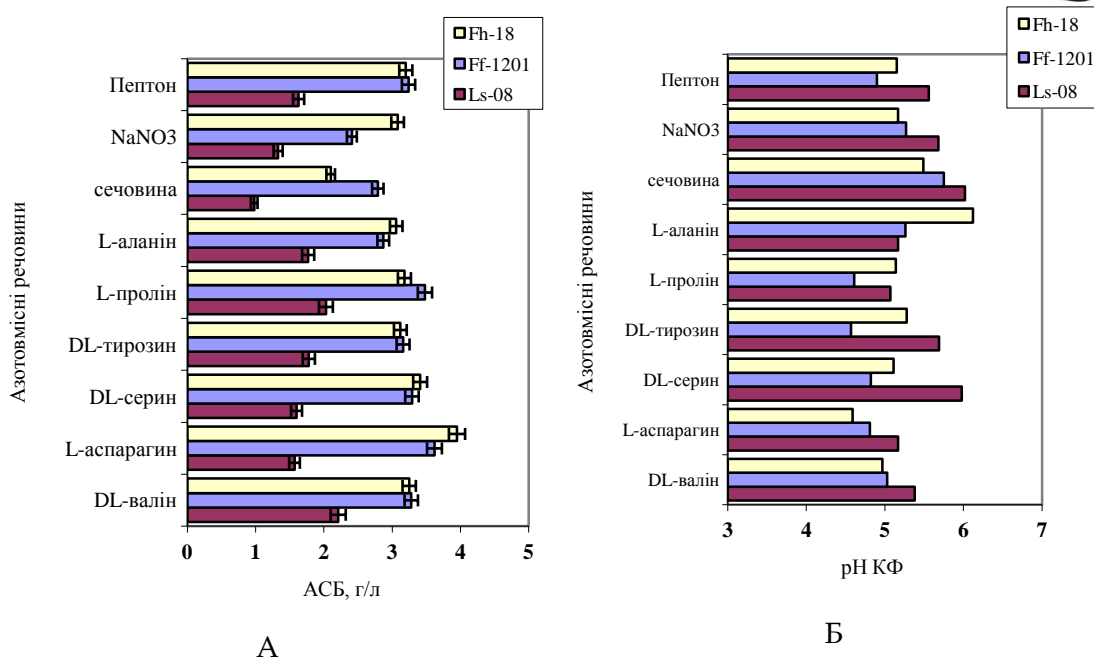


Рис. 3. Вплив азотовмісних речовин на накопичення біомаси (А) і зміну рН культуральної рідини (Б) деяких штамів базидіоміцетів

Встановлено, що максимум накопичення АСБ штамом *L. sulphureus* Ls-08 спостерігається при його культивуванні на модифікаціях ГПС з проліном та валіном, де цей показник перевищує контроль у 1,3 та 1,4 рази відповідно. На варіанті ГПС з сечовиною штам Ls-08 накопичує мінімальні кількості АСБ. Показник рН КР був вище за контроль при культивуванні штаму Ls-08 на модифікаціях ГПС з сечовиною та серином, та нижче – з аланіном, проліном, аспарагіном та валіном.

Найбільший показник накопичення АСБ для штаму *F. fomentarius* Ff-1201 було зафіксовано на варіантах модифікації ГПС з проліном та аспарагіном, який перевищував контроль у 1,1 та 1,2 рази відповідно. Найменше накопичення АСБ штамом Ff-1201 встановлено для модифікації середовища із додаванням NaNO₃. Модифікація ГПС з сечовиною характеризувалася найвищим показником рН КР, а варіанти з проліном та тирозином – мінімумом цього показника.

Для штаму *F. hepatica* Fh-18 максимум накопичення АСБ встановлено при його культивуванні на середовищі з аспарагіном, де цей показник перевищував контроль у 1,3 рази. Мінімальне накопичення АСБ штамом Fh-18, як і у випадку із штамом Ls-08, зафіксовано для середовища із сечовиною. У варіантах модифікацій ГПС з сечовиною та аланіном показник рН КФ вище, а у варіантах з аспарагіном та валіном – нижче контролю.

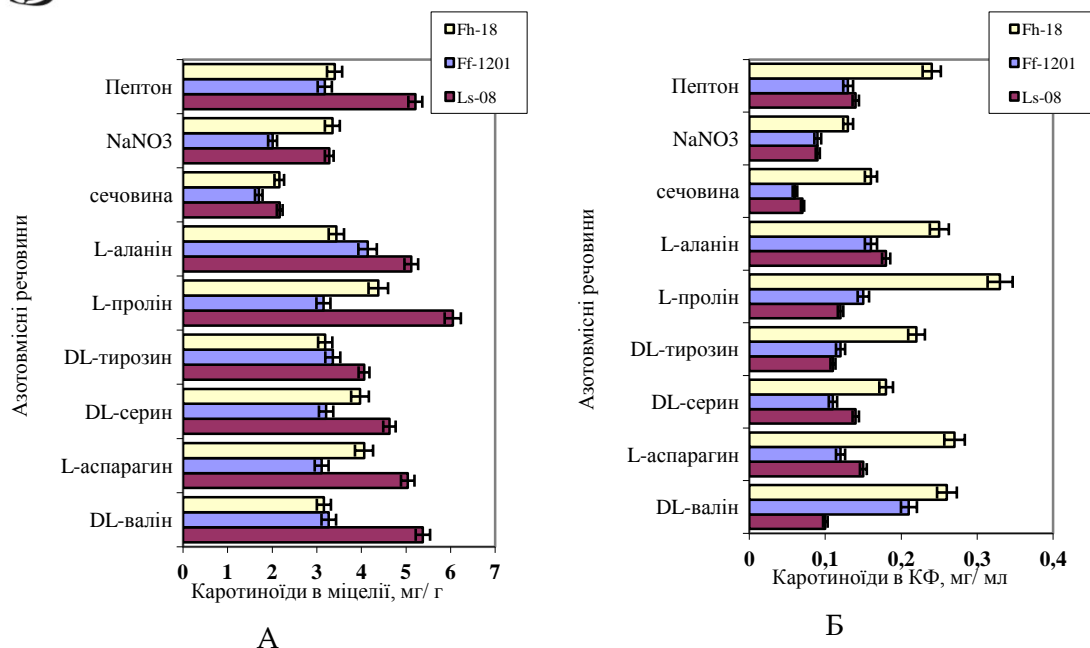


Рис. 4. Вплив азотовмісних речовин на накопичення каротиноїдів в міцелії (А) та КФ (Б) деяких штамів базидіоміцетів

Азотовмісні речовини у модифікаціях ГПС вірогідно впливають на накопичення каротиноїдів штамом *L. sulphureus* Ls-08 в міцелії у 62% та в КФ – у 75% дослідів відповідно. Середовище з проліном максимально стимулює накопичення каротиноїдів в міцелії штаму Ls-08, де цей показник перевищує контроль в 1,2. Максимальне накопичення каротиноїдів в КФ цього штаму спостерігалося у варіації ГПС з аланіном, де цей показник перевищував контроль у 1,3 рази. При його культивуванні на середовищі з сечовиною зафіксовано мінімуми накопичення каротиноїдів як в міцелію – у 2,4 рази, так і у КФ – у 2 рази нижче контролю.

Штам *F. fomentarius* Ff-1201 вірогідно реагує на внесення азотовмісних речовин в ГПС зміною вмісту каротиноїдів в міцелії у 50% та в КФ – у 86% дослідів. Середовище з аланіном максимально стимулює накопичення каротиноїдів в міцелії цього штаму і перевищує контроль в 1,3 рази. Максимальним накопичення каротиноїдів в КФ характеризується середовище з додаванням валіну, де цей показник перевищував контроль у 1,6 рази. Як і для попереднього штаму, при культивуванні штаму Ff-1201 на середовищі з сечовиною зафіксовано мінімум накопичення каротиноїдів в міцелію – у 1,6 рази та КФ – у 2,2 рази нижчі за контроль.

Для штаму *F. hepatica* Fh-18 встановлено достовірний вплив азотовмісних речовин на вміст каротиноїдів у 63% варіантів модифікацій ГПС в міцелії та у 75% – в КФ. Максимум накопичення цих речовин в міцелії та КФ



спостерігається при культивуванні штаму Fh-18 на середовищі з проліном, який перевищує контрольні значення в 1,3 та в 1,4 рази відповідно. Мінімальне накопичення каротиноїдів в міцелію – у 1,6 рази менше за контроль - було зафіксоване на середовищі із сечовиною, а в КФ – у 1,9 рази на середовищі з NaNO_3 .

Отже, з метою індукції накопичення каротиноїдів в міцелії можна рекомендувати культивування штаму *L. sulphureus* Ls-08 на модифікаціях ГПС, що містять пролін, валін та пептон; штаму *F. fomentarius* Ff-1201 – аланін; штаму *F. hepatica* Fh-18 – пролін, аспарагін і серин. Останній штаб також заслуговує на увагу, оскільки є лідером за накопиченням каротиноїдів у культуральній рідині. В цьому випадку його доцільно вирощувати на ГПС з проліном, аспарагіном та валіном.

ВИСНОВКИ

Таким чином, вивчення впливу азотовмісних речовин показало вірогідний вплив певних сполук на накопичення як в міцелії, так і в культуральній рідині каротиноїдів при культивуванні деяких штамів базидіоміцетів.

Встановлено, що внесення до стандартного глюкозо-пептонного середовища пептону у концентрації 5 г/л викликає підвищення накопичення каротиноїдів штамом *L. sulphureus* Ls-08; а у концентрації 4 г/л – штамми *F. hepatica* Fh-18 та *F. fomentarius* Ff-1201.

З метою підвищення накопичення каротиноїдів в міцелії доцільне внесення до стандартного глюкозо-пептонного середовища проліну чи валіну при культивуванні штаму *L. sulphureus* Ls-08; аланіну – штаму *F. fomentarius* Ff-1201 та проліну, аспарагіну і серину – штаму *F. hepatica* Fh-18.

Отримані результати дозволяють продовжити роботи з оптимізації складу живильного середовища для культивування штамів базидіоміцетів – продуцентів каротиноїдів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Пищевая биотехнология биологических продуктов из сырья растительного происхождения / О.А. Неверова, Г.А. Гореликова, В.М. Поздняковский // Новосибирск: Сиб. Универ. Из-ство, 2007 – 415 с.
- Пирог Т.П. Загальна мікробіологія / Т.П. Пирог. – К.: НУХТ, 2010. – 623 с.
- Физиологически активные соединения плодовых тел ксилотрофных базидиомицетов / В.Г. Бабицкая, В.В. Трухоновец, Д.А. Смирнов, В.В. Щерба, О.В. Осадчая, Т.В. Филимонова, Т.В. Черноок // Современная микология в России. Тезисы докладов второго съезда микологов России. – М., 2008. – С. 118-119.

- Asatiani M.D. Higher basidiomycetes mushrooms as a source of antioxidants / M.D. Asatiani, G. Elisashvili, A.Z. Songulashvili, V. Reznick, S.P. Wasser // *Progress in Mycology*. – 2010. – P. 311–327
- Wasser S.P. Medicinal mushroom Science: History, Current Status, Future Trends, and Unsolved problems / S.P. Wasser // *Int. J. Med. Mush.* – 2010. – 12 (1). – P. 1–16.
- Гесслер Н.Н. Участие β -каротина в антиоксидантной защите грибной клетки. / Н.Н.Гесслер, А.В. Соколов, Т.А. Белозерская // *Прикладная биохим. и микробиол.* 2003. Т 39. № 4. с.427-429.
- Ribeiro B. Do Bioactive Carotenoids Contribute to the Color of Edible Mushrooms? / B. Ribeiro, P. Guedes de Pinho, P. B. Andrade, C. Oliveira, A. César, S. Ferreira, P. Baptista, P. Valentão // *The Open Chemical and Biomedical Methods Journal*. – 2011. – №4 – P. 14-18.
- Велигодська А.К. Порівняльна характеристика загального вмісту каротиноїдів у деяких видів базидіальних грибів / А.К. Велигодська, О.В. Федотов // *Мікробіологія і біотехнологія*. – Одеса: ОНУ ім. І.І. Мечнікова, 2012. – №. 4(20). – С. 84-101.
- Fedotov O.V., Veligodska A.K. Search producers of polyphenols and some pigments among Basidiomycetes // *Biotechnologia Acta*. – V. 7, No 1, 2014. – P. 110-116.
- Беккер З.Э. Физиология и биохимия грибов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 230 с.
- Сааков В.С. Альтернативные пути биосинтеза каротиноидов у *Procarvota* и *Eucaryota* // *Докл. АН России*. – 2003. – Т. 392. – № 6. – С. 825–831.
- Влияние различных источников азота и углерода на рост высших дереворазрушающих базидиальных грибов / В.М. Линовичкая, Л.П. Дзыгун, И.Р. Клечак, А.С. Бухало // *Современная микология в России. Тезисы докладов второго съезда микологов России*. – М., 2008. – С. 335.
- Государственная Фармакопея СССР. – XI изд. – Вып. 1. – М.: Медицина, 1987. – 336 с.
- Дудка И.А. Методы экспериментальной микологии. Справочник. / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
- Мусиенко М.М. Спектрофотометрические методы в практике физиологии, биохимии и экологии растений / М.М. Мусиенко, Т.В. Паршикова, П.С. Славный. – К.: Фитосоциоцентр, 2001. – 200 с.
- Приседський Ю.Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю.Г. Приседський. – Донецьк: Кассіопея, 1999. – 210 с.
- Федотов О.В., Волошко Т.Є. Розробка способів отримання і аналіз ферментних препаратів пероксидаз та каталаз деяких видів базидіоміцетів. // *Біологічний вісник МДПУ ім. Богдана Хмельницького*, 2013. № 1 (7), – С. 113-127.

**REFERENCES**

- Neverova, O.A., Gorelikova, G.A., Pozdnyakovsky, V.M. (2007). Food biotechnology biological products from raw materials of plant origin. Novosibirsk: Siberian University.
- Pirog, T.P. (2010). General microbiology. Kiev, NUHT.
- Babickaya, V.G. Truhonovets, V.V., Smirnov, D.A., Szczerba, V.V. (2008). Physiologically active compounds of the fruiting bodies of xylotrophic basidiomycetes Modern Mycology in Russia. Abstracts of the Second Congress of the Russian mycologists.
- Asatiani, M.D., Elisashvili, G., Songulashvili, A.Z., Reznick, V., Wasser, S.P. (2010). Higher basidiomycetes mushrooms as a source of antioxidants. Progress in Mycology. 4, 311–327
- Wasser, S.P. (2010). Medicinal mushroom Science: History, Current Status, Future Trends, and Unsolved problems. Int. J. Med. Mush. 12 (1), 1–16.
- Gessler, N.N., Sokolov, A.B., Belozerskaya, T. (2003). The participation of β -carotene in antioxidant protection of fungal cells. Applied Biochemistry. and microbiology. 4 (39), 427-429.
- Ribeiro, B., Guedes de Pinho, P., Andrade, P.B., Oliveira, C., César, A., Ferreira, S., Baptista, P., Valentão, P. (2011). Do Bioactive Carotenoids Contribute to the Color of Edible Mushrooms? The Open Chemical and Biomedical Methods Journal. 4, 14-18.

- Velygodska, A.K., Fedotov, O.V. (2012). The comparative characteristic of general carotenoid content in some species of basidiomycetes. *Microbiology and Biotechnology*. 4 (20), 84-101.
- Fedotov, O.V., Veligodska, A.K. (2014). Search producers of polyphenols and some pigments among Basidiomycetes. *Biotechnologia Acta*. 7 (1), 110-116.
- Becker, Z.E. (1988). *Physiology and biochemistry of fungi*. Moscow: Moscow University Press.
- Saakov, V.S. (2003). Alternative ways of carotenoid biosynthesis in *Procaryota* and *Eucaryota*. *Reports Russian Academy of Sciences*. (6) 392, 825-831.
- Linovizkaya, V.M., Dzygun, L.P., Klechak, I.R. (2008) The effect of different sources of carbon and nitrogen on the growth of wood-destroying higher Basidiomycetes. *Modern Mycology in Russia. Abstracts of the Second Congress of the Russian mycologists*.
- State Pharmacopoeia of the USSR. (1987). Moscow: Medicine.
- Dudka, I.A., Wasser, S.P., (1982) *Methods of Experimental Mycology*. Kiev, Nauka.
- Musienko, M.M., Parshikova, T.V., Slavniy, P.S. (2001) *Spectrophotometric methods in the practice of physiology, biochemistry and ecology of plants*. Kiev, Naukova Dumka.
- Prisedsky, J.G. (2005). *The software package for statistical analysis of the results of biological experiments*. Donetsk: Donetsk National University.
- Fedotov, O.V. Voloshko, T.E. (2013). *Development of methods of obtaining and*
- ISSN 2225-5486 (Print), ISSN 2226-9010 (Online). *Біологічний вісник МДПУ*. 2014. №1
-



analyzing enzyme preparations peroxidase and catalase some species of Basidiomycetes. Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University. 3 (1), 113-127.

Поступила в редакцію 02.03.2014

Как цитировать:

Велигодська, А.К., Федотов, О.В., Петреєва, А.С. (2014). Вплив джерел азотного живлення на синтез каротиноїдів деякими штамми базидіоміцетів. *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого*, 4 (1), 22-34.

crossref <http://dx.doi.org/10.7905/bbmspu.v4i1.788>

© *Велигодська, Федотов, Петреєва, 2014*

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).