

УДК: 636.085.3/087.7

Л.В. ШЕВЧЕНКО, доктор ветеринарних наук, доцент,
М.О. ЗАХАРЕНКО, доктор біологічних наук, член-кореспондент НААНУ,
В.М. МИХАЛЬСЬКА, кандидат ветеринарних наук, доцент,
Л.В. МАЛЮГА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
В.М. ПОЛЯКОВСЬКИЙ, кандидат ветеринарних наук, доцент,
А.М. АНДРУЩЕНКО, магістр факультету ТВППТ
 Національний університет біоресурсів і природокористування України

Санітарно-гігієнічна оцінка біомаси гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ як джерела природного β -каротину для тварин

Біомаса гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ є високоефективним джерелом β -каротину, містить вітаміни групи В, токоферолі, вищі насичені та насичені жирні кислоти, незамінні амінокислоти і комплекс інших біологічно активних речовин.

*Гриб *Bl. trispora*, штаму ТКСТ, вітатон, вітаміни, каротиноїди, жирні кислоти, амінокислоти*

На даний час актуальним є збереження здоров'я тварин і птиці, зокрема, особливо за інтенсивних технологій виробництва продукції, коли основу їх годівлі складають зернові корми, що містять низьку кількість біологічно активних сполук, передусім, β -каротину.

Останнім часом у тваринництві та птахівництві все ширше використовують біологічно активні речовини – продукти сучасних біотехнологій, в основі яких лежать процеси синтезу каротиноїдів, вітамінів, амінокислот, ненасичених жирних кислот тощо [11]. Вони мають значні переваги над синтетичними речовинами як за біологічною доступністю, так і за відсутністю токсичної дії на організм тварин, що дає можливість вводити її до комбікормів різних видів тварин [10, 15]. Ці сполуки входять до біомаси, яку одержують культивуванням нових штамів над продуцентів гриба *Bl. trispora*.

Тому **метою роботи** було вивчити хімічний склад біомаси гриба *Bl. trispora* високоактивного штаму ТКСТ як джерела β -каротину для тварин.

Матеріал і методи досліджень. Хімічний склад біомаси гриба *Bl. trispora* досліджували проводячи аналіз трьох аналогіч-

них проб паралельних ферментацій, проведених у цеху виробництва β -каротину ТОВ “НВП “Вітан” Дніпропетровської області. У зразках біомаси вивчали якісний склад і вміст каротиноїдів, використовуючи високорідинну хроматографію. [12]. Загальний вміст жиру в біомасі визначали за методом Сокслета [4]. Вміст жирних кислот у біомасі визначали після омилення та екстракції гексаном. Одержували їх метилові ефіри та аналізували на газовому хроматомаспектрометрі Agilent Technologies 6890N/5973 N [6].

Вміст амінокислот визначали після кислотного гідролізу зразків та одержання дериватів (дериватизуюча суміш (ортофталевий диальдегід та меркаптоетанол) на хроматографі фірми Waters 486 (детектор) [8].

Вітаміни групи В (B_1 , B_2 , B_3 , B_5 , B_6 і B_9) визначали у витяжках біомаси методом рідинної хроматографії з використанням буферного розчину [5]. Вміст токоферолів у біомасі визначали, додаючи до зразка антиоксиданти бутилгідроксианізол і аскорбінову кислоту, етанол та 50% розчин лугу. Після проведення лужного омилення зразків при 85 °С в потоці азоту токоферолі вилучали гексаном з додаванням 30% діетилового

ефіру; після випарювання залишок розчиняли в суміші ацетон-ізопропіловий спирт (1:1) і хроматографували на хроматографі фірми Waters 486 (детектор) [12].

Результати досліджень. Біомаса гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ за звичайних умов – порошок від оранжево-червоного до червоно-коричневого кольору з приємним запахом соняшникової олії, має розмір часток 1-2 мм. Вона добре дозується і змішується з зерновими компонентами комбікормів, позитивно впливаючи на їх органолептичні властивості, що сприяє кращому споживанню кормів тваринами та підвищенню їх продуктивної дії в організмі.

Біомаса гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ містить високий рівень β -каротину і переважає інші джерела за вмістом діючої речовини, а саме моркву – у 10 разів [16], дріжджі каротиноїдні та гарбузи – в 750 разів [1]. Вміст β -каротину в біомасі гриба гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ досягає 100-120 г/кг в сухій речовині біомаси при вологості 6%. Зернові корми, що складають основу комбікормів, а саме пшениця, ячмінь, овес, жито, соя, горох, шроти соняшниковий і соєвий не містять в своєму складі каротиноїдів [13]. Зерно жовтої

**1. Вміст амінокислот у біомасі гриба *Bl. trispora*, г/кг
($M \pm m$, $n=3$)**

Замінні амінокислоти		Незамінні амінокислоти	
Амінокислота	вміст	амінокислота	вміст
Аланін	4,07±0,46	Гістидин	4,05±0,34
Аргінін	2,60±0,08	Ізолейцин	3,65±0,22
Аспарагінова кислота	5,05±0,25	Лейцин	6,45±0,29
Глютамінова кислота	11,35±0,46	Лізін	3,70±0,13
Гліцин	3,55±0,12	Треонін	3,55±0,12
Пролін	6,20±0,34	Валін	4,65±0,18
Серин	3,40±0,19		

**2. Вміст жирних кислот у біомасі гриба *Bl. trispora*, г/кг
($M \pm m$, $n=3$)**

Кількість атомів вуглецю в молекулі жирної кислоти					
16		18		20-24	
Пальмітинова	10,00±0,57	Стеаринова	0,95±0,07	Ейкозанова	0,15±0,07
		Олеїнова	22,00±1,13	Ейкозадієнова	0,15±0,08
7-гексадеценова	1,15±0,07	Лінолева	56,90±0,28	Лігноцерінова	0,15±0,07
		Ліноленова	5,60±0,42	Неідентифікована кислота	2,20±1,98
9-пальмітолеїнова	0,15±0,05	Гама-ліноленова	0,45±0,06		

3. Вміст вітамінів у біомасі гриба *Bl. trispora* мг/кг ($M \pm m$, $n=3$)

Вітаміни групи В		Токофероли	
Тіамін	0,69±0,44	α-DL-токоферол	30,00±11,31
Рибофлавін	8,90±1,41		
Нікотинова кислота і нікотинамід	28,50±4,95	β-DL-токоферол	25,00±7,07
Пантотенова кислота	32,50±14,85	γ-DL-токоферол	1550,00±212,13
Піридоксин	5,70±0,42		
Фолієва кислота	0,49±0,08	δ-DL-токоферол	990,00±155,56

кукурудзи містить лише 28% β-каротину від загальної суми каротиноїдів (3 мг/кг) [3], тоді як вміст β-каротину в біомасі гриба складає 90% і більше. Це значною мірою визначає і кількість введення препарату в комбікорми, а саме рекомендована доза введення біомаси гриба *Bl. trispora* в комбікорми як джерела β-каротину становить: для птиці 0,1%, для свиней – 0,05%, для лактуючих корів 0,2% і для сухостійних – 0,5%, тоді як дріжджі каротиноїдні вводять в комбікорми для птиці в дозі 5-8% [1].

Крім того виробництво біомаси

гриба *Bl. trispora* як джерела β-каротину не залежить від сезону року, а тривалість зберігання готового продукту становить 9 місяців [2].

Крім β-каротину в біомасі гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ містяться 4 попередники транс-β-каротину, а саме: 9-цис-β-каротин, 13-цис-β-каротин, 15-цис-β-каротин і один неідентифікований каротиноїд. Ці сполуки не володіють провітамінною активністю, але здатні брати участь у реакціях антиоксидантного захисту організму. У біомасі гриба *Bl. trispora* виявлено незначну концентрацію транс-β-

криптоксантину, ймовірно, рослинного походження, а саме з кукурудзяного борошна, кукурудзяного екстракту або соняшникової олії, які є компонентами живильного середовища при культивуванні гриба.

Біомаса гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ містить 62,3 мг/кг амінокислот, серед яких основними є глютамінова кислота (8,1-18,4%) та лейцин (10,0-10,5%). Дані щодо вмісту амінокислот у біомасі гриба *Bl. trispora* наведені в таблиці 1.

Вміст інших амінокислот коливається в межах від 2,9 до 8,6% від їх загальної кількості. При цьому слід зазначити, що введення біомаси в комбікорми для тварин у кількості 0,05-0,5% практично не впливає на загальний вміст амінокислот в кормах.

Біомаса гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ містить значну кількість ліпідів, які виступають середовищем накопичення β-каротину у цитоплазмі гриба [14], їх рівень становить в середньому 53,4%.

Відомо, що ліпіди сприяють емульгації, всмоктуванню та транспортуванню β-каротину до тканин організму тварин [7].

Основними жирними кислотами біомаси гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ є лінолева та олеїнова, дещо менше міститься пальмітинової і ліноленової кислот, рівень яких становить 92,8-96,2% від загальної кількості ліпідів біомаси. Вміст лінолевої кислоти в біомасі переважає вміст олеїнової у 2,6 рази (табл. 2).

Необхідно також відмітити, що основною формою ненасичених жирних кислот, які містяться в біомасі гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ, є їх цис-ізомери. Так, вміст цис-мононенасичених жирних кислот в біомасі становить 23,45±1,34, а цис-поліненасичених – 63,05±0,07% від загального вмісту ліпідів, що узгоджується з даними інших дослідників [9].

У біомасі гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ виявлено також ряд насичених жирних кислот, а саме пальмітинову, стеаринову і лігноцерінову, загальний вміст яких становить близько 1/8 загальної кількості ненасичених жирних кислот.

Біомаса гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ містить вітаміни групи В, а саме тіамін, рибофлавін, нікотинову кислоту і нікотинамід, піридоксин хлорид, фолієву кислоту, однак їх вміст незначний і визначається, ймовірно, необхідністю цих біологічно активних речовин в метаболічних процесах клітин гриба (табл. 3).

Поряд з водорозчинними вітамінами у біомасі гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ виявлено значну кількість жиророзчинних вітамінів групи Е, а саме: α -, β -, γ - та δ -DL-токоферолі.

Рівень α -DL-токоферолу в біомасі незначний, найбільшу частку серед токоферолів біомаси гриба займають γ - і δ -DL-токоферолі (табл. 3), однак їх біологічна активність в організмі тварин недостатньо висока, а саме активність природних β -, γ - та δ -токоферолів в живих організмах складає наступний ряд: 20-30; 10;

1% порівняно з активністю α -DL-токоферолу [17].

Висновки

Таким чином, встановлено, що біомаса гриба *Bl. trispora* штаму ТКСТ є високоефективним джерелом β -каротину для тварин, оскільки містить високу концентрацію діючої речовин (10-12% у перерахунку на суху речовину), а також комплекс біологічно активних речовин, які сприяють засвоєнню та трансформації каротиноїдів в організмі тварин. Дані результати дослідження мають важливе значення для вирішення питання профілактики порушення клінічного стану, обміну речовин, зниження неспецифічного імунітету, погіршення відтворної здатності та продуктивності сільськогосподарських тварин та птиці, що пов'язані саме з дефіцитом β -каротину та вітаміну А в кормах.

Биомасса гриба *Bl. trispora* штамм ТКСТ является высокоэффективным источником β -каротина и содержит витамины группы В, токоферолы, высшие насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, незаменимые аминокислоты и комплекс других биологически активных веществ.

Гриб Bl. trispora, штамм ТКСТ, витатон, вітаміни, каротиноїди, жирні кислоти, амінокислоти

Biomass of fungus *Bl. trispora* TKST strain is a highly efficient source of β -carotene and contains vitamins Group В, tocopherols, higher saturated and unsaturated fatty acids, essential amino acids and a set of other biologically active substances.

Fungus Bl. trispora, strain TKST, Vitaton, vitamins, carotenoids, fatty acids, amino acids

Література

1. Батюжевский Ю.Н. Белково-витаминный корм для с/х птицы "Дрожжи каротиноидные" / Ю.Н. Батюжевский // Эффективное птицеводство та тваринництво. – 2003. – № 2 (6). – С. 44.
2. Бета-каротин "Витатон": Технічні умови України ТУ У 15.7-32128359-015:2005 / Кунщикова І.С., 2005. – 14 с.
3. Валдман А.Р. Значение витаминов в питании сельскохозяйственных животных и птицы / А.Р. Валдман // Изд. акад. наук Латвийской ССР. – Рига, 1957. – С. 139–151.
4. Вудмаска В.Ю. Определение питательности и качества кормов в хозяйстве / В.Ю. Вудмаска, П.П. Прилуцкий. – К.: Урожай, 1975. – 136 с.
5. Хеншен А. Высокоэффективная жидкостная хроматография в биохимии / Пер. с англ. под ред. А. Хеншен и др. – М.: Мир, 1988. – 688 с.
6. Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот: ДСТУ ISO (5508:1990)–2001. – [Чинний від 2003-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 10 с.

7. Душейко А.А. Витамин А: Обмен и функции / А.А. Душейко // Институт биохимии им. А.В.Палладина. – К.: Наукова думка, 1989. – 288 с.
8. Краснова И.Н. Определение аминокислот в сыворотке крови человека методом обращено-фазовой высокоэффективной хроматографии в режиме изократического элюирования / И.Н. Краснова, Л.А. Карцова, Ю.В. Черкасс // Журнал аналитической химии, 2000. – Т.55. – №1. – С. 66–74.
9. Гвоздкова Т.С. Липиды базидиальных грибов / Гвоздкова Т.С., Щерба В.В., Черноок Т.В. и др. / Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты // Сборник научных трудов. – Минск: Изд. И.П. Логвинов, 2007. – С. 88–10.
10. Мартиновський В.П. Перетравність корму, обмін речовин, продуктивність та якість м'яса курчат-бройлерів при згодовуванні біомаси гриба *Blakeslea trispora*: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.02 "Годівля та технологія кормів" / В.П. Мартиновський. – Київ, 2003. – 19 с.

11. Свеженцов А.И. Микробиологический каротин в питании животных и птицы / Под ред. Свеженцова А.И. – Д.: АРТ-ПРЕСС, 2002. – 160 с.
12. Скурихин В.Н. Методы анализа витаминов А, Е, Д и каротина в кормах, биологических объектах и продуктах животноводства. / В.Н. Скурихин, С.В. Шабаев // Справ. Изд. – М.: Химия, 1996. – 96 с.
13. Справочник специалиста: химический состав кормов. – 2009. 1 с. Режим доступа: bioprolog.ru/spec/him
14. Феофилова Е.П. Пигменты микроорганизмов / Е.П. Феофилова. – М., Наука, 1974. – 218 с.
15. Прімова Л.О. Хімічний склад препаратів каротину вітатону і вітадепсу / Л.О. Прімова, В.І. Кіндя, В.П. Мартиновський, А.А. Сидоренко // Генетика, селекція, біотехнологія. – 2000. – №7. – С. 44–46.
16. Heinonen M.J. Carotenoids and provitamin A activity of carrot // J. Agr. and Food Chem. – 1990. – N 3. – P. 609–612.
17. Machlin L.J. Handbook of Vitamins, Nutritional, Biochemical and Clinical aspects. / Machlin L.J. Vitamin E. – N.Y.; Basel, 1984. – P. 99–146.