

УДК637.5

ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСУ β -ЦИКЛОДЕКТРИНУ З ЙОДОМ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВАРЕНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

М.О. Полумбрик, кандидат технічних наук, доцент*, E-mail: mx_pol@yahoo.com

Є.О. Котляр**, старший викладач

Х.В. Омельченко, аспірант*, E-mail: omelchenko-h@mail.ru

М.М. Полумбрик, аспірант*, E-mail: manefaiv@mail.ru

В.М. Пасічний, доктор технічних наук, професор*

*Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601

**Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

Анотація. Отримано комплекс β -циклодекстрину з йодом, який був використаний в якості добавки для збагачення йодом м'ясних сосисок.

Досліджено можливість утворення 3,5-дйодтирозину внаслідок взаємодії між L-тирозином та отриманим комплексом за допомогою методу високоєфективної рідинної хроматографії. Концентрація 3,5-дйодтирозину збільшується від 640 нг/см³ до 1200 нг/см³ при підвищенні концентрації тирозину від 2,2 до 11 мМ при постійній (2 мМ) концентрації комплексу β -циклодекстрин-I₂.

Об'єктом збагачення йодом слугували м'ясні сосиски, зважаючи на їхнє розповсюдження в раціоні харчування людини та значну кількість фрагментів L-тирозину у білковій фракції. Розроблено рецептуру м'ясних сосисок із вмістом отриманого комплексу 4 мкг/г продукту, що повністю забезпечує добову потребу в цьому мікроелементі при споживанні 150 г цих виробів. Розроблений комплекс не впливає на органолептичні та мікробіологічні характеристики готових виробів.

Ключові слова: комплекс "гість-хазяїн", циклодекстрини, йод, збагачення, 3,5-дйодтирозин, сосиски.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА β -ЦИКЛОДЕКСТРИНА С ЙОДОМ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

М.О. Полумбрик, кандидат технических наук, доцент*, E-mail: mx_pol@yahoo.com

Е.А. Котляр, старший преподаватель

Х.В. Омельченко, аспірант*, E-mail: omelchenko-h@mail.ru

М.М. Полумбрик, аспірант*, E-mail: manefaiv@mail.ru

В.Н. Пасичный*, Доктор технических наук, профессор*

*Национальный университет пищевых технологий, ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601

**Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039

Аннотация. Получен комплекс β -циклодекстрина с йодом, который был использован в качестве добавки для обогащения йодом мясных сосисок.

Исследована возможность образования 3,5-дйодтирозина вследствие взаимодействия между L-тирозином и полученным комплексом с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии. Концентрация 3,5-дйодтирозина увеличивалась с 640 нг/см³ до 1200 нг/см³ при повышении концентрации тирозина от 2,2 до 11 мМ при постоянной (2 мМ) концентрации комплекса β -циклодекстрин-I₂.

Мясные сосиски были выбраны в качестве объекта обогащения из-за их распространения в рационе питания и значительного количества фрагментов L-тирозина в белковой фракции. Разработано рецептуру мясных сосисок с содержанием полученного комплекса 4 мкг/г продукта, что обеспечивает суточную потребность в этом микроэлементе при потреблении 150 г этих сосисок. Указанный комплекс не влияет на органолептические и микробиологические характеристики готовых изделий.

Ключевые слова: комплекс "гость-хозяин", циклодекстрины, йод, обогащение, 3,5-дйодтирозин, сосиски.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v10i3.180>

Вступ

Хвороби, пов'язані з дефіцитом ряду есенційних мікроелементів в раціоні харчування людини, є поширеними у Світі загалом і Україні зокрема. Більше 2 млрд людей на Планеті страждає від недостатньої кількості йоду, з них – 285 млн учнів (36,4 % від загальної їх кількості) [1]. Згідно з да-

ними міністерства охорони здоров'я 80 % українських дітей мають ризик виникнення йододефіциту. Щорічно народжується близько 300 тис. дітей, незахищених від захворювань, викликаних дефіцитом йоду [2]. Недостатнє споживання цього мікроелемента викликає ендемічний зоб, кретинізм, розлади обміну речовин, імунної системи тощо.

Основними стратегіями попередження та контролю йододефіциту вважають універсальне йодування солі, збагачення харчових продуктів цим мікроелементом та споживання харчових продуктів, в яких його міститься достатньо [3]. Їжею, багатою йодом, традиційно вважаються морепродукти, менші кількості цього елемента містяться в культурах зернових, які вирощували у ґрунті, збагаченому на йод, та м'яси тварин, яких випасали на таких ґрунтах. Слід визнати, що такий спосіб забезпечення йодом може бути ефективним лише в тих країнах, де така їжа є доступною для всіх верств населення, а вміст йоду в ній – достатній.

Йодування солі, яке передбачає збагачення кухонної солі KI та/або KIO₃, вважається найбільш ефективним методом, через зниження частки харчових продуктів, які збагачені на йод, таких як морська риба, і зменшення концентрації йоду в них. ВООЗ надає перевагу KIO₃, зважаючи на його підвищену стабільність порівняно з йодидом калію [4]. Цей підхід довів свою ефективність в країнах, де йодування солі є примусовим. Основними перешкодами для ефективності вживання йодованої солі в щоденному раціоні харчування вважаються: недостатня обізнаність населення про негативні наслідки йододефіциту для здоров'я та підвищена потреба в ній для дітей та вагітних жінок, які в свою чергу є основними групами ризику йододефіцитних захворювань. При надлишковому споживанні йоду виникає ряд ускладнень, зокрема аутоімунний тиреоїдит, йод індукований тиреотоксикоз, з іншого боку існують ситуації, що вимагають обмеження вживання солі, зокрема гіпертензія, та патологічна вагітність. Порівняно висока гігроскопічність і розчинність йодиду калію у воді зумовлює його втрати під час зберігання і технологічної обробки, особливо в процесах обварювання. Йодат калію часто викликає погіршення органолептичних і фізико-хімічних властивостей готових виробів [4].

Збагачення харчових продуктів йодованою сіллю також має ряд недоліків, в тому числі негативний вплив на якісні показники готових виробів і ймовірність значних втрат, що, за деякими даними можуть сягати 67 %, особливо при тривалій дії високих температур у вологому середовищі [5].

Постановка проблеми

Таким чином, виникає проблема розробки нових йодвмісних інгредієнтів, які володіють високою біологічною доступністю та стабільністю під час технологічних процесів. Основними вимогами до цих добавок є: обмежена розчинність у воді, стабільність під час технологічної обробки і зберігання харчових продуктів, відсутність негативного впливу на якість готових виробів, нешкідливість, гіпоалергенність, біодоступність, відсутність негативних побічних ефектів на організм людини, мож-

ливість взаємодії з компонентами харчового продукту з утворенням активних сполук і низька вартість.

Метою даної роботи було використання альтернативної йодної добавки, а саме комплексу «гість-хазяїн» β-циклодекстрин-I₂, в якому йод існує в полімолекулярній формі, у технології варених ковбасних виробів. Унікальна молекулярна будова циклодекстринів, що містять в центрі кільця відносно неполярну порожнину, в якій можуть розміститись невеликі молекули, дозволяє формувати сполуки включення. Вона дозволяє прийняти молекули гостя, наприклад йоду, з утворенням клатрату [6,7].

В технології виробів з м'яса, особливо варених ковбасних виробів втрати йоду при використанні йодованої солі можуть бути доволі високими. Слід зазначити, що м'ясо курятини містить значну кількість фрагментів тирозину, який може вступати в реакцію з молекулярним йодом з утворенням 3,5-дйодтирозину [8]. Ця сполука є проміжною в синтезі трийодтиронину та тироксину – основних гормонів щитовидної залози. Тому в якості об'єкта збагачення обрано варені ковбасні вироби з м'яса курятини.

Літературний огляд

Збагачення харчових продуктів йодвмісними сполуками широко застосовується в харчових технологіях. Поряд з йодованою сіллю для цього використовують йодоказеїн, екстракти водоростей, йодовані білкові ізоляти, комплекси йоду з полісахаридами тощо. Так, в Україні розроблено технології харчових продуктів із застосуванням морських водоростей [9]. Заслугує на увагу така рослина, як зірочник середній роду *Steilaria media*, вміст йоду в якій складає 360 – 700 мкг на 100 г сухої маси [10]. Відомі також біологічно активні добавки: «Барба-йод», «Еламін», які з успіхом використовуються в терапії зубу [9]. Йодид калію застосовували в технології м'ясних продуктів [11]. Проте споживання цих продуктів і добавок, на жаль, носить поодинокий характер, а вміст в них активного йоду суттєво змінюється в залежності від вихідної сировини. Наведені вище методи забезпечення організму йодом не є універсальними і використовуються лише як доповнення до основного засобу, який полягає у йодуванні харчової солі і використанні її у технологіях різних харчових продуктів. Тому, виникає потреба у створенні альтернативних носіїв йоду для збагачення харчових продуктів, які були б стабільними під час технологічних процесів, забезпечували рівномірний розподіл йоду всередині продукту, є безпечними і мали б невисоку вартість.

Унікальні властивості циклодекстринів (ЦД) пов'язані із здатністю утворювати комплекси «гість-хазяїн», подібно до нанотрубок, каліксаренів, краун-етерів тощо. Неполярна молекула «гість» потрапляє у внутрішню порожнину циклодекстрина (молекула

«хазіяна»), заміщує молекули води і утворює комплекс, який стабілізується за рахунок водневих зв'язків, вандерваальсових сил та електростатичних взаємодій [6]. Найбільш поширеними циклодекстринами вважаються α -, β -, та γ -, які складені відповідно з 6, 7 та 8 фрагментів глюкопіраноз. Вони володіють властивостями пребіотиків і широко застосовуються в харчових технологіях для стабілізації активних компонентів під час технологічної обробки [7]. Найбільш розповсюдженим є комплекс, в якому молекули ЦД та «гостя» існують у співвідношенні 1:1 [12]. Таким чином, циклодекстрини є одними з найважливіших комплексоутворювачів у водному середовищі, в якому гідрофобні речовини, взаємодіючи з гідрофобною внутрішньою частиною циклодекстринів, утворюють комплекс «гість-хазіяна». Для комплексоутворення нами було обрано β -циклодекстрин, зважаючи на його низьку вартість, доступність на ринку, легкість синтезу, низьку розчинність у воді.

Основна частина

На першій стадії досліджень необхідно було отримати комплекс йоду з β -циклодекстрином, що було здійснено відповідно до наступної методики: 230 мг KI та 150 мг I₂ розчинили у 25 см³ води і по краплям вносили до конічної колби, яка містила розчин 1,5 г β -циклодекстрину у 40 см³ води. Після цього, конічну колбу запакували парафіном і перемішували протягом 3 годин за допомогою магнітної мішалки, а потім зберігали протягом 12 годин у крижаній бані, щоб повністю інкапсулювати йод. Після зберігання коричневий осад висушили шляхом вакуумної фільтрації. Потім осад промили дейонізованою водою (100 см³) і KI розчином (1,2 мМ, 100 см³) відповідно. Кінцевий продукт висушили при 45 °С протягом 24 годин у вакуумній сушильній шафі. Співвідношення йоду та циклодекстрину в комплексі підтверджено за допомогою методу йодометрії [13]. Для цього наважку 0,2 г комплексу розчинили у 4 см³ диметилформаміду. Потім додавали 140 см³ води і титрували стандартним розчином (0,01 М) натрію тіосульфату. Титрування проводили до тих пір, поки розчин не набув світло-жовтого кольору, додали 3 см³ йод-крохмального індикатора і продовжували титрування до повного знебарвлення розчину. Після цього розраховували елементний вміст йоду в комплексі, який склав 16,9 %. Це відповідає еквімолекулярному співвідношенню між β -ЦД та йодом у комплексі. Крім того, для підтвердження структури було визначено температуру плавлення комплексу в капілярі, яка склала 76 °С, що узгоджується з літературними даними [13].

Якісна та кількісна оцінка можливості утворення 3,5-дйодтирозину при дії комплексу на молекули тирозину було визначено за допомогою методу високо ефективною рідинної хроматографії. Для цього використали хроматограф Agilent 1200, колонка C18, елюентом слугувала суміш 0,1 % водного розчину трифтороцтової кислоти та ацетонітрилу у співвідно-

шенні 10:1. Показано, що концентрація 3,5-дйодтирозину збільшилась зі 640 нг/см³ до 1200 нг/см³ при підвищенні концентрації тирозину від 2,2 до 11,0 мМ при постійній концентрації (2 мМ) комплексу у 0,02 М хлоридній кислоті. 3,5-Дйодтирозин може утворюватись в шлунку, рН середовища якого складає 1,7. Саме тому у дослідженнях було обрано саме таку концентрацію хлоридної кислоти. Таким чином, комплекс йоду з β -циклодекстрином потенційно можна використовувати для контрольованого синтезу 3,5-дйодтирозину, що відрізняє його від інших йодовмісних препаратів. Проте, ці припущення вимагають проведення додаткових *in vitro* та *in vivo* досліджень.

Визначення концентрації йоду в зразках продукту проводили в лабораторії ендокринних захворювань ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН» України. Для цього було відібрано 5 зразків вареного ковбасного виробу, кожен масою 250 мг. З метою повного розкладу зразків, вони були внесені у 6 см³ концентрованої нітратної кислоти, після чого піддані мікрохвильовій обробці протягом 50 хв, а потім охолоджені протягом 20 хв. Концентрацію йоду визначено спектрофотометрично за реакцією Сандела-Кольгоффа. Для цього спочатку побудовано графік залежності зміни поглинання ($\lambda = 420$ нм) від тривалості реакції в стандартних розчинах йоду 20; 50; 100; 150 та 200 мкг/см³. Після цього процедуру проведено у зразках варених ковбасних виробів.

Для доведення ефективності використання комплексу йоду з β -циклодекстрином було розроблено рецептуру вареного ковбасного виробу, виготовленого відповідно до ТУ У 15.1-19492247-013-2003, в якій комплекс використовували в якості інгредієнта. Склад рецептури сосисок наведено у табл. 1. Кількість йоду в рецептурі була обрана з таким розрахунком, щоб забезпечити мінімальне споживання 100 мкг йоду на добу, враховуючи втрати йоду під час технологічної обробки і надходження йоду з іншими харчовими продуктами [14].

Таблиця 1 – Рецептура сосисок, збагачених йодом

Інгредієнти	Кількість, %
Стегно куряче	70
БС	15
Соя гідролізована	15
Кремнезем, % до маси БС	0,1
Сіль, % на 100 г	2,1
Нітрит натрію, г на 100 г	0,0075
Вода	30
Ароматична суміш «Сосиски франкфуртські»	1,0
Комплекс циклодекстрину з йодом	0,00049

В якості білкового стабілізатора (БС) обрано суміш з таким складом: сухий яловичий білок 60 %, суха молочна сироватка 20 %, карбоксимети-

целюлоза 5 %, камідь гуарова 10 %, камідь ксантанова 5 %. Єдина технологічна відмінність від звичайної технології полягала у тому, що комплекс внесено у вигляді водного розчину безпосередньо в фарш, з метою рівномірного розподілу його в продукті. Сенсорний аналіз готових виробів свідчить про відсутність впливу комплексу β -циклодекстрин-йод на смакові характеристики со-

сисок, які є подібні до контрольних зразків, виготовлених за стандартною рецептурою.

Дані проведених досліджень мікробіологічних показників варених ковбасних виробів на кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), бактерій групи кишкової палички (БГКП), плісняви та дріжджів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Мікробіологічні показники ковбасних виробів з додаванням комплексу йоду з β -циклодекстрином

Показники	Термін зберігання	Зразок	Контроль
МАФАНМ, КУО/г	1 доба	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
	6 діб	2×10^2	$3,0 \times 10^2$
БГКП в 1,0 г	1 доба	Не виявл.	Не виявл.
	6 діб	Не виявл.	Не виявл.
Пліснява, КУО/г	1 доба	<10	<10
	6 діб	<10	<10
Дріжджі, КУО/г	1 доба	<10	<10
	6 діб	<10	<10

Дані, наведені в таблиці, свідчать, що використання в рецептурі комплексу “гість-хазяїн” йоду з циклодекстрином не позначається негативно на термінах зберігання варених ковбасних виробів, відповідаючи встановленим вимогам.

Одним з важливих критеріїв ефективності використання тієї чи іншої сполуки в якості носія йоду, є ступінь утримання під час технологічної обробки та його рівномірний розподіл всередині харчової матриці. Концентрація йоду, знайдена в різних зразках варіюється в межах $22 - 24 \pm 2$ мкг/см³, що відповідає 80 % утриманню йоду після технологічної обробки і підготовки проби.

дофором) для збагачення цим мікроелементом харчових продуктів. Застосування саме цієї йодної добавки в варених ковбасних виробках може забезпечити контрольоване утворення в організмі людини 3,5-дйодтирозину, який є проміжною сполукою у синтезі гормонів щитовидної залози. Показано, що концентрація 3,5-дйодтирозину збільшилась зі 640 нг/см³ до 1200 нг/см³ при підвищенні концентрації тирозину від $2,2$ до $11,0$ мМ при постійній концентрації (2 мМ) комплексу у 0,02 М хлоридній кислоті. Його використання в технології варених ковбасних виробів дозволило забезпечити значні ступінь утримання, який складає 80 % і розподіл йоду в продукті при збереженні високих якісних показників готових виробів. Споживання 150 г цього продукту дозволить забезпечити добову потребу йоду для дорослої людини.

Висновки

Таким чином встановлено, що використаний комплекс “гість-хазяїн” між йодом та β -циклодекстрином є перспективним носієм йоду (йо-

Список літератури:

- Melse-Boonstra, Alida, and Nidhi Jaiswal. "Iodine Deficiency in Pregnancy, Infancy and Childhood and Its Consequences for Brain Development." *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* 24.1 (2010): 29-38
- Tronko, M., V. Kravchenko, D. Fink, M. Hatch, V. Turchin, R. McConnell, V. Shpak, A. Brenner, J. Robbins, I. Lusanchuk, and G. Howe. "Iodine Excretion in Regions of Ukraine Affected by the Chernobyl Accident: Experience of the Ukrainian-American Cohort Study of Thyroid Cancer and Other Thyroid Diseases." *Thyroid* 15.11 (2005): 1291-297
- Benoist, Bruno De. *Iodine Status Worldwide: WHO Global Database on Iodine Deficiency*. Geneva: Dept. of Nutrition for Health and Development, World Health Organization, 2004.
- Winger, Ray J., Jürgen König, and Don House A. "Technological Issues Associated with Iodine Fortification of Foods." *Trends in Food Science & Technology* 19.2 (2008): 94-101.
- Verma, Monika, and Rita Raghuvanshi S. "Dietary Iodine Intake and Prevalence of Iodine Deficiency Disorders in Adults." *Journal of Nutritional & Environmental Medicine* 11.3 (2001): 175-80.
- Полумбрик М.О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини. / М.О. Полумбрик.- К.: Академперіодика, 2011. – 487 с.
- Astray, G., C. Gonzalez-Barreiro, J.c. Mejuto, R. Rial-Otero, and J. Simal-Gándara. "A Review on the Use of Cyclodextrins in Foods." *Food Hydrocolloids* 23.7 (2009): 1631-1640.
- Kim, M. J., R. Parvin, M. Mushtaq M. H., and H. Choi C. "Influence of Monochromatic Light on Quality Traits, Nutritional, Fatty Acid, and Amino Acid Profiles of Broiler Chicken Meat." *Poultry Science* 92.11 (2013): 2844-2852.
- Пересічний М.І. Технологія продуктів харчування. / М.І. Пересічний; за ред. М.І. Пересічного.- К.: КНТЕУ, 2008. – 717 с.
- Сирохман І.В. Тістечка, збагачені йодом / І.В. Сирохман, Н.С. Палько // *Наук. Праці НУХТ*. – К., 2010. – №3. – с. 48-50.
- Wirth, F. "Manufacture of iodinated meat products." *Fleischwirtschaft* 71 (1991): 1377-1380
- Szente, Lajos, and Jozsef Szejtli. "Cyclodextrins as Food Ingredients." *Trends in Food Science & Technology* 15.3-4 (2004): 137-142.

13. Wang, Ting, Bin Li, Yanchun Feng, and Qingqi Guo. "Preparation, Quantitive Analysis and Bacteriostasis of Solid State Iodine Inclusion Complex with β -cyclodextrin." *J Incl Phenom Macrocycl Chem Journal of Inclusion Phenomena and Macrocylic Chemistry* 69.1-2 (2010): 255-262.
14. Winger, Ray J., Jürgen König, and Don House A. "Technological Issues Associated with Iodine Fortification of Foods." *Trends in Food Science & Technology* 19.2 (2008): 94-101.

THE CYCLODEXTRIN WITH IODINE COMPLEX UTILIZATION IN BOILED SAUSAGES MANUFACTURING

M. Polumbryk, The Candidate of Tech. Sci., docent*, E-mail: mx_pol@yahoo.com

Y. Kotlyar, Senior teacher**

Ch. Omelchenko, graduate student*

M. Polumbryk, graduate student, E-mail: manefaiv@mail.ru

V. Pasichnyi, The Doctor of Tech. Sci., professor*

*National University of Food Technologies, Vladimirska Str., 68, Kyiv, Ukraine, 01601

**Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Kanatnaya Str. 112, Ukraine, 65039

Abstract. A complex between β -cyclodextrin and iodine (1:1) was used as a novel mean of boiled sausages fortification by this essential microelement.

The possibility of 3,5-diiodotyrosine formation, caused by reaction between L-tyrosine and molecular iodine after digestion of functional meat sausages was determined by high performance liquid chromatography method. The 3,5-diiodotyrosine concentration was risen from 640 ng/ml till 1200 ng/ml as the tyrosine concentration increased from 2,2 till 11 mM at the constant (2 mM) concentration of β -cyclodextrin-iodine complex.

Meat boiled sausages were selected as an object of fortification by host-guest complex taking to account that it is a popular food in a daily meal and high amount of L-tyrosine in a protein complex. A boiled sausages formulation with β -cyclodextrin-iodine complex inclusion was developed. The iodine concentration in the sausages was 4 μ g/g of product in order to provide iodine demands after developed sausages consumption with amount 150 g. The complex has no impact on quality or sensory characteristics of final boiled sausages.

Keywords: host-guest complex, cyclodextrins, iodine, fortification, 3,5-diiodotyrosine, boiled sausages.

References:

1. Melse-Boonstra, Alida, and Nidhi Jaiswal. "Iodine Deficiency in Pregnancy, Infancy and Childhood and Its Consequences for Brain Development." *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* 24.1 (2010): 29-38
2. Tronko, M., V. Kravchenko, D. Fink, M. Hatch, V. Turchin, R. McConnell, V. Shpak, A. Brenner, J. Robbins, I. Lusanchuk, and G. Howe. "Iodine Excretion in Regions of Ukraine Affected by the Chernobyl Accident: Experience of the Ukrainian-American Cohort Study of Thyroid Cancer and Other Thyroid Diseases." *Thyroid* 15.11 (2005): 1291-297
3. Benoist, Bruno De. *Iodine Status Worldwide: WHO Global Database on Iodine Deficiency*. Geneva: Dept. of Nutrition for Health and Development, World Health Organization, 2004.
4. Winger, Ray J., Jürgen König, and Don House A. "Technological Issues Associated with Iodine Fortification of Foods." *Trends in Food Science & Technology* 19.2 (2008): 94-101.
5. Verma, Monika, and Rita Raghuvanshi S. "Dietary Iodine Intake and Prevalence of Iodine Deficiency Disorders in Adults." *Journal of Nutritional & Environmental Medicine* 11.3 (2001): 175-80.
6. Polumbryk M.O. Vuglevody v harchovyh produktah I zdorov'ja ljudy. / M.O. Polumbryk.- K.: AkadempIodyka, 2011. – 487 s
7. Astray, G., C. Gonzalez-Barreiro, J.c. Mejuto, R. Rial-Otero, and J. Simal-Gándara. "A Review on the Use of Cyclodextrins in Foods." *Food Hydrocolloids* 23.7 (2009): 1631-1640.
8. Kim, M. J., R. Parvin, M. Mushtaq M. H., and H. Choi C. "Influence of Monochromatic Light on Quality Traits, Nutritional, Fatty Acid, and Amino Acid Profiles of Broiler Chicken Meat." *Poultry Science* 92.11 (2013): 2844-2852.
9. PeresIchnyi M.I. TehnologIya produktIv harchuvannya. / M.I. PeresIchniy; za red. M.I. PeresIchnogo.- K.:KNTEU, 2008. – 717 s.
10. Sirohman I.V. TIstehka, zbagachenI yodom / I.V. Sirohman, N.S. Palko // *Nauk. Pratsi NUHT.* – K., 2010. – №3. – s. 48-50.
11. Wirth, F. "Manufacture of iodinated meat products." *Fleischwirtschaft* 71 (1991):1377-1380
12. Szente, Lajos, and Jozsef Szejtli. "Cyclodextrins as Food Ingredients." *Trends in Food Science & Technology* 15.3-4 (2004): 137-142.
13. Wang, Ting, Bin Li, Yanchun Feng, and Qingqi Guo. "Preparation, Quantitive Analysis and Bacteriostasis of Solid State Iodine Inclusion Complex with β -cyclodextrin." *J Incl Phenom Macrocycl Chem Journal of Inclusion Phenomena and Macrocylic Chemistry* 69.1-2 (2010): 255-262.
14. Winger, Ray J., Jürgen König, and Don House A. "Technological Issues Associated with Iodine Fortification of Foods." *Trends in Food Science & Technology* 19.2 (2008): 94-101.

Отримано в редакцію 14.06.2016

Прийнято до друку 21.07.2016