



Зберігання та переробка продукції

УДК 664.3

© 2021

ВПЛИВ АНТИОКСИДАНТІВ НА ОКИСНЕННЯ ЛІПІДНОЇ СКЛАДОВОЇ НАПОЮ ДЛЯ СПОРТСМЕНІВ НА ОСНОВІ ШРОТІВ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

А.П. Белінська¹, С.В. Бочкарев², І.П. Петік³,
О.О. Варанкіна⁴, О.В. Хареба⁵

¹⁻⁴кандидати технічних наук

⁵доктор сільськогосподарських наук

^{1,3}Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН
просп. Дзюби, 2а, м. Харків, 61019, Україна

^{2,4}Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002, Україна

⁵Національна академія аграрних наук України

вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, м. Київ, 01010, Україна

e-mail: ¹belinskaja.a.p@gmail.com, ²bockarevsergij@gmail.com, ³igor171984@gmail.com,

⁴avarankina@gmail.com, ⁵lena.1060725@gmail.com

ORCID: ¹0000-0001-5795-2799, ²0000-0003-4399-7907, ³0000-0001-5645-6304,

⁴0000-0003-8041-6451, ⁵0000-0002-6763-1988

Надійшла 2.04.2021

Мета. Виявити вплив антиоксидантів на стабілізацію ліпідної складової сухої суміші гіпертонічного напою для спортсменів на основі макухи олійних культур. **Методи.** Стабільність до окиснення ліпідної фракції сировини і готової продукції досліджено за допомогою визначення кислотності бовтанки. **Стійкість** за зберігання сировини для сухого гіпертонічного напою і готової продукції корелює з величиною кислотності бовтанки зі зразків: а) вихідної сировини/готової продукції; б) сировини/готової продукції, що зберігається за звичайних умов (температура 22 – 24°C, відносна вологість 65 – 75%); в) сировини/готової продукції, що зберігалася за умов прискороеного старіння (температура 40 – 42°C, відносна вологість 65 – 75%). **Результати.** Найнижча окисна стабільність властива макусі льону та концентрату сироваткового білка. Найвищою є стабільність до окиснення ліпідної складової макухи насіння кунжуту. Здатність до окиснення базової суміші білокумісної сировини зумовлює потребу використання в технології гіпертонічного напою антиоксидантів. Найвища окисна стабільність властива базовій суміші гіпертонічного напою з додаванням антиоксидантів Е 300 і Е 306 (250 і 100 мг/кг відповідно). Дещо меншу стабільність ліпідної складової до окиснення має базова суміш гіпертонічного напою з додаванням Е 306 (200 мг/кг). Найниж-

чою є стабільність ліпідної складової до окиснення базової суміші гіпертонічного напою з додаванням E 300 (500 мг/кг). **Висновки.** Виявлено вплив антиоксидантів на стабілізацію ліпідної складової сухої суміші гіпертонічного напою для спортсменів на основі макухи олійних культур. Обґрунтовано потребу внесення і досліджено технологічні властивості антиоксидантів у базовій суміші білокумісної сировини для гіпертонічного напою — суміші токоферолів 30%-ї сухої (E 306) і аскорбінової кислоти (E 300). Отримано нові наукові дані щодо раціонального вмісту комплексного антиоксиданту (комбінації E 300 і E 306) у сухій суміші на основі макухи кунжуту і льону, а також концентрату сироваткового білка — 350 мг/кг продукту (вміст E 306 у комплексному антиоксиданті — 30, E 300 — 70%).

Ключові слова: амінокислоти, суха суміш, гепатопротектори, макуха кунжуту і льону.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202106-09>

Результати досліджень потреб спортсменів в есенційних нутрієнтах [1, 2] свідчать, що спеціалізовані продукти для них мають містити у своєму складі ряд біологічно активних речовин у підвищеній кількості та збалансованому співвідношенні. Це незамінні амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти ω -3 групи, антиоксиданти, гепатопротектори, вітаміни та мінеральні речовини. Нині вітчизняний ринок харчових продуктів для спортсменів динамічно розвивається. Згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 739 харчовими продуктами для спортсменів називаються харчові продукти та біологічно активні добавки до їжі, що використовуються спортсменами у період підготовки, змагань або відновлення сил, і не є фармакологічними засобами корекції працездатності.

В останнє десятиліття в ряді країн все більшу увагу приділяють розробкам технологій порошкоподібних сумішей для напоїв оздоровчого призначення, зокрема для харчування спортсменів [3]. Водночас набувають розвитку технології з переробки нативної сировини із застосуванням процесів мінімальної термічної обробки при отриманні сухих напівфабрикатів з ягід, плодів, спецій, лікарських трав, овочів (надземної і кореневої частин) та інших видів харчової натуральної сировини [4]. Технології включають сублімаційний і повітряний способи сушіння з наступним подрібненням сухих напівфабрикатів. Технології порошкоподібних

сумішей напоїв для харчування спортсменів дають змогу виробляти готові продукти з використанням натуральної сировини, біологічно активних і харчових добавок. Один із критеріїв, що визначають перспективу впровадження таких технологій, — попит готового продукту на вітчизняному споживчому ринку [3, 5]. Однією з переваг порошкоподібних сумішей є тривалий термін придатності (12–36 міс.) за збереження реологічних, органолептичних властивостей і біологічної цінності продукції [6]. Розвиток технологій порошкоподібних сумішей у різних країнах має свої напрями з урахуванням специфіки сировинної бази, а також смакових традицій, що відображають національний колорит. Одна з провідних країн з виробництва порошкоподібних сумішей для напоїв — США. Основними виробниками порошкоподібних сумішей для напоїв є *General Foods Corporation*, *Gatorade*, *Powerade* та ін. [3–5]. Зокрема, виробник *General Foods Corporation* пропонує технології виробництва порошкоподібних напоїв способом розпилювального сушіння з використанням носіїв (декстринів, мальтозної патоки, камеди та ін.). Сухі суміші, отримані при цьому, зберігають високу якість протягом 2-х років [3, 6].

Харчова галузь України має змогу увійти на споживчий ринок як виробник білково-жирових продуктів для раціонального харчування спортсменів. Сировинною базою для такої продукції можуть стати, крім

загальноживаного концентрату сироваткового білка, макуха насіння олійних культур [7, 8]. Застосування багатокомпонентної суміші макухи олійних культур відкриває широкі можливості для розробки продукції зі збалансованим амінокислотним складом, підвищеним вмістом ω -3 поліненасичених жирних кислот, вітамінів і мінеральних речовин [9, 10]. Потрібно також зазначити про важливу роль біологічно активних сполук, що входять до складу олійної сировини, — фітостеринів. Ці сполуки мають антиоксидантний, антиатеросклеротичний, гепатопротекторний, протизапальний та імунomodulatory впливи, що вкрай актуально з огляду на особливості метаболізму спортсменів [11, 12]. Проте варто зазначити, що олійна сировина, зокрема макуха лляного насіння, що є джерелом лабільних ω -3 поліненасичених жирних кислот, має потребу в стабілізації від окисного псування [13].

Існує ряд антиокиснювачів, завдяки додаванню яких стабілізується ліпідна складова білково-жирових сумішей. Поширено використання синтетичних антиоксидантів, зокрема бутилгідроксианізоли (Е 320) і бутилгідрокситолуолу (Е 321) [14], що є недоцільним через їхню потенційну небезпеку. Дослідженнями [15] доведено можливість лише часткової заміни синтетичних антиоксидантів Е 310, Е 320, Е 321 натуральними — токоферолами і аскорбілпальмітатом. У роботах ряду авторів розглянуто синергічні ефекти стабілізації ліпідної складової харчових продуктів комплексними антиоксидантами рослинного походження [16, 17]. Подібні антиоксиданти є досить ефективними, але мають високу вартість, що негативно позначається на можливості їх вибору виробником продукції. У дослідженні [18] стабілізація лабільних ліпідів у білково-жирових сумішах вирішується способом застосування сировини, багатой на природні антиоксиданти.

Мета досліджень — виявити вплив антиоксидантів на стабілізацію ліпідної складової сухої суміші гіпертонічного напою для спортсменів на основі макухи олійних культур. Розробка сухих сумішей гіпертонічних напоїв, стабілізованих від окисного псування, збагатить раціон харчування

спортсменів, що має позитивно вплинути на їхнє повноцінне тренування та досягнення високих спортивних результатів.

Матеріали та методи досліджень. Для проведення досліджень використано кунжутну макуху (ГОСТ 11203); лляну макуху (ДСТУ 8241); концентрат сироваткового білка (ДСТУ 4458); суміш токоферолів 30%-ву суху (Е 306) та аскорбінову кислоту (Е 300) згідно з нормативною документацією.

Макуху з насіння льону та кунжуту підсушували в сушильній шафі за температури 100–105°C до вологості 6,0–6,5%. Для отримання сухої суміші гіпертонічного напою макуху змішували у потрібному співвідношенні. Грубий помел макухи одержували у лабораторному гомогенізаторі для сипучих продуктів (за 3000 об./хв) до діаметра часточок 500–800 мкм. Тонке подрібнення макухи з олійного насіння проводили на ножовому вертикальному подрібнювачі моделі *Glasser* (за 7000–10000 об./хв). Отримана суміш мала консистенцію порошку. Базова суміш білокумісної сировини гіпертонічного напою — суміш лляної і кунжутної макухи та концентрату сироваткового білка у співвідношенні 40:15:45. Гіпертонічні напої призначені для гідратації організму спортсмена до, під час і після інтенсивних навантажень в особливих умовах з підвищеним потовиділенням, забезпечення енергією і пластичним матеріалом. Варто зазначити, що гіпертонічні напої вирізняються тим, що мають більший уміст солей і цукрів, ніж напої інших типів, і призначені для додаткового забезпечення організму глюкозою і пластичними речовинами з метою компенсування підвищеної витрати енергії під час тренувань [2, 3, 5].

Стабільність до окиснення ліпідної фракції сировини і готової продукції досліджено за допомогою методу визначення кислотності бовтанки. Цей метод обрано з огляду на те, що опосередкованою характеристикою утворення первинних і вторинних продуктів окиснення ліпідної фази порошкоподібних продуктів є вміст вільних кислот, зокрема низькомолекулярних карбонових, що характеризується величиною кислотності бовтанки, отриманої з досліджуваного продукту (ГОСТ 27493). Отже, стійкість за зберігання сировини для сухого

гіпертонічного напою і готової продукції корелює з величиною кислотності бовтанки зі зразків: а) вихідної сировини/готової продукції; б) сировини/готової продукції, що зберігалася за звичайних умов (температура 22–24°C, відносна вологість 65–75%); в) сировини/готової продукції, що зберігалася за умов прискореного старіння (температура 40–42°C, відносна вологість 65–75%).

Випробування проводили так: із проби, призначеної для випробування, брали 2 наважки продукту масою (5,0 ± 0,1) г. Наважки продукту висипали в суху конічну колбу і доливали воду (100 ± 0,1) см³ для приготування бовтанки. Вміст колби негайно перемішували збовтуванням до зникнення грудочок. В отриману бовтанку з порошкоподібної сировини додавали 3–5 крапель 3%-го розчину фенолфталеїну. Потім бовтанку збовтували і титрували розчином гідроксиду натрію концентрації 0,1 моль/дм³. Титрування здійснювали краплями рівномірно, з уповільненням наприкінці реакції за постійного збовтування вмісту колби до появи світло-рожевого забарвлення, яке не зникає за експозиції колби протягом 20–30 с.

Кислотність наважки продукту (X) у градусах кислотності визначали об'ємом розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм³, що витрачається для нейтралізації

кислоти в 100 г продукту, і обчислювали за формулою:

$$X = V \cdot 100 / (m \cdot 10),$$

де V — об'єм розчину гідроксиду натрію концентрації 0,1 моль/дм³ (з урахуванням поправного коефіцієнта до титру гідроксиду натрію), використаний на титрування бовтанки, см³; m — маса наважки продукту, г; 1/10 — коефіцієнт перерахунку 0,1 моль/дм³ розчину лугу на 1 моль/дм³.

Обробку результатів досліджень здійснювали з використанням програмних пакетів *Microsoft Excel*.

Результати досліджень та їх обговорення. Проаналізовано залежність кислотності бовтанки досліджуваних зразків порошкоподібної сировини, а також базової суміші для гіпертонічного напою від умов зберігання (рис. 1). Зразки зберігалися за звичайних умов (температура 22–24°C, відносна вологість 65–75%) і за умов прискореного старіння (температура 40–42°C, відносна вологість 65–75%).

Найнижча окисна стабільність властива макусі льону та концентрату сироваткового білка (див. рис. 1). Щодо стабільності до окиснення ліпідної складової макухи насіння кунжуту, то вона є найвищою порівняно з рештою сировинних джерел. Очікувано, що це має пояснення в наявності у насінні кунжуту фуранових лігнанів, деякі з яких (сезамол, самін) мають антиоксидантні властивості [13].

Після аналізу отриманих даних стає очевидним неприйнятний рівень окисної стабільності базової суміші для гіпертонічного напою. Прийнято рішення щодо стабілізації ліпідної складової суміші від швидкого окисного псування за допомогою додавання харчових добавок — антиоксидантів, а також фізичних заходів — пакування готового продукту в середовищі інертних газів.

Грунтуючись на результатах огляду науково-патентних інформаційних джерел, пошук антиоксидантів для сухої суміші гіпертонічного напою проведено серед тих, що є натуральними або ідентичними натуральним і використовуються у складі порошкоподібних продуктів. Зокрема, це різні види токоферолів та їх похідні, аскорбінова кислота та її похідні, лецитин, рослинні екстракти та ін.

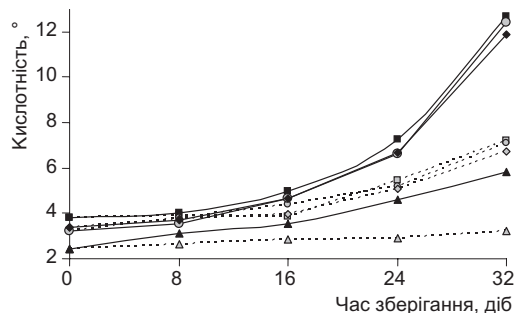


Рис. 1. Динаміка зміни кислотності бовтанки досліджуваних зразків від умов зберігання: ...△... — макуха кунжуту, з. у.; —▲— макуха кунжуту, п. с.; ...□... — макуха льону, з. у.; —■— макуха льону, п. с.; ...○... — концентрат сироватки, з. у.; —○— концентрат сироватки, п. с.; ...◇... — BS напою, з. у.; —◆— BS напою, п. с.; BS — базова суміш; з. у. — звичайні умови; п. с. — прискорене старіння (до рис. 1 і 2)

Антиоксидантами для стабілізації ліпідів сухої суміші гіпертонічного напою обрано харчові добавки, що мають виконувати в продукті комплексні функції: з одного боку, технологічні (гальмувати окисне псування ліпідної складової), а з іншого боку, біологічно активні (вітамінізувати готовий продукт, підвищити вміст у ньому антиоксидантів). Для підвищення строків придатності сухої суміші гіпертонічного напою проведено дослідження ефективності таких антиоксидантів:

- Е 306 — суміш токоферолів 30%-ва суха (вміст 200 мг/кг);
- Е 300 — аскорбінова кислота (вміст 500 мг/кг);
- суміш Е 306 і Е 300 (вміст Е 306 — 100 мг/кг, Е 300 — 250 мг/кг).

Визначено залежність кислотності бовтанки досліджуваних зразків базової суміші гіпертонічного напою з антиоксидантами, що зберігалися за звичайних умов (температура 22–24°C, відносна вологість 65–75%) і за умов прискороного старіння (температура 40–42°C, відносна вологість 65–75%), від умов зберігання (рис. 2).

Найвища окисна стабільність властива базовій суміші гіпертонічного напою з додаванням обох антиоксидантів (Е 300 і Е 306) — за зберігання у звичайних умовах кислотність бовтанки не зросла, за умов прискороного старіння — зросла на 0,5° (див. рис. 2). Децю меншу стабільність ліпідної складової до окиснення має базова суміш гіпертонічного напою з додаванням Е 306 (за зберігання у звичайних умовах кислотність бовтанки зросла на 0,5°, за умов прискороного старіння — на 2,0°). Щодо стабільності до окиснення ліпідної складової базової суміші гіпертонічного напою з додаванням Е 300, то вона є

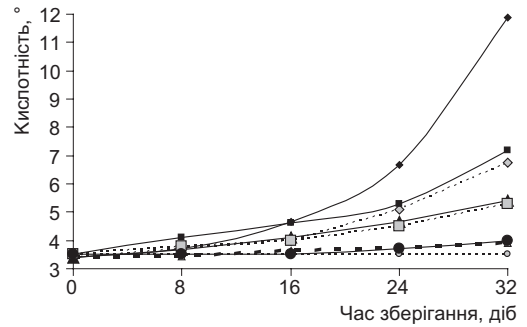


Рис. 2. Динаміка зміни кислотності бовтанки досліджуваних зразків із додаванням антиоксидантів від умов зберігання : ...◇... — БС напою, з. у.; —◆— БС напою, п. с.; ■ — БС напою з Е 306 (200 мг/кг), з. у.; —▲— БС напою з Е 306 (200 мг/кг), п. с.; □ — БС напою з Е 300 (500 мг/кг), з. у.; —■— БС напою з Е 300 (500 мг/кг), п. с.; ...○... — БС напою з Е 306 і Е 300 (100 і 250 мг/кг відповідно), з. у.; —●— БС напою з Е 306 і Е 300 (100 і 250 мг/кг відповідно), п. с.

найнижчою порівняно з рештою зразків (за зберігання у звичайних умовах кислотність бовтанки зросла на 1,8°, за умов прискороного старіння — на 3,7°). Це має пояснення в гідрофільній природі Е 300, яка, як передбачається, здебільшого виконує функції хелатуючого агента в подібних харчових системах.

Отже, у результаті проведених досліджень отримано нові наукові дані щодо раціонального вмісту комплексного антиоксиданту (комбінації Е 300 і Е 306) у сухій білокумісній суміші на основі макухи кунжуту і льону та концентрату сироваткового білка. Раціональний вміст комплексного антиоксиданту у базовій суміші для напою становив 350 мг/кг продукту (вміст Е 306 у комплексному антиоксиданті — 30, Е 300 — 70%).

Висновки

Виявлено вплив антиоксидантів на стабілізацію ліпідної складової сухої суміші гіпертонічного напою для спортсменів на основі макухи олійних культур. Експериментально визначено динаміку зміни кислотності бовтанки зразків білокумісної сировини, а також базової суміші

гіпертонічного напою від умов зберігання — як за звичайних умов, так і за умов прискороного старіння. Доведено, що окисна стабільність базової суміші для гіпертонічного напою є неприйнятною згідно з вимогами для порошкоподібних сумішей. Експериментально визначено

динаміку зміни кислотності бовтанки зразків базової суміші гіпертонічного напою з антиоксидантами від умов зберігання — як за звичайних умов, так і за умов прискороного старіння. Обґрунтовано потребу внесення і досліджено технологічні властивості антиоксидантів у базовій суміші білокумісної сировини для гіпертонічного напою — суміші токоферолів

30%-ї сухої (E 306) і аскорбінової кислоти (E 300). Отримано нові наукові дані щодо раціонального вмісту комплексного антиоксиданту (комбінації E 300 і E 306) у сухій суміші на основі макухи кунжуту і льону, а також концентрату сироваткового білка — 350 мг/кг продукту (вміст E 306 у комплексному антиоксиданті — 30, E 300 — 70%).

Belinska A.¹, Bochkarev S.², Petik I.³, Varankina O.⁴, Khareba O.⁵

¹Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of NAAS, 2A, Dziuba ave., Kharkiv, Ukraine, 61019;

²National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», 2, Kyrpychova Str., Kharkiv, Ukraine, 61002; e-mail: ¹belinskaja.a.p@gmail.com, ²bockarevsergij@gmail.com, ³igor171984@gmail.com, ⁴avarankina@gmail.com, ⁵lena_1060725@gmail.com; ORCID: ¹0000-0001-5795-2799, ²0000-0003-4399-7907, ³0000-0001-5645-6304, ⁴0000-0003-8041-6451, ⁵0000-0002-6763-1988

Influence of antioxidants on oxidation of lipid component of drink for athletes based on oil cultures

Goal. To identify the effect of antioxidants on the stabilization of the lipid component of the dry mixture of hypertensive drink for athletes based on oilseed cake. **Methods.** The stability to oxidation of the lipid fraction of raw materials and finished products was studied by determining the acidity of the batter. Stability at storing raw materials for a dry hypertonic drink and finished products correlates with the acidity of the batter got from the samples: a) raw materials / finished products; b) raw materials / finished products stored under normal conditions (temperature 22–24°C, relative humidity 65–75%); c) raw materials / finished products stored under conditions of accelerated aging (temperature 40–42°C, relative humidity 65–75%). **Results.** The lowest oxidative stability is inherent in

flax cake and whey protein concentrate. The highest is the stability to oxidation of the lipid component of the cake of sesame seed. The ability to oxidize the basic mixture of white raw materials necessitates the use of antioxidants in the technology of hypertonic drink. The highest oxidative stability is inherent in the basic mixture of hypertonic drink with the addition of antioxidants E300 and E306 (250 and 100 mg/kg, respectively). The base mixture of the hypertonic drink with the addition of E306 (200 mg/kg) has slightly lower stability of the lipid component to oxidation. The lowest is the stability of the lipid component to the oxidation of the base mixture of the hypertonic drink with the addition of E300 (500 mg/kg). **Conclusions.** The influence of antioxidants on the stabilization of the lipid component of the dry mixture of hypertonic drink for athletes based on oilseed cake has been revealed. The need for application and technological properties of antioxidants in the basic mixture of white raw materials for a hypertensive drink — a mixture of tocopherols of 30% dry (E306) and ascorbic acid (E300) were substantiated. New scientific data on the rational content of complex antioxidant (combination of E300 and E306) in a dry mixture based on sesame and flax cake, as well as whey protein concentrate — 350 mg/kg of product (the content of E306 in complex antioxidant — 30, E300 — 70%).

Key words: amino acids, dry mix, hepatoprotectors, sesame and flax cake.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202106-09>

Бібліографія

1. Kerkick Ch.M., Arent Sh., Schoenfeld B.J. et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *J. of the international society of sports nutrition*. 2017. V. 14. P. 33–52. doi: 10.1186/s12970-017-0189-4

2. Chevront S.N., Kenefick R.W., Charkoudian N. Efficacy of Glucose or Amino Acid-Based Commercial Beverages in Meeting Oral Rehydration Therapy Goals After Acute Hypertonic and Isotonic Dehydration. *J. of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2018. V. 42 (7). P. 1185–1193.

3. Прутьська Н.В., Антошко Д.П., Мотузка Ю.М. Сучасні тенденції ринку спортивного харчування. *Харчова наука і технологія*. 2012. № 1 (18). С. 49–52.

4. Close G.L., Hamilton D.L., Philp A. et al. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free radical biology and medicine*. 2017. V. 98. P. 144–158. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016

5. Gibala M.J. Nutritional Strategies to Support Adaptation to High-Intensity Interval Training

in Team Sports. *Nutritional coaching strategy to modulate training efficiency*. 2013. V. 75. P. 41–49. doi: 10.1159/000345817

6. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: современные медико-биологические аспекты. *Пищевая промышленность*. 2000. № 7. С. 98–101.

7. Бочкарев С.В., Папченко В.Ю., Матвеева Т.В. та ін. Розробка білково-жирової основи цукристих кондитерських виробів для харчування спортсменів. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2016. № 5/3 (31). С. 58–64. doi: 10.15587/2312-8372.2016.81142

8. Литвиненко О.А., Котелевська А.А., Конев М.Д. та ін. Дослідження впливу підготовки ядра соняшнику до екстракції на якість харчового шроту. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. 2009. № 37. С. 108–113.

9. Papchenko V., Matveeva T., Bochkarev S. et al. Development of amino acid balanced food systems based on wheat flour and oilseed meal. *Eastern-European J. of Enterprise Technologies*. 2020. V. 3/11 (105). P. 66–76. doi: 10.15587/1729-4061.2020.203664

10. Al Mijan M., Lim B.O. Diets, functional foods, and nutraceuticals as alternative therapies for inflammatory bowel disease: Present status and future trends. *World j. of gastroenterology*. 2018. V. 24. Is. 25. P. 2673–2685. doi: 10.3748/wjg.v24.i25.2673

11. Santas J., Codony R., Rafecas M. Phytosterols: Beneficial Effects. *Natural Products*. 2013. V. 113. P. 3437–3464. doi: 10.1007/978-3-642-22144-6_149

12. Ostlund R.E., Racette S.B., Stenson W.F. Inhibition of cholesterol absorption by phytosterol-replete wheat germ compared with phytosterol-depleted wheat germ. *American J. Clinical Nutrition*. 2003. V. 77. Is. 6. P. 1385–1389. doi: 10.1093/ajcn/77.6.1385

13. Belinska A., Bochkarev S., Varankina O. et al. Research on oxidative stability of protein-fat mixture based on sesame and flax seeds for use in halva technology. *Eastern-European J. of Enterprise Technologies*. 2019. V. 5. № 11 (101). P. 6–14. doi: 10.15587/1729-4061.2019.178908

14. Chen W., Liang G., Li Xiang et al. Effects of soy proteins and hydrolysates on fat globule coalescence and meltdown properties of ice cream. *Food Hydrocolloids*. 2019. V. 94. P. 279–286. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.02.045

15. Некрасова Т.Э. Натуральные антиоксиданты для масложировой продукции. *Масла и жиры*. 2005. № 4. С. 2–3.

16. Ananieva V., Krichkovska L., Belinska A. et al. Research of dry plant concentrates — ingredient of a food health improvement. *Eureka: Physics and Engineering*. 2016. V. 4. P. 17–24. doi:10.21303/2461-4262.2016.000124

17. Bilous O., Sytnik N., Bukhhalo S. et al. Development of a food antioxidant complex of plant origin. *Eastern-European J. of Enterprise Technologies*. 2019. V. 6. № 11 (102). P. 66–73. doi: 10.15587/1729-4061.2019.186442

18. Bochkarev S., Matveeva T., Krichkovska L. et al. Research of the oilseeds ratio on the oxidative stability of the protein-fat base for sportsmen. *Technology audit and production reserves*. 2017. № 2/3 (34). P. 8–12. doi: 10.15587/2312-8372.2017.96665