

УДК 641.87:613.2]:678.048

**РУДАВСЬКА Ганна,**

*д. с.-г. н., професор кафедри товарознавства,*

*управління безпечністю та якістю*

*Київського національного торговельно-економічного університету*

**ХАХАЛЄВА Ірина,**

*аспірант кафедри товарознавства,*

*управління безпечністю та якістю*

*Київського національного торговельно-економічного університету*

## **ПІДВИЩЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕНИХ НАПОЇВ АНТИСТРЕСОВОЇ ДІЇ**

*Проаналізовано взаємозв'язок антиоксидантної та антистресової систем захисту організму людини. Визначено роль екзогенних антиоксидантів у системі захисту організму людини від стресу. Доведено наявність антиоксидантної активності (АоА) сухого екстракту цикорію та обґрунтовано шляхи її підвищення в сухих сумішах для відновлених напоїв антистресової дії.*

*Ключові слова:* стрес, вільнорадикальне окиснення, антиоксидантна активність, сухий екстракт цикорію, сухі суміші для відновлених напоїв антистресової дії.

*Рудавакская А., Хахалева И. Повышение антиоксидантной активности восстановленных напитков антистрессового действия. Проанализирована взаимосвязь антиоксидантной и антистрессовой систем защиты организма человека. Определена роль экзогенных антиоксидантов в системе защиты организма человека от стресса. Доказано наличие антиоксидантной активности (АоА) в сухом экстракте цикория и обоснованы пути ее повышения в сухих смесях для восстановленных напитков антистрессового действия.*

*Ключевые слова:* стресс, свободнорадикальное окисление, антиоксидантная активность, сухой экстракт цикория, сухие смеси для восстановленных напитков антистрессового действия.

**Постановка проблеми.** Стрес є особливим функціональним станом, що виникає унаслідок реакції організму на екстремальний вплив, який сприймається як загрозливий для життя і здоров'я людини. Стрес виникає як комплексна реакція організму із залученням біохімічних, гуморальних, вегетативних, поведінкових, емоційних та інших психічних процесів [1]. Поняття "стрес" увів у біологію канадський фізіолог Ганс Сельє, коли в 1936 р. у статті, опублікованій в журналі *Nature*, охарактеризував його як "загальний адаптаційний синдром",

або "загальну неспецифічну нейрогормональну реакцію організму на будь-яку пред'явлену йому вимогу" [2]. "Неспецифічною" є реакція, яка виявляється в адаптації до виниклої ситуації. Тобто, крім специфічної реакції (кожна пред'явлена організму вимога є своєрідною або специфічною), виникає неспецифічна потреба здійснити пристосувальні функції для відновлення гомеостазу, які і є сутністю стресу [3].

На фізіологічному рівні розрізняють еустрес (активізуються психічні процеси, емоції носять стеничний характер) та дистрес (такий, що виходить за межі адаптації, порушує гомеостаз і може стати причиною захворювань). Головну роль при цьому відіграє нейрогуморальна система організму, яка представлена стрес-реалізуючими та стрес-лімітуючими системами. Останні обмежують надмірні прояви стресу, що можуть посилити його негативні наслідки [4].

Невід'ємним супутником дистресу є зсув редокс-рівноваги в організмі в бік вільнорадикального окиснення (ВРО) і утворення пероксидів ліпідів, що в сучасній науці дістало назву "оксидативний стрес" [5]. У біологічних системах найактивнішими є вільні радикали та іон-радикали, що містять неспарені електрони в атомах Оксигену, Нітрогену, Сульфуру чи Хлору й утворюють так звані активні форми кисню (АФК), азоту (АФА), сірки (АФС) і хлору (АФХ).

Найбільш поширена реакція клітини на стресові події – це посилення продукування енергії електрон-транспортними системами мітохондрій і мікросом зі збільшенням споживання кисню. Унаслідок бурхливого посилення окисних реакцій утворюється велика кількість АФК, які потребують антиоксидантного обмеження. Вони виникають у разі прямого пошкодження клітинних мембран. Активація ВРО і ліпідної пероксидації є незмінним і обов'язковим компонентом клітинної відповіді на дію стресорів. Утворенню радикалів сприяють незадовільна екологія, низький рівень життя, шкідливі звички, воєнні конфлікти тощо. Якщо активація ВРО відіграє важливу роль у механізмі стресу, то *системи антиоксидантного захисту*, які є на всіх рівнях структури організму, *виступають як найважливіша внутрішня сила протидії стресовим ушкодженням* і порушенням. Водночас антиоксидантні механізми, безпосередньо задіяні у стрес-реакції, є її невід'ємною частиною, завдяки чому стрес, власне, і є адаптивною реакцією [1; 5; 6].

*Введення антиоксидантів ззовні, з харчовими продуктами та фармпрепаратами, поповнює їх ендogenousні резерви, збільшує захисну активність системи, забезпечує утримання стресу у фізіологічних межах.* Антиоксиданти містяться в організмі всюди, де є певна небезпека виникнення окисного вибуху. Проте, незважаючи на потужну ендogenousну систему організму людини, для підтримки адекватного антиоксидантного статусу й концентрації вільних радикалів на низькому рівні потрібно щодня вживати функціональні харчові продукти направленої фізіологічної дії, багаті на антиоксиданти [7; 8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Т. М. Лозова, І. В. Сирохман [9] у своїх роботах науково обґрунтували використання природної нетрадиційної сировини з антиоксидантними властивостями з метою поліпшення якості борошняних кондитерських виробів. Л. О. Павліш [10] досліджувала можливості розширення асортименту безалкогольних напоїв антистресового спрямування.

Авторами разом із фахівцями Інституту "Фітотерапії" Ужгородського національного університету, відповідно до Договору про співробітництво, поставлено за мету розробити рецептури сухих сумішей для відновлених напоїв антистресової дії на основі сухого екстракту цикорію (*Cichorium intybus* L.) та сухого молока. Таке поєднання складових уможливило отримати напої високої біологічної цінності (завдяки вмісту в сухому молоці повноцінних білків та інших біологічно активних речовин, а також низки речовин з високими антиоксидантними властивостями в сухих екстрактах цикорію) та створити напої з відмінними органолептичними властивостями [11].

Одним із важливих завдань для досягнення поставленої мети є підсилення природних антиоксидантних й антистресових властивостей основної сировини за рахунок збагачення сухих сумішей для відновлених напоїв екстрактами лікарської рослинної сировини (ЛРС) – меліси (*Melissa officinalis* L.), собачої кропиви трави (*Leonurus cardiaca* L.), а також вітамінами групи В (тіаміном і піридоксином) та аскорбіновою кислотою. Для розширення асортименту напоїв, відповідно до уподобань споживачів, розроблено рецептури сухих сумішей для відновлених напоїв з додаванням какао-порошку або натуральної розчинної кави, які також містять у своєму складі антиоксиданти.

За результатами досліджень і медико-клінічної апробації, отримано підтвердження щодо фізіологічної антистресової дії розроблених сухих сумішей для відновлених напоїв лінії "Цикорлакт" – "Звіт про результати медико-клінічних досліджень від 5 грудня 2017 р." згідно з договором про співробітництво між Науково-дослідним інститутом фітотерапії ДВНЗ "Ужгородський національний університет" та Київським національним торговельно-економічним університетом.

**Мета роботи** – обґрунтування використання сухих екстрактів ЛРС – меліси (*Melissa officinalis* L.) та собачої кропиви трави (*Leonurus cardiaca* L.), вітамінів групи В (тіаміну й піридоксину) та аскорбінової кислоти для підвищення антиоксидантних і антистресових властивостей розроблених сухих сумішей для відновлених напоїв.

**Матеріали та методи.** Об'єкти дослідження – сухий екстракт цикорію та розроблені сухі суміші для відновлених напоїв антистресової дії: "Цикорлакт заспокійливий" (Цикорлакт № 1), "Цикорлакт заспокійливий з каваю" (Цикорлакт № 2), "Цикорлакт заспокійливий з какао" (Цикорлакт № 3), які виготовлено на базі ТДВ "Славутський цикорісушительний завод".

Антиоксидантну активність визначено за методом Семенова, Ярош [12–14], який базується на кінетиці окиснення відновленої форми 2,6-дихлорфеноліндофенолу (фарба Тільманса) киснем з повітря в присутності та відсутності (контроль) досліджуваного продукту, а також величини розрахунку константи інгібування ( $K_i$ ) досліджуваним продуктом окиснення зазначеного реактиву як показника антиоксидантної активності. 2,6-дихлорфеноліндофенол використовується також як індикатор для визначення вмісту кислоти аскорбінової в рослинній сировині, яку використано в роботі як еталон для порівняння [15].

Досліджувані продукти з реагентами термостатували при  $t = 37\text{ }^\circ\text{C}$ . Швидкість окиснення визначено за кількісним вимірюванням їх оптичної густини ( $D_t$ ) кожні 30 с протягом 5 хв за довжини хвилі 510 нм на спектрофотометрі СФ-26. Результати АоА досліджуваних продуктів вираховано у відсотках відносно значення АоА аскорбінової кислоти.

Паралельно проведено вимірювання оптичної густини реакційного середовища  $D_\infty$  (води), яке не містить досліджуваних продуктів і  $\text{FeSO}_4$ . Завдяки тому що в описаних умовах окиснена форма 2,6-дихлорфеноліндофенолу є єдиним продуктом окиснення його відновленої форми, константу швидкості цього окиснення визначено як тангенс кута нахилу прямої на графіку залежності натурального логарифму  $\Delta D_t \approx D_\infty - D_t$  від часу.

Як показник АоА досліджуваних продуктів використано значення константи інгібування ( $K_i$ ) окиснення 2,6-дихлорфеноліндофенолу, яку обчислено як різницю констант швидкості його окиснення в контрольному та дослідному варіанті ( $\text{л}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{хв}^{-1}$ ), поділену на концентрацію досліджуваних продуктів у кюветі, л/г. Тобто  $K_i$  досліджуваним продуктом реакції окиснення лінійно залежить від концентрації антиоксидантів. Фактично графік відображає залежність кількості поглинутого кисню при різних швидкостях ініціювання.

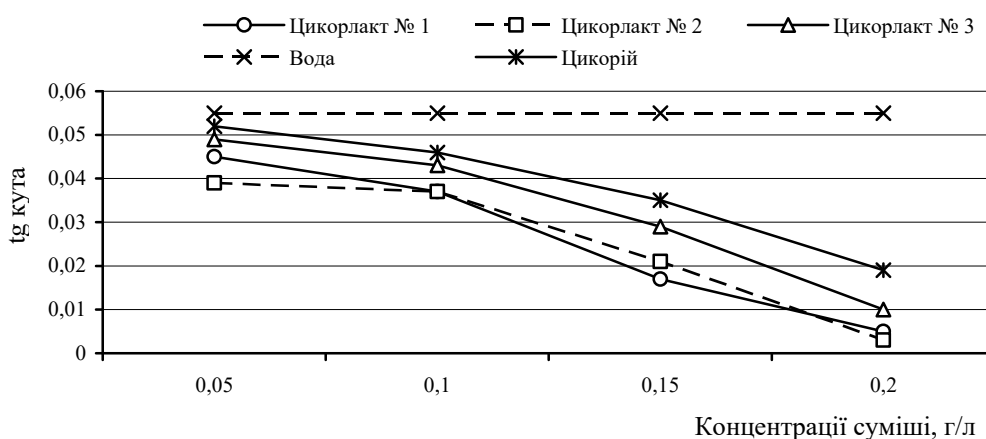
**Результати дослідження.** Вміст *сухого екстракту цикорію* залежно від рецептури складає 15–25 %. Основними діючими речовинами коренів цикорію є вуглеводи: фруктозани та їх біополімер інулін – 61 %. Окрім інуліну, цикорій містить глюкофруктозани; глікозид інтибін; органічні, фенолкарбонові кислоти та їх похідні: фенілоцтову, хлорогенову (до 5.5 %), неохлорогенову, ізохлорогенову та ін.; ефірну олію, до складу якої входять *n*-пентадеканова, лінолева, пальмітинова, олеїнова, ліноленова кислоти; стерини:  $\alpha$ -амірин, тараксастерол,  $\beta$ -ситостерол; холін, конденсовані дубильні речовини;  $\alpha$ - та  $\beta$ -каротини, аскорбінова кислота, тіамін, рибофлавін і ніацин [16; 17]. Інулін, хлорогенова кислота в синергії з каротинами та вітамінами і надають цикорію антиоксидантних властивостей.

Основною сировиною сухих сумішей є *сухе молоко* (майже 60 %). Амінокислоти, що ідентифікуються в сухому молоці, містять сульфгідрильні та гідроксильні групи, такі як цистеїн, фенілаланін,

пролін, які інактивують вільні радикали. При цьому відбувається конкуренція між білковими сполуками та ліпідами за високо-реакційноздатні радикали. Взаємні перетворення в системі "цистин – цистеїн" визначають активну участь цих амінокислот в окисно-відновних реакціях біохімічних процесів дихання, обміну речовин і нервової діяльності живих організмів [18].

При обробці результатів для отримання достовірних результатів АоА досліджуваного продукту окиснення проведено паралельно за декількома його концентраціями в кюветі. При цьому для кожного досліджуваного продукту на побудованому графіку знаходять лінійну ділянку залежності константи швидкості окиснення (*тангенс кута нахилу прямої на графіку*) досліджуваного продукту від його концентрації.

На *рисунку* зображено залежність констант швидкості окиснення досліджуваних продуктів, а саме – сухого екстракту цикорію та сухих сумішей для відновлених напоїв антистресової дії лінії "Цикорлакт" від швидкостей їх окиснення.



Кінетичні криві поглинання кисню сухим екстрактом цикорію та сумішами лінії "Цикорлакт"

Лінійна ділянка залежності константи швидкості окиснення досліджуваного продукту від його концентрації спостерігається при 0.10–0.15 г/дм<sup>3</sup>. Що менша концентрація сухої суміші у відновленому напої, то більше його константа окиснення наближена до води. Константа окиснення при концентрації 0.2 г сухої суміші на літр відновленого напою свідчить про його найвищу антиоксидантну активність, тобто найменшу швидкість окиснення. Ця залежність дає змогу вибрати раціональну концентрацію сухої суміші для подальших розрахунків і рекомендувати мінімальну концентрацію для споживання чи внесення сухого екстракту цикорію та сухих сумішей до складу рецептур.

Для обрахування відсоткових значень АоА цикорію і напоїв натуральні величини цього показника піддано співставленню з антиоксидантною активністю аскорбінової кислоти. Результати визначення АоА надано в *таблиці*.

### Антиоксидантна активність цикорію та сухих сумішей для відновлених напоїв

Досліджуваний зразок	Антиоксидантна активність	
	%	л·г <sup>-1</sup> ·хв <sup>-1</sup>
Аскорбінова кислота	100.00	0.82±0.02
"Цикорлакт заспокійливий"	28.05	0.23±0.02
"Цикорлакт заспокійливий з кавою"	26.83	0.22±0.02
"Цикорлакт заспокійливий з какао"	24.31	0.20±0.01
Сухий екстракт цикорію	14.52	0.12±0.01

На підставі досліджень можна констатувати, що збагачення розроблених сухих сумішей екстрактами ЛРС і вітамінами, зокрема аскорбіновою кислотою, уможливує значно підвищити АоА відновлених напоїв. Ці добавки є інгібіторами, що обривають ланцюги за реакцією з пероксидними радикалами. Найвищий ефект при цьому досягнуто в напої "Цикорлакт заспокійливий", АоА якого вдвічі вищий за сухий екстракт цикорію.

Антиоксидантна активність напоїв "Цикорлакт заспокійливий з кавою" та "Цикорлакт заспокійливий з какао" дещо нижча (містить менший вміст сухого екстракту цикорію в рецептурах), але також зросла в 1.84 і 1.67 рази відповідно.

**Висновки.** Експериментально доведено, що використання у складі рецептур розроблених сухих сумішей для відновлених напоїв анти-стресової дії сухих екстрактів ЛРС – меліси (*Melissa officinalis* L.) та собачої кропиви трави (*Leonurus cardiaca* L.), вітамінів групи В (тіаміну й піридоксину) та аскорбінової кислоти підвищує їх антиоксидантну активність. Найвищою вона є в напої "Цикорлакт заспокійливий" – 28.05 %, що вдвічі вище порівняно з АоА сухого екстракту цикорію. Для сухих сумішей з додаванням кави та какао-порошку підвищення антиоксидантної активності відбувається на 12.3 та 9.8 % відповідно.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Китаев-Смык Л. А.* Психология стресса. Психологическая антропология стресса. М. : Академический проект. 2009. 943 с.
2. *Селье Г.* Очерки об адаптационном синдроме : пер. с англ. ; вступ. ст. М. Г. Дурмишьяна. М. : Медгиз. 1960. 254 с.
3. *Барабой В. А., Резніков О. Г.* Фізіологія, біохімія і психологія стресу. Київ : Інтерсервіс. 2013. 314 с.
4. *Соколова Е. Д., Березин Ф. Б., Барлас Т. В.* Эмоциональный стресс: психологические механизмы, клинические проявления, терапия. *Materia Medica.* 1996. № 1 (9). С. 5–25. URL : [http://berezinfb.su/emocionalnyj\\_stress\\_i\\_stressoustojchivost/emocionalnyj\\_stress](http://berezinfb.su/emocionalnyj_stress_i_stressoustojchivost/emocionalnyj_stress).
5. *Резніков О. Г., Полумбрик О. М., Бальон Я. Г., Полумбрик М. О.* Про- та антиоксидантна системи і патологічні процеси в організмі людини. Вісн. НАН України. 2014. № 10. С. 17–29.

6. Fisher-Wellman K., Bell H. K., Bloomer R. J. Oxidative stress and antioxidant defense mechanisms linked to exercise during cardiopulmonary and metabolic disorder. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2009. Vol. 2. P. 43–51.
7. Рудавська Г. Б., Хахалева І. В. Вплив антиоксидантної активності харчових продуктів на антистресову резистентність організму людини. Modern methods, innovations and experience of practical application in the field of technical sciences: int.research and practice conference (27–28.12.2017). Radom, Poland. 2017. P. 196–200.
8. Рудавська Г. Б., Хахалева І. В., Чикун Н. Ю. Місце цикорних напоїв в умовах посиленних стресових навантажень. Стратегічні пріоритети розвитку внутрішньої торгівлі України на інноваційних засадах : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (02–03.11.2017). Львів : Вид-во ЛТЕУ, 2017. С. 311–312.
9. Лозова Т. М., Сирохман І. В. Наукове обґрунтування поліпшення споживаних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини : монографія. Львів : Львів. торг.-екон. ун-т, 2017. 328 с.
10. Павліш Л. О. Формування асортименту нових безалкогольних напоїв оздоровчого призначення : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.18.15. Київ, 2012. 20 с.
11. Рудавська Г. Б., Хахалева І. В. Сенсорний аналіз відновлених напоїв із цикорію методом профілю флейвору. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2016. № 1 (21). С. 131–137.
12. Семенов В. Л., Ярош А. М. Метод определения антиокислительной активности биологического материала. *Укр. биохим. журн.* 1985. Т. 57, № 3. С. 50–52.
13. Антоненко Л. О., Кучма В. М., Крисюк Ю. С. Вплив джерел живлення на ріст грибів роду *Coriolus quel (trametes fr.)* і їх антиокиснювальну активність. *Наук. вісті НТУУ "КПІ"*. 2010. № 3. С. 10–15.
14. Кваско О. Ю., Матвеева Н. А., Шаховський А. М. Антиоксидантна активність трансгенних рослин цикорію *Cichorium intybus L.* з геном інтерферону- $\alpha 2b$  людини. *Вісн. Донецького нац. ун-ту*. 2012. № 1. С. 179–182. Серія А "Природничі науки".
15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Товарознавство харчових продуктів рослинного походження" для бакалаврів напряму підготовки 6.030510 денної форми навчання. Ч. 2. Уклад. М. Р. Мардар, С. Г. Когут. Одеса : ОНАХТ, 2015. 33 с.
16. Грінченко І. Г. Інулін – інгредієнт функціонального харчування. Київ : Знання України, 2003. 108 с.
17. Пат. 114276 Україна, МПК 2017.01. А61К 31/00, А61К 36/00, А61К 35/20, А61К 31/375, А61К 125/00. Спосіб отримання сухої молочно-цикорної суміші з антистресовими властивостями. Г. Б. Рудавська, І. В. Хахалева, Я. М. Залуцький; заявник Хахалева Ірина Вікторівна (Україна). № u201607436; заявл. 08.07.2016 ; опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5. 2 с.
18. Горбатова К. К., Гунькова П. И. Биохимия молока и молочных продуктов ; под общ. ред. К. К. Горбатовой. 4-е изд., перераб. и доп. СПб. : ГИОРД, 2010. 336 с.

Стаття надійшла до редакції 07.05.2018.

*Rudavskaya G., Khahaleva I. Antioxidant activity increasing of restored anti-stress action beverages.*

**Background.** Stress is a special functional condition that occurs as a complex reaction of the organism with the involvement of biochemical, humoral, vegetative, behavioral, emotional and other psychic processes. The most common reaction of the organism to stress events is a redox-equilibrium shift in the body toward free radical oxidation, which is the result of increased energy production by the cells of the body with an increase in oxygen consumption. Due to the strengthening of oxidative reactions, a large number of active forms of oxygen are formed that require an antioxidant limitation. The introduction of antioxidants from the outside, with food products, replenishes their endogenous reserves, increases the protective activity of the system, provides maintenance of stress in the physiological framework.

*The aim* of the study is to substantiate the use of dry extracts of medicinal plant raw material – *Melissa officinalis* L. and *Leonurus cardiaca* L., B vitamins (thiamine and pyridoxine) and ascorbic acid to enhance the antioxidant and anti-stress properties of the developed dry mixtures for reconstituted beverages.

**Material and methods.** The research objects are dry extract of chicory and developed dry mixes for the restored anti stress action beverages: "Tsikorlakt soothing" (Tsikorlakt N 1), "Tsikorlakt soothing with coffee" (Tsikorlakt N 2), "Tsikorlakt soothing from cocoa" (Tsikorlakt N 3), which are made on the basis of the Slavuta Chicory-dried factory.

The antioxidant activity of objects is determined by the Semenov, Yarosh-method which is based on the oxidation kinetics of the reduced form of 2,6-dichlorophenolindophenol with oxygen from the air in the presence and absence of (control) the product under study, as well as the values of the inhibition constant ( $K_i$ ) by the oxidation product of the specified reagent as an indicator of antioxidant activity.

**Results.** The content of dry extract of chicory, depending on the formulation of developed drinks, is 15–25 %. Chicory chemical composition, in particular, inulin, chlorogenic acid with synergy of carotene and vitamins provides it with antioxidant properties. Dry milk (about 60 %), which amino acids contain sulfhydryl and hydroxyl groups, inactivate free radicals. Mutual transformations in the system "cystine-cysteine" determine the active participation of amino acids in the oxidative-reduction reactions of the biochemical processes of respiration, metabolism and the nervous activity of living organisms. To calculate the percentages of antioxidant activity of chicory and beverages, the natural values of this indicator are compared to the antioxidant activity of ascorbic acid.

Investigated antioxidant activity of dry extract of chicory is 14.52 % or  $0.12 \pm 0.01 \text{ l g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  in natural quantities. Based on the research it can be stated that the enrichment of the developed dry mixtures with medicinal plant raw material extracts and vitamins, including ascorbic acid, can significantly increase the antioxidant activity of the reconstituted drinks. These supplements are inhibitors that break the chain by reaction with peroxide radicals. The highest effect in this case we achieved in the drink Tsikorlakt soothing, which AOA is 28.05 %.

In beverages with coffee and cocoa powder, antioxidant activity decreases by 1.22 % and 3.74 %, respectively, due to a decrease in the amount of chicory in the product formulation.



**Conclusion.** It has been experimentally proved that use in the formulation of the developed dry mixes for reconstituted drinks of anti-stress action of dry extracts of medicinal plant raw material – *Melissa officinalis* L. and *Leonurus cardiaca* L., B vitamins (thiamine and pyridoxine) and ascorbic acid increase their antioxidant activity. It is highest in the drink "Tsikorlakt soothing" – 28.05 %, which is twice as high as chicory dried extract antioxidant activity. For dry mixes with the addition of coffee and cocoa powder the antioxidant activity increases by 12.3 and 9.8 % respectively.

**Keywords:** stress, free radical oxidation, antioxidant activity, dry extract of chicory, dry mix for restored drinks of anti-stress action.

## REFERENCES

1. *Kitaev-Smyk L. A.* Psihologija stressa. Psihologicheskaja antropologija stressa. M. : Akademicheskij proekt. 2009. 943 s.
2. *Sel'e G.* Ocherki ob adaptacionnom sindrome : per. s angl. ; vstup. st. M. G. Durmi-sh'jana. M. : Medgiz. 1960. 254 s.
3. *Baraboj V. A., Reznikov O. G.* Fiziologija, biohimija i psihologija stresu. Kyi'v : Interservis. 2013. 314 s.
4. *Sokolova E. D., Berezin F. B., Barlas T. V.* Jemocional'nyj stress: psihologicheskie mehanizmy, klinicheskie projavlenija, terapija. *Materia Medica*. 1996. № 1 (9). S. 5–25. URL : [http://berezinfb.su/emocionalnyj\\_stress\\_i\\_stressoustojchivost/emocionalnyj\\_stress](http://berezinfb.su/emocionalnyj_stress_i_stressoustojchivost/emocionalnyj_stress).
5. *Reznikov O. G., Polumbryk O. M., Bal'on Ja. G., Polumbryk M. O.* Pro- ta antyoksydantna systemy i patologichni procesy v organizmi ljudyny. *Visn. NAN Ukrainy*. 2014. № 10. S. 17–29.
6. *Fisher-Wellman K., Bell H. K., Bloomer R. J.* Oxidative stress and antioxidant defense mechanisms linked to exercise during cardiopulmonary and metabolic disorde. *Oxid. Med. Cell. Longev*. 2009. Vol. 2. P. 43–51.
7. *Rudavs'ka G. B., Hahaljeva I. V.* Vplyv antyoksydantnoi' aktyvnosti harchovyh produktiv na antystresovu rezystentnist' organizmu ljudyny. *Modern methods, innovations and experience of practical application in the field of technical sciences: int.research and practice conference (27–28.12.2017)*. Radom, Poland. 2017. P. 196–200.
8. *Rudavs'ka G. B., Hahaljeva I. V., Chykun N. Ju.* Misce cykornyh napoi'v v umovah posylenyh stresovyh navantazhen'. *Strategichni priorytety rozvytku vnutrishn'oi' torgivli Ukrainy na innovacijnyh zasadah : materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. (02–03.11.2017)*. L'viv : Vyd-vo LTEU, 2017. C. 311–312.
9. *Lozova T. M., Syrohman I. V.* Naukove obg'runtuvannja polipshennja spozhyvnyh vlastyvostej boroshnjanyh kondyters'kyh vyrobiv z vykorystannjam pryrodnoi' netradycijnoi' syrovyny : monografija. L'viv : L'viv. torg.-ekon. un-t, 2017. 328 s.
10. *Pavlish L. O.* Formuvannja asortymentu novyh bezalkogol'nyh napoi'v ozdorovchogo pryznachennja : avtoref. dys. kand. tehn. nauk : 05.18.15. Kyi'v, 2012. 20 c.
11. *Rudavs'ka G. B., Hahaljeva I. V.* Sensornyj analiz vidnovlenyh napoi'v iz cykoriju metodom profilju flejvoru. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky"*. 2016. № 1 (21). S. 131–137.
12. *Semenov V. L., Jarosh A. M.* Metod opredelenija antiokislitel'noj aktivnosti biologicheskogo materiala. *Ukr. biohim. zhurn.* 1985. T. 57, № 3. S. 50–52.
13. *Antonenko L. O., Kuchma V. M., Krysjuk Ju. S.* Vplyv dzherel zhyvlennja na rist grybiv rodu *Soriolus quel* (trametes fr.) i i'h antyokysnjuval'nu aktyvnist'. *Nauk. visti NTUU "KPI"*. 2010. № 3. S. 10–15.
14. *Kvasko O. Ju., Matvjejeva N. A., Shahovs'kyj A. M.* Antyoksydantna aktyvnist' transgennyh roslyn cykoriju *Cichorium intybus* L. z genom ynterferonu- $\alpha$ 2b ljudyny. *Visn. Donec'kogo nac. un-tu*. 2012. № 1. S. 179–182. Serija A "Pryrodnychi nauky".

15. *Metodychni vказivky do vykonannja laboratornyh robit z kursu "Tovaroznavstvo harchovyh produktiv roslynnogo pohodzhennja"* dlja bakalavriv naprjama pidgotovky 6.030510 dennoi' formy navchannja. Ch. 2/ Uklad. M. R. Mardar, S. G. Kogut. Odesa : ONAHT, 2015. 33 s.
16. *Grinenko I. G.* Inulin – ingredient funkcional'nogo harchuvannja. Kyi'v : Znannja Ukrai'ny, 2003. 108 s.
17. Pat. 114276 Ukrai'na, MPK 2017.01. A61K 31/00, A61K 36/00, A61K 35/20, A61K 31/375, A61K 125/00. Sposib otrymannja suhoi' molochno-cykornoj' sumishi z antystresovymy vlastyvostjamy/ G. B. Rudavs'ka, I. V. Hahaljeva, Ja. M. Zaluc'kyj; zajavnyk Hahaljeva Iryna Viktorivna (Ukrai'na). № u201607436; zajavl. 08.07.2016 ; opubl. 10.03.2017, Bjul. № 5. 2 s.
18. *Gorbatova K. K., Gun'kova P. I.* Biohimija moloka i molochnyh produktov ; pod obshh. red. K. K. Gorbatovoj. 4-e izd., pererab. i dop. SPb. : GIORД, 2010. 336 s.