

УДК 663.4

*Л. А. ДАНИЛОВА, Т. О. БЕРЕЗКА, А. О. ДЕМИДОВА, М. І. БОЙКО, Т. В. АРУТЮНЯН***АНТИОКСИДАНТ З КОРИ ДУБА ЯК ДЖЕРЕЛО ПОЛІФЕНОЛІВ У ПИВОВАРІННІ**

Наведено аналіз сучасного стану виробництва й застосування хмелю та продуктів його переробки в пивоварстві. Показані переваги й недоліки CO<sub>2</sub>-екстракту хмелю в порівнянні з іншими продуктами переробки хмелю. Проведені дослідження, направлені на виявлення фенольних речовин рослинних антиоксидантів, що сприяють коагуляції білків і захисту від окиснення гірких речовин при кип'ятінні сусла із CO<sub>2</sub>-екстрактом хмелю. Запропоновано технологію використання CO<sub>2</sub>-екстракту хмелю разом з антиоксидантом з кори дуба, яка дає можливість одержати менш окиснене пиво із тривалим строком зберігання й економити хміль у кількості 8-10%. Крім цього, антиоксидант не тільки стабілізує якість пива, але й збільшує його фізіологічну цінність. Це може бути основою для створення нового сорту пива з підвищеною фізіологічною цінністю.

**Ключові слова:** CO<sub>2</sub>-екстракт хмелю, рослинні антиоксиданти, економія хмелю, пиво із тривалим строком зберігання.

Приведен анализ современного состояния производства и применения хмеля и продуктов его переработки в пивоварении. Показаны преимущества и недостатки CO<sub>2</sub>-экстракта хмеля по сравнению с другими продуктами переработки хмеля. Проведенные исследования, направленные на выявление фенольных веществ растительных антиоксидантов, что способствуют коагуляции белков и защите от окисления горьких веществ при кипячении суслу с CO<sub>2</sub>-экстрактом хмелю. Предложена технология использования CO<sub>2</sub>-экстракту хмелю вместе с антиоксидантом из коры дуба, которая дает возможность получить менее окисленное пиво с длительным сроком хранения и экономить хмель в количестве 8-10 %. Кроме этого, антиоксидант не только стабилизирует качество пива, но и увеличивает его физиологическую ценность. Это может быть основой для создания нового сорта пива с повышенной физиологической ценностью.

**Ключевые слова:** CO<sub>2</sub>-экстракт хмеля, растительные антиоксиданты, экономия хмеля, пиво с длительным сроком хранения.

The analysis of the current state of production and use of hop and hop product in brewing. The advantages and disadvantages of CO<sub>2</sub> hop extract relative to other hop product were demonstrated. The investigations aimed to identify the phenolic compounds of plant antioxidants that promote protein coagulation and oxidation protection of bitter substances during boiling the wort with the CO<sub>2</sub> hop extract were carried. As a result the technology of use of the CO<sub>2</sub> hop extract together with oak bark antioxidant was proposed. The use of the CO<sub>2</sub> hop extract in conjunction with oak bark antioxidant gives the opportunity to produce less oxidized beer with a long shelf life and save hops in an amount of 8–10%. In addition, the antioxidant not only stabilizes the quality of beer, but also increases its physiological value. The results of the research can be used as the basis for the development of new sorts of beer with increased physiological value.

**Key words:** CO<sub>2</sub> hop extract, herbal antioxidants, hops savings, beer with a long shelf life.

**Вступ.**

Як свідчать сучасні дослідники [1] поліфенольні сполуки можна віднести до класу вторинних продуктів метаболізму рослин. Їх функції у клітинах рослин численні: пігментація рослин, кліткова сигналізація, дозрівання плодів та насіння, експресія генів, зміна активності білків, регуляція кліткового розподілу. Найбільш помітну роль поліфенольні сполуки відіграють у процесах захисту рослин від несприятливих факторів: бактеріальної, вірусної, грибової інфекцій, проникнення паразитів, окиснювальних процесів [2].

Саме тому застосування поліфенольних речовин у широкому спектрі харчових продуктів є актуальною задачею для спеціалістів різних галузей харчової промисловості.

Екстракти кори дубу містять значну кількість поліфенолів (перш за все кверцетину), а також не менше 8 % дубильних речовин, галову та елагову кислоти, інші біологічно активні речовини. Антиоксидантна дія кори дубу доведена багатьма дослідниками [5] та використовується в низці фармацевтичних препаратів. Крім флавоноїдів (одних з найбільш розповсюджених поліфенолів), антиоксидантним ефектом володіють також галова та елагова кислоти, що входять до складу кори дубу.

Хміль є найбільш специфічним і незамінним видом сировини у виробництві пива. Різноманітні за своєю природою й хімічною будовою речовини, що входять до складу окремих частин шишок хмелю, надають пиву характерні специфічні смак і аромат,

беруть участь у освітленні пива, утворенні піни і мають антибіотичні властивості, підвищують стійкість пива при його зберіганні. Склад хмелю впливає на якість виробленого з нього пива. Найважливішими компонентами хмелю для виробництва пива є гіркі речовини, ефірні олії і поліфенольні речовини.

В останні два десятиріччя в нашій країні та у більшості країн світу значне поширення одержали натуральні продукти переробки хмелю. Це виробництво гранульованого хмелю, етанольних і вуглекислотних екстрактів. Застосування в пивоварінні продуктів переробки хмелю пов'язане з їхньою перевагою в порівнянні із шишковим хмелем, при використанні якого, використовується тільки від 25 до 40 % гірких і інших коштовних речовин для пивоваріння. Крім того, при зберіганні такого хмелю протягом року на пивоварних заводах втрачається близько 30-50 %  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот і близько 90% ефірних олій, що значно знижує цінність хмелю для виробництва пива.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.**

Аналіз сучасного стану виробництва й застосування хмелю показав, що тільки на пивоварних заводах з малою продуктивністю застосовується класична технологія одержання пива, при якій традиційно використовується шишковий пресований хміль для охмелення пивного сусла. У той же час усі великі пивзаводи України перейшли на

використання різних типів гранул, етанольних і вуглекислотних екстрактів хмелю, завдяки яким поліпшуються умови роботи, а також знижуються втрати гірких речовин і ефірних олій у процесі їх зберігання й підвищується ефективність використання  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот і ефірних олій у процесі пивоварства. При застосуванні хмелевих препаратів у пивоварстві підвищується до 40-60 % ефективність використання гірких речовин, поліфенолів і ефірних олій. Крім того, для зберігання продуктів переробки не потрібні складські приміщення з регульованим температурним режимом  $0+2^{\circ}\text{C}$ , як це передбачено при зберіганні шишкового пресованого хмелю. Найбільше застосування в пивоварстві одержали натуральні (класичні) хмелепродукти – гранули, етанольні й вуглекислотні екстракти хмелю.  $\text{CO}_2$ -екстракти хмелю в порівнянні із пресованим хмелем майже необмежено стійкі при зберіганні. Необхідна площа для їхнього зберігання становить 1/25 приміщення для зберігання хмелю. Те ж саме стосується транспортних засобів. Однак для виробництва високоякісного пива необхідні гіркі речовини, ефірні олії та поліфенольні речовини хмелю в певному співвідношенні, а  $\text{CO}_2$ -екстракт не містить поліфенольних речовин. Зазвичай  $\text{CO}_2$ -екстракт використовують сумісно із гранульованим хмелем у кількості не більш 50% [6]. Вводять хмелепродукти в суслу в процесі його кип'ятіння [7, 8]. Таким чином, важливим завданням кип'ятіння суслу із хмелем є його ароматизація й надання суслу гіркої смаку. До 95 % загальної гіркоти обумовлене  $\alpha$ -кислотами хмелю, які при кип'ятінні під впливом кисню перетворюються в ізомери  $\alpha$ -кислот, що володіють більшою розчинністю, ніж  $\alpha$ -кислоти. Поряд з ізомеризацією частина ізо- $\alpha$ -кислот окиснюється. Занадто тривале кип'ятіння суслу із хмелем призводить до розкладання гірких ізо- $\alpha$ -кислот і утворення гумулинових негірких кислот, що псують смак пива. Таким чином, роль кисню на першому етапі екстрагування й перетворення  $\alpha$ -кислот у ізо- $\alpha$ -кислоти позитивна. Надалі під дією кисню відбувається деструкція ізо- $\alpha$ -кислот, що зменшує аналітичну величину гіркоти суслу й пива, а також погіршує її характер [9]. Для захисту від окиснення застосовують антиоксиданти [10, 11, 12]. Їх хімічний склад і властивості підходять для пивоварства [9, 10]. Дослідження, які проведені раніше, підтвердили захисну дію антиоксидантів при окисній деструкції ізо- $\alpha$ -кислот. Було виявлено, що найбільш ефективними є антиоксиданти з кори дуба, трави м'яти й звіробою. Визначена оптимальна доза їх уведення, яка складає 20-30 мг сухих речовин антиоксидантів на 1  $\text{дм}^3$  суслу [11, 12]. Особливо важливим процесом при кип'ятінні суслу із хмелем є утворення білкового осаду. У процесі кип'ятіння суслу речовини, що виділилися спочатку у вигляді дуже тонкої суспензії, взаємодіють один з одним, утворюючи більш грубий і об'ємний осад. Речовини, що виділилися у вигляді пластівців, є в основному зкоагульованими білками, які називають «суспензії гарячого суслу». Ці процеси освітлення мають велике

значення для повноти, гармонійності смаку й стабільності пива. Недостатня коагуляція білків не тільки погіршує ці властивості, але й має непрямий вплив шляхом обволікання дріжджів під час головного бродіння й доброджування. Процес коагуляції протікає у дві стадії – стадії денатурації та коагуляції. Азотвмісні колоїди суслу гідратовані, тобто оточені водяною плівкою, що в комбінації з електричним зарядом надає їм деяку стабільність. При температурах кипіння відбуваються міжмолекулярні перетворення, що призводять до розриву водневих зв'язків і, як наслідок, до втрати гідратаційної води. Цю дегідратацію можна підсилити додаванням дегідратуючих речовин – поліфенолів, спирту, деяких іонів і важких металів. Після дегідратації частки ще підтримуються в лабільному колоїдному стані завдяки своєму електричному заряду. У так званій «ізоелектричній точці», у якій позитивно й негативно заряджені групи амфотерних білків нейтралізують один одного, дегідратовані молекули особливо нестабільні й випадають спочатку в дрібнодисперсній, а потім в більш грубій формі [7]. Поліфенольні речовини хмелю сприяють коагуляції білкових речовин суслу, а тому що  $\text{CO}_2$ -екстракт хмелю їх не містить самостійно його використовувати не можна. Антиоксиданти з рослинної сировини (ТУ У 18.483-98) є водно-спиртовими розчинами синергетично активних комплексів речовин рослин [12]. Їх активність обумовлена фенольними сполуками відповідних рослин, що перебувають у синергетично активній комбінації з іншими органічними речовинами, головним чином, органічними кислотами рослин. Одержують ці антиоксиданти шляхом спрямованої екстракції активних комплексів речовин рослин водно-спиртовими розчинами.

Фенольні сполуки антиоксидантів з рослинної сировини більш реакційноздатні, ніж фенольні сполуки хмелю [13].

Під час зберігання хміль поступово старіє (окиснюється), активізується дія мікроорганізмів. Один з кращих способів збереження гірких та інших цінних для пивоваріння речовин хмелю – виробництво з нього різних екстрактів, які можуть, не змінюючись, зберігатися протягом тривалого часу.

Завдяки ряду переваг, при одержанні екстрактів хмелю як розчинник найчастіше використовують діоксид вуглецю. Використання такого екстракту економічно доцільно. Однак  $\text{CO}_2$ -екстракт хмелю має у своєму складі лише гіркі й ароматичні речовини і не містить таких важливих компонентів як поліфенольні сполуки. Які через свою високу реакційну здатність беруть участь в осадженні білків пивного суслу і тим сприяють його освітленню, захищають ізо- $\alpha$ -кислоти від окислювальної деструкції, а також формують смак пива. Якщо відношення загальної кількості поліфенолів хмелю і хмелепродуктів до  $\alpha$ -кислот становить від 1,5 до 2, тоді пиво буде вищої якості. Тому неможливо приготувати якісне пиво тільки з використанням як хмелепродукт тільки одного  $\text{CO}_2$  – екстракту.

**Викладання основного матеріалу досліджень.**

Активність застосованих антиоксидантів з рослинної сировини зумовлена фенольними сполуками відповідних рослин. Дослідженнями встановлено, що фенольні сполуки антиоксидантів більш реакційноздатні, ніж фенольні сполуки хмелю, тому вони краще осаджують білки у процесі кип'ятіння пивного сусла та захищають ізо- $\alpha$ -кислоти від окислювальної деструкції. Тому перспективно провести дослідження по приготуванню пива з застосуванням  $\text{CO}_2$  – екстракту та антиоксиданту.

До того ж роль кисню на цьому етапі виробництва пива подвійна. Так, кисень сприяє ізомеризації  $\alpha$ -кислот в ізо- $\alpha$ -кислоти, а ще - спричиняє окислювальну деструкцію утворених ізо- $\alpha$ -кислот, погіршуючи характер гіркоти, й призводить до втрати гірких речовин.

Для визначення режиму внесення антиоксиданту з кори дуба, який забезпечив би максимальний вміст гірких речовин у пиві й найменше його окиснення необхідно виявити, через який проміжок часу від початку кипіння сусла з екстрактом хмелю введення антиоксиданту сприяє накопиченню гірких речовин у суслі.

Для визначення цього проміжку часу провели серію експериментів, де визначали нагромадження гірких речовин в охмеленому суслі залежно від часу введення антиоксиданту в кипляче з екстрактом хмелю сусло. Використовували 11%-не сусло «Слобожанське» та екстракт хмелю з вмістом ізо- $\alpha$ -кислот 50%. Норма гірких речовин гарячого сусла 0,68 г/10 дм<sup>3</sup>. Сусло кип'ятили 15 хвилин, після чого задавали екстракт хмелю. Антиоксидант із кори дуба в кількості 30 мг сухих речовин на 1 дм<sup>3</sup> сусла вводили в кипляче з екстрактом хмелю сусло через 5 хвилин від початку кипіння. Загальна тривалість кип'ятіння сусла з екстрактом хмелю 120 хвилин. Наступні експерименти проводили з додаванням антиоксиданту з кори дуба через 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 90 хвилин. Кип'ятіння проводили зі зворотними холодильниками. Після закінчення кип'ятіння сусло швидко відфільтровували через шовк, охолоджували й доводили до первісного обсягу. Після чого визначали вміст гірких речовин в охмеленому суслі спектрофотометричним методом. Результати наведено на рис. 1.

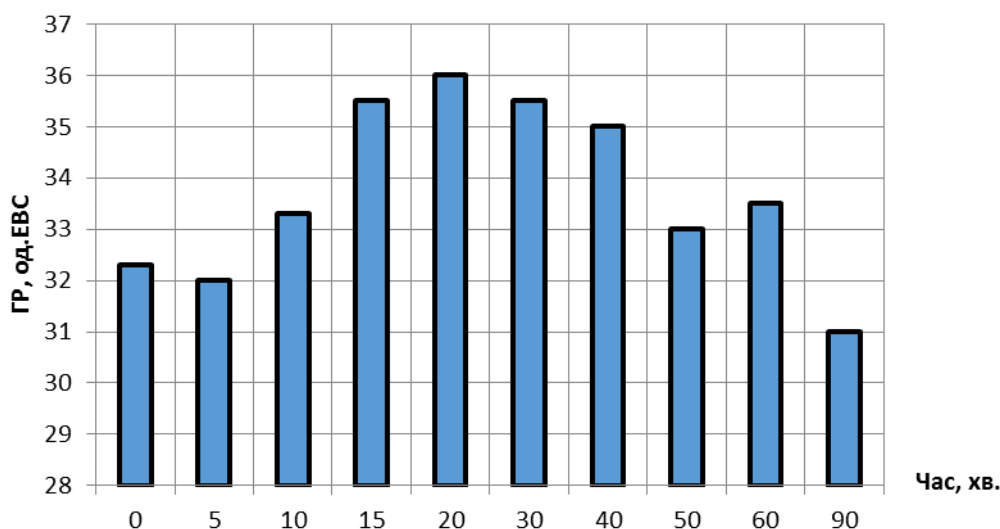


Рис. 1. Вміст гірких речовин у суслі «Слобожанське» залежно від часу внесення антиоксиданту з кори дуба

Як видно із представлених графічних даних, введення антиоксиданту з кори дубу через 5 і через 10 хвилин від початку кипіння сусла із хмелевим екстрактом призводить до невеликого зниження вмісту гірких речовин у готовому суслі. Це вказує на позитивну роль кисню на цьому етапі, а, отже, гальмуючу дію антиоксиданту на процес ізомеризації  $\alpha$ -кислоти. Введення антиоксиданту в кипляче сусло через 15, 20, 30 хвилин від початку кипіння із хмелевим екстрактом призводить до росту вмісту гірких речовин у готовому суслі. Отже, на цьому етапі процеси деструкції ізо- $\alpha$ -кислоти переважають над ізомеризацією й уведений антиоксидант захищає їх від окисного псування. Більш пізніше введення антиоксиданту небажано, тому що через

окисну деструкцію відбувається зниження вмісту гірких речовин у готовому суслі. Максимальний вміст гірких речовин у готовому 11%-ному суслі «Слобожанське» спостерігається при введенні антиоксиданту з кори дуба через 20 хвилин від початку кипіння сусла з екстрактом хмелю.

Аналогічно визначали кінетику нагромадження гірких речовин для 13% сусла «Монастирське». Використовували екстракт хмелю зі вмістом  $\alpha$ -кислоти 50%. Норма гірких речовин гарячого сусла 0,68 г/10 дм<sup>3</sup>. Результати цих експериментів представлені в на рис. 2.

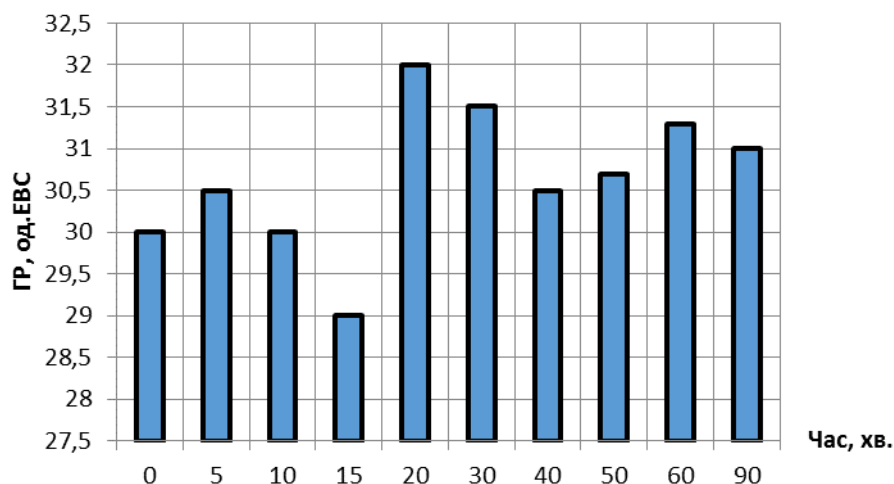


Рис. 2. Вміст гірких речовин у суслі «Монастирське» залежно від часу внесення антиоксиданту з кори дуба.

Таким чином, проведені дослідження показали, що антиоксиданти з кори дуба ефективно захищають ізо- $\alpha$ -кислоти від окисної деструкції. При використанні антиоксидантів на стадії кип'ятіння сусла із хмелем, для одержання максимального ефекту, їх варто задавати через 20 хвилин від початку кип'ятіння сусла з хмелем. При цьому сусло, приготовлене з антиоксидантом з кори дуба, варто звільняти від осаду холодних суспензій шляхом сепарування або зброджування в чанах попереднього бродіння.

Ізо- $\alpha$ -кислоти, що спричиняють гіркоту пива, є сумішшю цілого ряду тісно пов'язаних за своєю структурою ізосполук. Ізосполуки розрізняються за своєю розчинністю в суслі й пиві. Зниження величини рН у процесі бродіння пивного сусла зменшує їх розчинність у пиві, причому в різному ступені. Тому високому вмісту гірких речовин у пивному суслі не завжди відповідає настільки ж високий вміст їх у пиві. Тому необхідно визначення режиму внесення антиоксиданту з кори дуба, що забезпечує максимальний вміст гірких речовин у пиві й найменшу ступінь його окиснення.

Для рішення цього завдання зі зразків сусла сорту «Монастирське» було приготовлене пиво. Дріжджі вводили в охолоджене до 7...8 °С сусло різних зразків у кількості 10 моль на 1,2 дм<sup>3</sup>. Тривалість головного бродіння становила 8 діб. Видимий екстракт наприкінці бродіння в суслі різних зразків – 4,1...4,3%. Молоде пиво було розлите в пляшки й поставлено на доброджування й дозрівання. Доброджування проводили при температурі 2 °С. Тривалість доброджування склала 21 добу.

У готовому пиві визначали вміст гірких речовин спектрофотометричним методом і ступінь окисненості за швидкістю знебарвлення індикатора 2,6 – дихлорфеноліндофенолят натрію. Результати експериментальних даних представлені в таблиці 1.

З аналізу експериментальних даних витікає, що максимальний вміст гірких речовин (24,2 од. EBC) і мінімальний ступінь окисненості (ПЗБ 51,7%) спостерігаються в зразку пива, приготовленому із сусла з додаванням антиоксиданту через 15 хвилин від початку кипіння його з екстрактом хмелю.

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники зразків пива сорту «Монастирське», приготовлене при різних режимах введення антиоксиданту з кори дуба

Номер дослідів	Час введення антиоксиданту, хв. від початку кипіння сусла з екстрактом хмелю	рН	ПЗІ, %	ГР, од. EBC
1	Без антиоксиданту	4,64	47,0	20,1
2	5	4,63	47,0	20,9
3	10	4,64	47,0	21,5
4	15	4,64	51,7	24,2
5	20	4,63	51,7	23,0
6	30	4,60	45,0	20,0
7	40	4,62	45,3	21,5
8	50	4,60	50,5	23,5
9	60	4,63	43,8	21,3
10	90	4,63	44,6	21,5

### Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

Таким чином, використання CO<sub>2</sub>-екстракту хмелю разом з антиоксидантом дубової кори дає змогу одержати менш окиснене пиво з тривалішим терміном зберігання і економити хміль в межах 8-10%. Крім того, він не лише стабілізує якість пива, а

й збільшує його фізіологічну цінність. Це може бути основою для створення нового сорту пива з підвищеною фізіологічною цінністю.

### Список литературы:

1. *Тараховский Ю.С.* Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / *Ю.С. Тараховский, Ю.А. Ким, Б.С. Абдрасилов, Е.Н. Музафаров.* – Пушчино: Synchronbook, 2013. – 310 с.
2. *Gould K.S.* Flavonoid functions in plants / *K.S. Gould, C. Lister C., O.M. Markham, K.R. Flavonoids* // Chemistry, biochemistry and applications. – Boca Raton. 2006. – Vol. 8. – P 397–441.
3. *Garcia A.* Recent advances in antitubercular natural products / *A. Garcia, V. Bocanegra-Garcia, J.P. Palma-Nicolas, G. Rivera* // Eur.J.Med.Chem. 2012. – Vol. 49. – P 1–23.
4. *Hemaiswarya S.* Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases / *S. Hemaiswarya, A.K. Kruthiventi, M. Doble* // Phytomedicine. 2008. – Vol. 15. – P 639–652.
5. *Федосеева Г.М.* Фитохимический анализ растительного сырья, содержащего флавоноиды: уч. пособие для студентов фарм. факультета Иркутского государственного медицинского университета / *Г.М. Федосеева, В.М. Мирович.* – Иркутск. 2009. – 67 с.
6. *Ляшенко Н.И.* Биохимия хмеля и хмелепродуктов: Монография. – Житомир: «Полиссия», 2002. – 388 с.
7. *Нартисс Л.* Краткий курс пивоварения / *Л. Нартисс* – Санкт-Петербург: Профессия, 2007. – 640 с.
8. *Кунце В.* Технология солода и пива / *В. Кунце.* – Санкт-Петербург: Профессия, 2003. – 912 с.
9. *Данилова Л.А.* Антиоксиданты з рослинної сировини / *Л.А. Данилова, Т.Л. Немцева, Л.І. Рибак [та ін.]* // Харчова і переробна промисловість. 2002. – № 9. – С. 23–24.
10. *Данилова Л.А.* Антиоксиданты из растительного сырья / *Л.А. Данилова* // Труды межд. научно-технической конференции [«Информационные технологии: техника, технология, оборудование, здоровье»]. – Часть 4. – Х.: 1997. – С. 209–211.
11. *Данилова Л.А.* Защита изо-α- кислот хмеля от окислительной деструкции / *Л.А. Данилова, Т.А. Березка, В.А. Домарецкий* // Вісник НТУ «ХПІ». 2006. – № 12. – С. 67–72.
12. *Гладкий Ф.Ф.* Про механізм реакції окиснення ізо-альфа кислот хмелю киснем повітря / *Ф.Ф. Гладкий, Л.А. Данилова, Т.О. Березка [та ін.]* // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: 2011. – № 24 – С. 6–11.
13. *Данилова Л.А.* Антиоксиданты из растительного сырья в технологии стабилизации пива / *Л.А. Данилова, А.Е. Мелетьев, Т.А. Березка, Т.В. Арутюнян* // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Х.: 2013. – № 4/10 (64) – С. 23–26.

### Bibliography (transliterated):

1. *Tarahovskiy Yu.S.* Flavonoidyi: biokhimiya, biofizika, meditsina / *Yu.S. Tarahovskiy, Yu.A. Kim, B.S. Abdrasilov, E.N. Muzafarov.* – Puschino: Synchronbook, 2013. – 310 s.
2. *Gould K.S.* Flavonoid functions in plants / *K.S. Gould, C. Lister C., O.M. Markham, K.R. Flavonoids* // Chemistry, biochemistry and applications. – Boca Raton. 2006. – Vol. 8. – P 397–441.
3. *Garcia A.* Recent advances in antitubercular natural products / *A. Garcia, V. Bocanegra-Garcia, J.P. Palma-Nicolas, G. Rivera* // Eur.J.Med.Chem. 2012. – Vol. 49. – P 1–23.
4. *Hemaiswarya S.* Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases / *S. Hemaiswarya, A.K. Kruthiventi, M. Doble* // Phytomedicine. 2008. – Vol. 15. – P 639–652.
5. *Fedoseeva G.M.* Fitohimicheskiy analiz rastitelnogo syrya, sodержashego flavanoidyi: uch. posobie dlya studentov farm. fakulteta Irkutskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta / *G.M. Fedoseeva, V.M. Mirovich.* – Irkutsk. 2009. – 67 s.
6. *Lyashenko N.I.* Biohimiya hmelya i hmeleproduktov. Monografiya. – Zhitomir: «Polissya», 2002. – 388 s.
7. *Nartsiss L.* Kratkiy kurs pivovareniya / *L. Nartsiss* – Sankt-Peterburg: Professiya, 2007. – 640 s.
8. *Kuntse V.* Tehnologiya soloda i piva / *V. Kuntse.* – Sankt-Peterburg: Professiya, 2003. – 912 s.
9. *Danilova L.A.* Antioksidanti z roslinnoi sirovini / *L.A. Danilova, T.L. Nemceva, L.I. Ribak [ta in.]* // Harchova i pererobna promislovist. 2002. – № 9. – S. 23–24.
10. *Danilova L.A.* Antioksidanty iz rastitelnogo syrya / *L.A. Danilova* // Trudy mezhd. nauchno-texnicheskoj konferencii [«Informacionnye tehnologii: tehnika, tehnologiya, oborudovanie, zdorove»]. – Chast 4. – Harkov. 1997. – S. 209–211.
11. *Danilova I.A.* Zashhita izo-α- kislot xmelya ot oksislitelnoj destrukcii / *L.A. Danilova, T.A. Berezka, V.A. Domareckij* // Visnik NTU «HPI». 2006. – № 12. – S. 67–72.
12. *Gladkij F.F.* Pro mexanizm reakcii okisnennya izo-alfa kislot xmelyu kisnem povitrya / *F.F. Gladkij, L.A. Danilova, T.O. Berezka [ta in.]* // Visnik NTU «HPI». – Harkiv. 2011. – № 24 – S. 6–11.
13. *Danilova L.A.* Antioksidanty iz rastitelnogo syrya v tehnologii stabilizacii piva / *L.A. Danilova, A.E. Meletev, T.A. Berezka, T.V. Arutyunyan* // Vostochno-evropejskij zhurnal peredovix tehnologij. – Harkov. 2013. – № 4/10 (64) – S. 23–26.

Поступила (received) 02.11.2016

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Антиоксидант з кори дуба як джерело поліфенолів у пивоварінні / Л. А. Данилова, Т. О. Березка, А. О. Демидова, М. І. Бойко, Т. В. Арутюнян** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 29 (1201). – С. 66–71. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2220-4784.

**Антиоксидант с коры дуба как источник полифенолов в пивоварении / Л. А. Данилова, Т. А. Березка, А. А. Демидова, М. И. Бойко, Т. В. Арутюнян** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 29 (1201). – С. 66–71. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2220-4784.

**Antioxidant from the bark of oak as a source of polyphenols is in brewing / L. A. Danilova, T. O. Berezka, A. A. Demidova, M. I. Boyko, T. V. Arutyunyan** // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 29 (1201). – P. 66–71. Bibliog.:13 titles. – ISSN 2220-4784.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Данилова Людмила Андріївна** – кандидат технічних наук, професор кафедри технології жирів та продуктів бродіння, НТУ «ХПІ», тел.: +380503251086; e-mail: [lyudmila-danilova-48@mail.ru](mailto:lyudmila-danilova-48@mail.ru)

**Danilova Ludmila Andreevna** – Phd, candidate of technical sciences, Professor, of fats and fermentation products department National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +38503251086; e-mail: [lyudmila-danilova-48@mail.ru](mailto:lyudmila-danilova-48@mail.ru)

**Данилова Людмила Андреевна** – кандидат технических наук, професор кафедры технологии жиров и продуктов брожения, НТУ «ХПІ», тел.: +380503251086; e-mail: [lyudmila-danilova-48@mail.ru](mailto:lyudmila-danilova-48@mail.ru)

**Березка Тетяна Олександрівна** – кандидат технічних наук, НТУ «ХПІ», доцент кафедри технології жирів та продуктів бродіння, м. Харків, Україна, тел.: +38 (097) 324-16-84, e-mail: [berezka\\_tatyana\\_kpi@meta.ua](mailto:berezka_tatyana_kpi@meta.ua)

**Berezka Tetyana Oleksandrivna** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», associate Professor of technology of fats and fermentation products department, Kharkiv, tel.: +38 (097) 324-16-84, e-mail: [berezka\\_tatyana\\_kpi@meta.ua](mailto:berezka_tatyana_kpi@meta.ua)

**Березка Татьяна Александровна** – кандидат технических наук, НТУ «ХПІ», доцент кафедры технологии жиров и продуктов брожения, г. Харьков, тел.: +38(097) 324-16-84, e-mail: [berezka\\_tatyana\\_kpi@meta.ua](mailto:berezka_tatyana_kpi@meta.ua)

**Демидова Анастасія Олександрівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХПІ», E-mail: [ademidova2016@gmail.com](mailto:ademidova2016@gmail.com)

**Demidova Anastasiya Aleksandrovna** - Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Associate Professor Senior of fats and fermentation products department, Kharkiv, tel.: +38 (097) 324-16-84, e-mail: [ademidova2016@gmail.com](mailto:ademidova2016@gmail.com)

**Демидова Анастасия Александровна** – канд. техн. доцент кафедры технологии жиров и продуктов брожения НТУ «ХПІ», E-mail: [ademidova2016@gmail.com](mailto:ademidova2016@gmail.com)

**Бойко Марина Іванівна** – кандидат технічних наук, асистент кафедри експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій, тел.: +380673170607; e-mail: [boiko80@ukr.net](mailto:boiko80@ukr.net)

**Boiko Marina Ivanovna** – Phd, assistant professor of the department of food expertise, National University of Food Technologies, tel. : +380673170607; e-mail: [boiko80@ukr.net](mailto:boiko80@ukr.net)

**Бойко Марина Ивановна** – кандидат технических наук, асистент кафедры экспертизы пищевых продуктов Национальный университет пищевых технологий, тел.: +380673170607; e-mail: [boiko80@ukr.net](mailto:boiko80@ukr.net)

**Арутюнян Тетяна Володимирівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології жирів та продуктів бродіння, НТУ «ХПІ», тел.: +380984085855;

e-mail: [tatyana.arutunyan@gmail.com](mailto:tatyana.arutunyan@gmail.com)

**Arutyunyan Tetyana Volodymyrivna** – candidate of technical sciences, Docent, Department of fat technologies and fermentation products, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel.: +380984085855;

e-mail: [tatyana.arutunyan@gmail.com](mailto:tatyana.arutunyan@gmail.com)

**Арутюнян Татьяна Владимировна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии жиров и продуктов брожения, НТУ «ХПІ», тел.: +380984085855; e-mail: [tatyana.arutunyan@gmail.com](mailto:tatyana.arutunyan@gmail.com)