

# ENGINEERING STUDIES

The background is a solid teal color. Overlaid on this are several faint, stylized globes. Each globe is composed of a grid of small squares, with some squares filled with a darker shade of teal, creating a pixelated or digital effect. The globes are arranged in a way that they appear to be floating or overlapping each other, with one globe in the foreground being more prominent than the others.



# Engineering Studies

Issue 3 (2), 2018

VOLUME 10

Taylor & Francis

2018

*Engineering Studies, Issue 3 (2), Volume 10. Taylor & Francis, 2018. - Pages 300-832.*

**The edition materials are posted in Scopus and Web of Science.**

Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 0.514

SCImago Journal Rank (SJR): 0.217

**Impact Factor: 0.234**

\*2016 Journal Citation Reports®, Thomson Reuters

#### **Editor-in-Chief**

Cyrus Mody - *Chair in the History of Science, Technology and Innovation, University of Maastrich, The Netherlands*

#### **Deputy Editor:**

Kacey Beddoes - *Department of Sociology, University of Massachusetts Lowell, USA*

#### **Founding Editor:**

Gary Downey - *Department of Science and Technology in Society, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, USA*

#### **Associate Editors:**

Atsushi Akera - *Department of Science & Technology Studies, Rensselaer Polytechnic Institute, USA*

Konstantinos Chatzis - *University Paris-Est - LATTIS (UMR CNRS), France*

Maria Paula Diogo - *Faculdade de Ciencias e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal*

Aditya Johri - *Department of Applied Information Technology, George Mason University, USA*

Ulrik Jørgensen - *Department of Development and Planning, Aalborg University, Denmark*

Vivian Anette Lagesen - *Department of Interdisciplinary Studies of Culture, Norwegian University of Science and Technology, Norway*

Donna Riley - *School of Engineering Education, Purdue University, USA*

Matthew Wisnioski - *Department of Science and Technology in Society, Virginia Tech, USA*

Chyuan-Yuan Wu - *Institute of Sociology and STS Program, National Tsing Hua University, Taiwan*

#### **Web Editor**

Brent Jesiek - *School of Engineering Education and School of Electrical and Computer Engineering, Purdue University, USA*

#### **Assistant Editors**

Andrew Chilvers - *Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, University College London, UK*

Dana Denick - *National Science Foundation, Division of Civil, Mechanical, and Manufacturing Innovation, USA*

Ida Ngambeki - *Department of Computer and Information Technology, Purdue Polytechnic Institute, USA*

Justin Hess - *STEM Education Research Institute (SERI), Indiana University-Purdue University Indianapolis, USA*

#### **Editorial Advisory Board**

Stephen R. Barley - *Department of Management Science and Engineering, Stanford University, USA*

Sharon Beder - *Science, Technology & Society Program, University of Wollongong, Australia*

Bruno Belhoste - *Centre d'histoire des sciences et d'histoire des techniques, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, France*

Li Bocong - *Department of Social Sciences, Chinese Academy of Sciences, China*

Taft Broome - *Department of Civil Engineering, Howard University, USA*

|                                                                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>The Structure of the Digital Three-dimensional Terrain Model Engineering Purpose</b><br><i>Maksim Govorukhin, Natal'ia Samsonova, Ol'ga Shevchenko</i> .....                                                            | 665 |
| <b>Investigation of the Properties of Aluminosilicate Additives in the Production of a Composite Binder Based on Phosphogypsum</b><br><i>Alexander Strakhov, Sergey Evstigneev, Denis Timokhin, Yury Ivashchenko</i> ..... | 676 |
| <b>System Development for Model of Technological Complex on Benzene Production</b><br><i>B.B. Orazbayev, Y.A. Ospanov, K.N. Orazbayeva, T.S. Kenzhebaeva</i> .....                                                         | 689 |
| <b>Wood Modification by Pressing</b><br><i>Vladimir Shamaev, Dmitry Parinov, Ilya Medvedev</i> .....                                                                                                                       | 708 |
| <b>Vector-Matrix Synthesis of a Spatial RSSR Four-bar Linkage on Extremely Remote Discrete Positions</b><br><i>Marin Jordanov Marinov</i> .....                                                                            | 718 |
| <b>Determination of the Elastic Modulus of the Composite Dispersion-strengthened Galvanic Coatings</b><br><i>Sergey Zhachkin, Nikita Penkov, Marina Krasnova</i> .....                                                     | 729 |
| <b>Experimental Determination of the Dose of Energy Received by Seed Material, After Irradiation in Electric Field</b><br><i>Victor Vasylenkov, Maxim Gudzenko, A.M. Bereka</i> .....                                      | 737 |
| <b>Reduce the Resistance of Zero Sequence in Four-wire Networks 0.38 / 0.22 Kv</b><br><i>Oleksandr Miroshnyk, Oleksandr Savchenko, Irina Trunova, Oleksiy Iegorov</i> .....                                                | 750 |
| <b>Adsorption of Carbohydrates by Calcium Hydrosilicate</b><br><i>Evgeny Shoshin, Denis Timokhin, Alexander Strakhov</i> .....                                                                                             | 757 |
| <b>The Algorithm for the Automated Accounting of the Influence of Environmental Factors on UAVS</b><br><i>A.B. Borichevskiy, N.V. Samsonova, O.Y. Shevchenko</i> .....                                                     | 771 |
| <b>Aerodynamic Testing of Sustainability of the Unique High-rise Buildings Based on Simulation</b><br><i>Viktor Shumeyko, Alexandra Magramova</i> .....                                                                    | 775 |
| <b>The Use of 3D Technologies-Leveling in Road Construction</b><br><i>A.E. Dudnik, M.G. Govorukhin, G.K. Tupoleva</i> .....                                                                                                | 783 |
| <b>Nonlinear Dynamic Analysis of a Stepped Reinforced Concrete Column by the Boundary Element Method</b><br><i>V.M. Fomin, P.G. Balduk, I.A. Tvardovsky</i> .....                                                          | 791 |
| <b>Determination of Mobile Branches Shredders Rational Operation Modes</b><br><i>Victor Sarana</i> .....                                                                                                                   | 803 |
| <b>Research on the Effect of the Use of Cycoria in the Beverage</b><br><i>Valentina Koshova, Roman Mukoid, Alina Kobernitska</i> .....                                                                                     | 812 |

## ***Research on the Effect of the Use of Cyclopedia in the Beverage***

***Koshova Valentina,***

*Professor, Ph.D. National University of Food Technologies, Kyiv,*

***Mukoid Roman,***

*Ph.D., National University of Food Technologies, Kyiv,*

***Kobernitska Alina,***

*Graduate Student, National University of Food Technologies, Kyiv*

**Abstract:** Today, the tendency to reduce the volume of beer production in Ukraine is associated with an increase in the cost price and a decrease in the purchasing power of the population. Therefore, manufacturers are trying to reduce the cost of beer by using non-traditional raw materials.

In this article, the feasibility of using powdered chicory as an unconventional raw material for beer is substantiated and experimentally confirmed.

Presence of fried chicory of colored, aromatic substances (melanodynes and caramels) allows partial replacement of dark and caramel malt, which is used for the preparation of dark and dark beers. This will allow to reduce the cost price of the finished product, without losing the physical and chemical indicators, as well as the drink will receive new organoleptic features, which will definitely become attractive to the demanding consumer.

In the course of experimental studies it was found that it is better to use powdered chicory in the amount of 3% and to set it in the process of boiling wort with hops. Also, the determination of physical and chemical parameters of beer wort using chicory was made and a pilot batch of dark beer was made.

On the basis of theoretical and experimental data it is established that the use of chicory powder in the preparation of beer will reduce the cost of its production due to the economy of colored malts. This will allow you to get a product with a specific taste and aroma and expand the market segment of beer. Will enable to increase its biological value.

Adding chicory to the production of dark beer takes place in the current trend of healthy eating. The resulting beer acquires functional properties without changing

its qualitative characteristics. Beer on the use of chicory can be used in kraft brewing on mini-breweries.

**Keywords:** powdered chicory, caramel malt, beer wort, glycoside intibine, boiling, main fermentation.

## ***Дослідження впливу використання порошкоподібного цикорію в пивоварінні***

***Кошова Валентина Миколаївна,***

*професор, к.т.н. Національний університет харчових технологій, м. Київ,*

***Мукоїд Роман Миколайович,***

*доцент, к.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ,*

***Коберніцька Аліна Олександрівна,***

*аспірант, Національний університет харчових технологій, м. Київ*

**Анотація:** Сьогодні тенденція зменшення обсягу випуску пива в Україні пов'язана з підвищенням собівартості та зменшенням купівельної спроможності населення. Тому виробники, намагаються знизити собівартість пива шляхом використання нетрадиційної сировини.

В даній статті теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність використання порошкоподібного цикорію в якості нетрадиційної сировини для приготування пива.

Наявність в обсмаженому цикорію барвних, ароматичних речовин (меланоїдинів і карамелей) дозволяє частково замінити темний і карамельний солод, який використовується для приготування напівтемних і темних сортів пива. Це дасть змогу знизити собівартість готового продукту, не втрачаючи при цьому фізико-хімічних показників, а також напій отримає нові органолептичні особливості, які безумовно стануть привабливими для вимогливого споживача.

В ході експериментальних досліджень було встановлено, що краще використовувати порошкоподібний цикорій у кількості 3 % і задавати його в процесі кип'ятіння сусла з хмелем. Також було проведено визначення фізико-хімічних показників пивного сусла з використанням цикорію та виготовлено дослідну партію темного пива.

На основі теоретичних і експериментальних даних встановлено, що використання цикорію порошкоподібного при приготуванні пива дозволить зменшити собівартість його виробництва за рахунок економії барвних солодів. Це дасть змогу отримати продукт із специфічними смаком і ароматом та розширити ринковий сегмент пива. Дасть можливість підвищити його біологічну цінність.

Додавання цикорію при виробництві темного пива має місце в сучасній тенденції здорового харчування. Отримане пиво набуває функціональних властивостей, не змінюючи своїх якісних характеристик. Пиво з використання цикорію, може використовуватися в крафтовому пивоварінні на мініпивоварнях.

**Ключові слова:** порошкоподібний цикорій, карамельний солод, пивне сусло, глікозид інтибін, кип'ятіння, головне бродіння.

### Вступ

Останнім часом в Україні зменшився обсяг випуску пива за рахунок підвищення собівартості та зменшення купівельної спроможності населення. Тому виробники, намагаються знизити собівартість пива шляхом використання нетрадиційної сировини [1].

Сучасний асортимент пива з використанням нетрадиційної сировини можна поділити на чотири сегменти:

1. Пиво з використанням плодово-ягідної сировини. Цей сегмент займає найбільшу частку. В Україні ці напої представлені:

– бірміксами торгової марки «Оболонь», а саме Exotic beermix. В основу таких напоїв входять ароматизатори малини, вишні, апельсину, грейпфрута, лимона які ідентичні натуральним;

– пиво торгової марки «Чернігівське» («Лимон-лайм» та «Лайм-м'ята »), які містять у своєму складі натуральні ароматизатори.

2. Пиво з використанням овочевої сировини. В Японії tomato biber – з використанням томатів, у США – cave creek chili beer з перцем чілі. Значну частку на світовому ринку займає пиво з використанням екстрактів гарбуза – Pumpkin Ale.

3. Пиво на основі молочних продуктів. В Україні асортимент такого пива відсутній. В Японії випускають пиво Bilk, яке на 30 % складається з молока. У Франції – Lactiwel, яке на 75 % складається з молока і кефірної закваски, містить 2 % спирту.

4. Пиво з використанням спецій. В Японії пиво представлено такими видами – Wasabi dry зі спеціями васабі, коріандр, гвоздика, імбир, гірчиця тощо. В Україні пиво з різноманітними спеціями випускають, в основному, мініпивоварні при виробництві крафтового пива [2, 3].

Завдяки технічному переоснащенню підприємств стало можливим удосконалення технології пивоваріння на базі сучасних досягнень науки і техніки.

На сьогодні актуальною є проблема створення продуктів і напоїв функціонального призначення, в тому числі і у пивоварній промисловості. Здорові тенденції у виробництві напоїв полягають у малій кількості цукру та калорій, а також значному вмісту натуральних інгредієнтів з високою біологічною активністю [1, 4].

Окремі види пива можна розглядати як функціональний продукт. У пиві наявні природні антиоксиданти, фолієва кислота, органічні кислоти, бетаїн, фенольні сполуки. Пиво, на відміну від інших алкогольних напоїв, характеризується високим вмістом калію ( $500\text{--}600\text{ мг/дм}^3$ ) та відносно низьким вмістом натрію ( $30\text{--}32\text{ мг/дм}^3$ ). Харчова цінність пива залежить від його екстрактивності і хімічного складу. Найвагомішу частину у хімічному складі пива займає вода – 91–93 %, вуглеводи – 1,5–4,5 %, етиловий спирт – 3,5–4,5 %, азотовмісні речовини – 0,2–0,65 % [8, 9].

Фізіологічна цінність пива для людини досить значна, оскільки при помірному споживанні пиво краще інших напоїв втамовує спрагу, тобто:

- забезпечує потребу організму в рідині;
- збуджує апетит та стимулює травлення, за рахунок гірких речовин хмелю і цикорію;
- створює заспокійливу і снотворну дію;
- в пиві містяться цінні вітаміни групи В ( $B_1$  і  $B_2$ ), багато вітаміну РР (нікотинової кислоти) [5, 10–12].

На сьогодні економічна ситуація на ринку напоїв інтенсивно змінюється, що може привести до збільшення зацікавленості виробників і споживачів щодо нових сортів пива, виготовлених з нетрадиційної сировини. Таке пиво має свої переваги:

- функціональну направлену дію;
- покращені органолептичні і фізико-хімічні показники;
- більш тривалий термін зберігання.

У значної частини населення більшості країн виявляється все більший інтерес до вживання напоїв зі зниженою концентрацією спирту та цукру. Відзначено збільшення розроблення і виробництва відомих марок слабоалкогольних напоїв на основі пива.

Зважаючи на все вище описане, актуальним слід вважати дослідження, спрямовані на подальше удосконалення та розвиток технології пивоваріння, а саме його виробництво з використанням нетрадиційної сировини.

### **Аналіз літературних даних та постановка проблеми**

До нетрадиційної рослинної сировини відноситься цикорій звичайний – *Sichoriumintybus* L. Відомі дев'ять видів цикорію, які поширені в Європі і Північній Африці. На території України найбільш розповсюдженим є цикорій звичайний або кореневий. Культивується він, як дієтична і лікарська рослина. В харчовій промисловості, в основному, використовується корінь цикорію, до складу якого входить гірка речовина інтибін (до 0,2 %), левульоза, фруктоза, пентонази, інулін (11 %) і холін [13]. Обсмажені і розмелені корені цикорію використовуються, як заміник кави. При обсмажуванні інулін частково карамелізується і має кавове забарвлення і своєрідний аромат.

Використання цикорію у технології пива обумовлене можливістю підвищення біологічної цінності і покращення органолептичних показників готової продукції. Він може бути використаний у технології світлого пива з частковою заміною солоду на несолоджені зернопродукти на стадії приготування сусла.

Для виробництва спеціального низькокалорійного пива може бути використаний цикорію і овес, як замітники барвних солодів. Відомо, що за рахунок часткової заміни ячмінного солоду на овес з використанням цикорію і ферментів, відбувається зниження вмісту вуглеводів. При приготуванні такого пива використовують як несолоджену сировину 10 % вівса, а також 1 % екстракту цикорію та 5 % ферментних препаратів від загальної маси зернопродуктів для затирання [12, 14].

В основі виробництва дієтичного пива є отримання сусла з найбільшим вмістом зброджуваних речовин. Для того, щоб кількість залишкових після бродіння цукрів була якомога меншою, використовують ферментні препарати. Таке пиво готують з використанням у якості додаткової нетрадиційної сировини лікарські рослини.

Полісахарид інулін, який володіє корисними властивостями і складає значну частину вуглеводів цикорію, добре ферментується кишковою мікрофлорою, зокрема біфідобактеріями. Для приготування пива використовують порошкоподібний цикорій, технологія приготування якого забезпечує збереження активності найбільш цінних компонентів, а також відмінні смакоароматичні властивості [12, 15, 16].

Приготування суслу для темного пива з використанням цикорію має на меті зменшення собівартості пива і підвищення його біологічної цінності. За проаналізованими літературними джерелами, існує декілька способів приготування темного пива з цикорієм.

*Перший спосіб.* Світлий пивоварний солод подрібнюють і змішують з водою, нагрітою до температури 47 °С, при гідромодулі 1:5. При цій температурі витримують 20 хвилин в заторному апараті при постійному перемішуванні для гідролізу білків (білкова пауза). Потім затір нагрівають до температури 63 °С з інтенсивністю нагрівання 1°С за хвилину і витримують 30 хвилин для ферментативного гідролізу крохмалю. Після цього температуру затору підвищують до 70°С і витримують до повного оцукрення крохмалю. Масу оцукреного затору доводять до початкової.

Затір нагрівають до температури 75°С і фільтрують через шар дробини додаючи подрібнений, обсмажений цикорій в кількості 3–8 % від маси використаної сировини [13–16, 19].

Перед фільтруванням у фільтраційний апарат попередньо або одночасно з затором вносять подрібнений обсмажений цикорій. Температура фільтрування затору 75°С співпадає з оптимальною температурою екстрагування обсмаженого цикорію, яке триває 40–60 хвилин. Тривалість фільтрування затору триває 3,5–4,0 години, у цих умовах забезпечується максимально можливе екстрагування розчинних речовин цикорію. На першій стадії компоненти цикорію екстрагуються першим суслим, а на другій стадії – промивною водою. Перше сусло фільтрують 90 хвилин. Потім 120 хвилин екстрагують дробину водою (при цьому підтримують температуру 75°С) до отримання сусла концентрацією 13 % сухих речовин, яка відповідає концентрації сусла для темних сортів пива. Потім сусло кип'ятять на протязі 2 годин з хмелем. Кількість внесеного хмелю становить 20 г/дал. Охмелене сусло охолоджують і фільтрують [13, 15].

Для отримання сусла збагаченого біологічно активними компонентами цикорію (інулін, фруктоза, глікозид інтибін, пектинові речовини) оптимальна кількість внесення обсмаженого цикорію складає 3–8 % від маси використовуваної сировини. Ароматичні речовини які містить цикорій надають пиву хлібного аромату. Доведено, що барвні речовини обсмаженого цикорію лежать в одній області спектру з барвними речовинами карамельного солоду [6, 12].

Крім того присутня слабка гірчинка за рахунок вмісту глікозиду інтибіну, яка надає пиву специфічну гіркоту цикорію. Також, консерванти, які містяться в цикорію дозволяють підвищити стійкість пива при зберіганні до трьох місяців без пастеризації. Даний спосіб дозволяє знизити собівартість і підвищити біологічну цінність пива [7, 8, 17].

Недоліком даного способу приготування сусла для темного пива є часткова втрата ароматичних речовин обсмаженого цикорію. При кип'ятінні сусла з хмелем, відбувається розпад глікозиду інтибіну і частковий гідроліз полісахариду інуліну. Тому, розроблений ще один спосіб приготування сусла для темного пива з використанням цикорію [6].

*Другий спосіб.* Подрібнений цикорій змішують з водою в окремому апараті при 20 – 25 °С і екстрагують при постійному перемішуванні протягом 30 хвилин. Співвідношення цикорію і води складає 1:5,5 – 1:6,0. Такий гідромодуль встановлений виходячи із концентрації 13 % сухих речовин у суслі для темного пива і при екстрактивності обсмаженого цикорію 75–80 %. При таких умовах концентрація сухих речовин у екстракті цикорію і в охмеленому пивному суслі із ячмінного солоду є однаковою.

Кількість внесеного хмелю у даному способі має становити 16–18 г/дал. Доведено, що оптимальна температура екстрагування цикорію становить 35–40 °С, тривалість процесу 30–40 хвилин. При таких параметрах зберігається інулін. Його вміст у суслі складає 0,15–0,16 %, а у попередньому способі вміст інуліну – 0,08–0,11 %.

При використанні цикорію для приготування напівтемних і темних сортів пива, його можна отримати з відмінними органолептичними показниками: смак – солодовий з незначною гірчинкою, аромат – хмелевий з відтінком хлібної шкоропки. Однак запропоновані способи підлягають інтенсифікації, тому на думку авторів, було доцільно розглянути використання порошкоподібного цикорію і пі-

дібрати його оптимальну кількість, для заміни барвних солодів при виготовленні напівтемного і темного пива.

### **Мета та задачі дослідження**

Проведенні дослідження ставили за мету визначення використання порошкоподібного цикорію, як замітника барвних солодів.

Для досягнення поставлено мети були поставлені наступні задачі:

- визначити оптимальну дозу внесення цикорію;
- проаналізувати якісні показники пивного сусла;
- визначити органолептичні показники пива з цикорієм і порівняти їх з контрольним зразком (95 % ячмінного світлого солоду (ЯСС) і 5 % карамельного солоду (КС)).

### **Результати досліджень**

Під час виробництва пива, як нетрадиційну сировину використовували обсмажений порошкоподібний цикорій.

Для приготування темного 11,0 % пива використовували світлий ячмінний солод (виробник «Malteuror», Україна, м. Чернігів) і карамельний ячмінний солод (виробник ТОВ «Компанія «Бел-Гер», Україна, м. Харків), підготовлену питну воду, гранульований хміль сорту «Традиціон», дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, раса RH.

Дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, раса RH – дріжджі низового бродіння. Клітини овальні або округлі, 7,8–9,6 мкм; розташовуються поодинокі, парами або короткими ланцюжками, сильнозброджуючі, кінцевий ступінь зброджування яких 80–85 %. Добре освітлюють пиво, середньостійкі до інфекцій, температура головного бродіння 10–12°C.

Для охмелення пивного сусла використовували гранульований гіркий хміль з масовою часткою  $\alpha$ -кислоти 5,2 %, на повітряно-суху речовину (ПСР). Хміль за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідає ДСТУ 7028:2009 [20].

Для затирання використовували технологічну воду з відділення водопідготовки ПрАТ «Оболонь» (Україна, м. Київ).

Для проведення досліджень готували затір для пивного сусла настійним способом при гідромодулі 1:4 з витримкою всіх ферментативних пауз [1, 9]. Піс-

ля фільтрування затору, проводили охмелення пивного сусла гранульованим гірким хмелем, як було вказано вище. Порошкоподібний цикорій задавали в пивне сусло за 10 хвилин до кінця кип'ятіння, відсоткове співвідношення наведено в таблиці 1.

За контроль було обрано технологію приготування пивного сусла виготовленого з 95 % ячмінного світлого солоду (ЯСС) і 5 % карамельного солоду (КС). Пивне сусло готували концентрацією 11 % сухих речовин (СР).

**Таблиця 1. Відсоткове співвідношення складових дослідних зразків пива з карамельним солодом і цикорієм порошкоподібним**

| Зразок   | Співвідношення          |
|----------|-------------------------|
| Контроль | 95 % ЯСС+5 % КС         |
| 1        | 95 % ЯСС+2% КС+3% ЦИК   |
| 2        | 93% ЯСС і 2% КС+5% ЦИК  |
| 3        | 91 % ЯСС і 2% КС+7% ЦИК |

У всіх зразках після кип'ятіння і внесення цикорію зростала екстрактивність. Якщо до кип'ятіння у всіх зразках масова концентрація сухих речовин була 11,0 %, то після кип'ятіння у зразку 1 – 16,0 %, зразку 2 – 17,0 %, зразку 3 – 18,0 %.

Також після додавання цикорію колір сусла збільшувався. Внесення цикорію вплинуло на тривалість фільтрування сусла після охмелення, зразок з вмістом цикорію 7 % найдовше фільтрувався – 50 хвилин, а з вмістом цикорію 3 % - 20 хвилин.

Після кип'ятіння сусла з хмелем і внесення цикорію було проведено визначення фізико – хімічних показників охмеленого сусла з цикорієм, результати представлені в табл. 2.

**Таблиця 2. Фізико-хімічні показники зразків охмеленого пивного сусла з карамельним солодом і цикорієм порошкоподібним**

| Показник                                                                                                 | Контроль<br>(95 % ЯСС<br>і 5 % КС) | Зразки охмеленого сусла із цикорієм<br>порошкоподібним, % |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|---------|
|                                                                                                          |                                    | 1 (3 %)                                                   | 2 (5 %) | 3 (7 %) |
| Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %                                                       | 11,0                               | 11,0                                                      | 11,0    | 11,0    |
| Колір, см <sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> води   | 4,4                                | 4,6                                                       | 5,2     | 5,8     |
| Кислотність, см <sup>3</sup> р-ну NaOH концентрацією 1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла | 2,2                                | 2,3                                                       | 2,6     | 2,7     |
| Вміст редукуючих речовин, г на 100 см <sup>3</sup> сусла                                                 | 6,8                                | 6,5                                                       | 6,3     | 6,0     |
| Амінний азот, мг на 100 см <sup>3</sup> сусла                                                            | 195                                | 185                                                       | 180     | 176     |
| Вміст гірких речовин у суслі, од. ЄВС *                                                                  | 26                                 | 27                                                        | 28,5    | 29,5    |
| Кінцевий ступінь зброджування, %                                                                         | 81                                 | 80,5                                                      | 80      | 79,5    |

\* Європейська пивоварна конвенція

Аналізуючи отримані дані з табл. 2 видно, що всі дослідні зразки мають більшу кислотність, колір, вміст гірких речовин у порівнянні з контролем.

З внесенням цикорію у зразок 1 вміст редукуючих речовин становив 6,5г на 100 см<sup>3</sup> сусла, у інших зразках вміст редукуючих речовин зменшується, що пояснюється збільшенням кількості полісахариду інуліну. Зразок 1 має більший

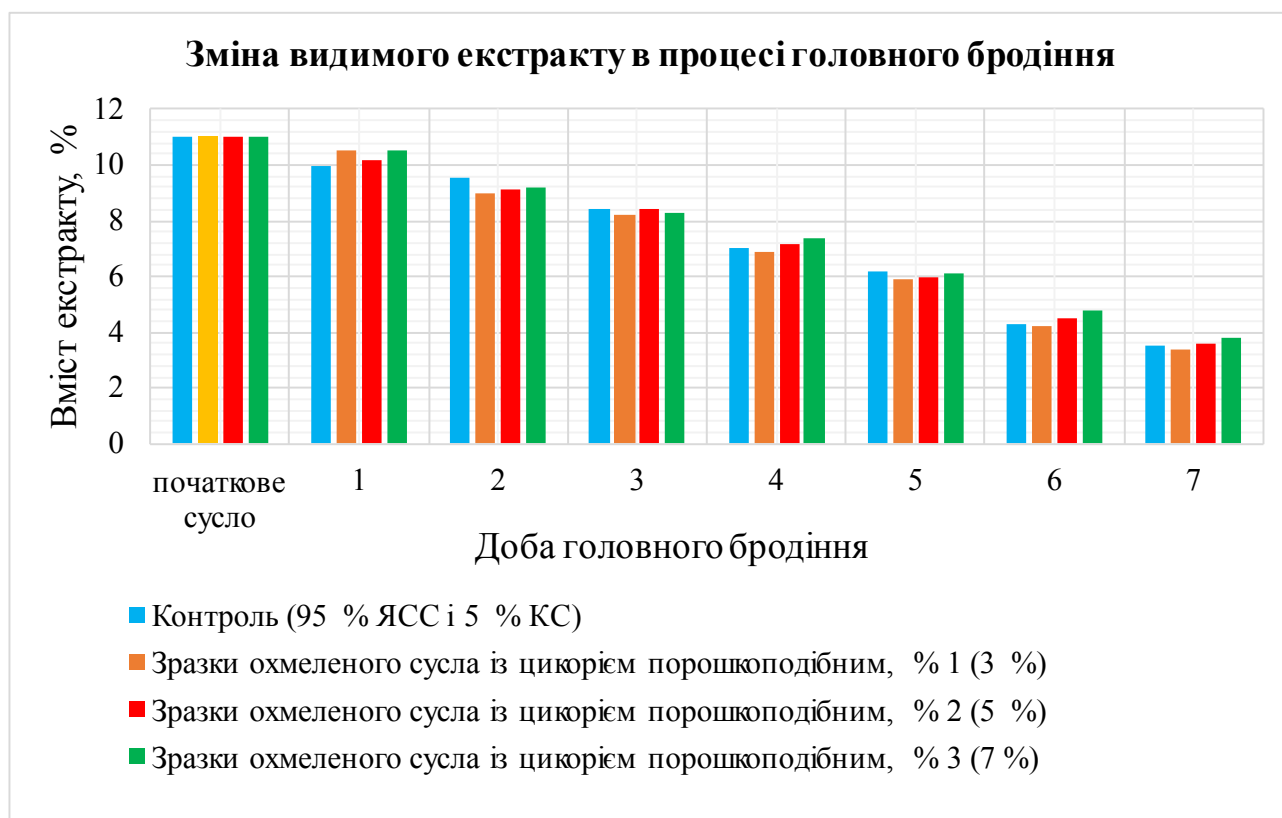
вміст амінного азоту 185 мг на 100 см<sup>3</sup> сусла, а в зразку 3 – 176 мг на 100 см<sup>3</sup> сусла.

Вміст амінного азоту у всіх дослідних зразках є менший, ніж у контрольному зразку. Це можна пояснити тим, що в цикорію незначна кількість білкових речовин, порівняно з ячмінним солодом [25–27].

Зменшення цукрів і амінного азоту можна пояснити ще і тим, що вони є основними компонентами для утворення меланоїдинів. Збільшення кислотності пояснюється тим що меланоїдини мають кислий характер та гіркий на смак.

В дослідні зразки і контроль після охмелення і охолодження сусла до 10 °С задавали дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, раси RH процес головного бродіння проводили 7 діб, зразки витримували в холодильнику при температурі 7 – 8 °С.

Під час головного бродіння спостерігали за зміною видимого екстракту динаміка його зображена на рис.1.



**Рис. 1. Графік зміни видимого екстракту під час головного бродіння пивного сусла з цикорієм порошкоподібним**

За результатами рис. 1 видно, що зразок пива з вмістом цикорію 3 % краще і швидше зброджувався. У порівнянні з контролем на п'яту добу головного бродіння вміст видимого екстракту становив 5,9 %, а в контролі – 6,2 %. На сьому добу вміст екстракту у контролі становив 3,5 %, а у дослідних зразках 1 – 3,2 %, 2 – 3,6 %, 3 – 3,8 %.

Із збільшенням вмісту цикорію швидкість зброджування знижувалася, що пояснюється тим, що із внесенням цикорію у суслі зменшувався вміст зброджуваних редукуючих речовин дріжджами. А також, у суслі містився інουλін, який не зброджується дріжджами і це впливало на швидкість його зброджування.

Закінчення процесу головного бродіння з молодого пива декантували осад дріжджів і поставили на доброджування при 2–4°C, протягом 10 діб. Після закінчення процесу доброджування пива з цикорієм була проведена дегустаційна оцінка дослідних зразків з визначенням органолептичних показників відповідно до ДСТУ 3888:2015 [28]. Результати наведені в табл. 3.

**Таблиця 3. Органолептичні показники дослідних зразків пива з карамельним солодом і цикорієм порошкоподібним**

| Показник пива                | Колір           | Аромат                       | Смак                   | Піна                            | Гірк. од. EBC | Бальна оцінка |
|------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|
| Контроль ( 95 % ЯСС+ 5% КС ) | коричневий      | Чистий хмелевий              | Чистий, карамельний    | Компактна                       | 26            | 23            |
| Зразок 1 ( 3 % )             | коричневий      | Чистий хмелевий              | Чистий, гармонійний    | густа, компактна, мілкозерниста | 26,5          | 24            |
| Зразок 2 ( 5 % )             | темнокоричневий | Чистий, слабкий хмелевий     | Чистий, гіркий         | компактна, дрібнозерниста       | 28,0          | 21            |
| Зразок 3 ( 7 % )             | темнокоричневий | Чистий з трав'яним відтінком | Чистий, не гармонійний | компактна, дрібнозерниста       | 29,5          | 20            |

За результатами дегустаційної оцінки зразок пива з вмістом цикорію 3 % мав найкращий смак і аромат. У цьому ж зразку була присутня відчутна приємна гіркота цикорію. У зразках пива 2 і 3 була надмірна і неприємна гіркота цикорію.

Усі дослідні зразки мали добре насичення CO<sub>2</sub>, густу, компактну, дрібно-зернисту піну. Також, було проведено визначення фізико-хімічних показників дослідних зразків, результати яких представлені в табл. 4.

**Таблиця 4. Фізико-хімічні показники готового пива з карамельним солодом і порошкоподібним цикорієм**

| Показник                                                                                                     | Контроль<br>(95 % ЯСС<br>+5 % КС) | Зразки пива із цикорієм<br>порошкоподібним, % |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|---------|---------|
|                                                                                                              |                                   | 1 (3 %)                                       | 2 (5 %) | 3 (7 %) |
| Вміст:                                                                                                       | 3,1                               | 3,0                                           | 3,5     | 3,4     |
| – видимого екстракту, %                                                                                      | 4,3                               | 4,1                                           | 4,5     | 4,4     |
| – дійсного екстракту, %                                                                                      | 6,0                               | 5,5                                           | 5,8     | 5,4     |
| – спирту, % об.                                                                                              |                                   |                                               |         |         |
| Ступінь зброджування:                                                                                        | 71,8                              | 72,7                                          | 68,1    | 68,1    |
| – видима, СВ %                                                                                               |                                   |                                               |         |         |
| – дійсна, СД %                                                                                               | 60,9                              | 62,7                                          | 59      | 59      |
| Кислотність, см <sup>3</sup> р-ну<br>NaOH концентрацією<br>1моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> пива | 2,8                               | 2,6                                           | 2,7     | 2,9     |
| Колір, см <sup>3</sup> розчину йоду<br>концентрацією 0,1<br>моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> води | 4,2                               | 4,4                                           | 5,0     | 5,5     |
| Величина гіркоти, од.ЄВС *                                                                                   | 20                                | 21,1                                          | 22,2    | 23,1    |

\* Європейська пивоварна конвенція

З табл. 4 видно, що зразок пива 1 мав більший вміст спирту у порівнянні з контролем на 0,2 %. Також ступінь зброджування даного зразка пива 1 є кращою у порівнянні з контролем та іншими зразками:

- видима ступінь зброджування становила 72,7 %;
- дійсна ступінь зброджування – 62,7 %.

За результатами фізико-хімічних показників видно, що із збільшенням концентрації цикорію збільшується колір готового пива, титрована кислотність, величина гіркоти пива, а також зменшується видима і дійсна ступінь зброджування.

Кислотність зразка 3 є більшою у порівнянні з контролем: зразок 1–2,6 см<sup>3</sup> р-ну NaOH концентрацією 1моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> пива, контроль – 2,8 см<sup>3</sup> р-ну NaOH концентрацією 1моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> пива, що пояснюється збільшенням кількості меланоїдинів що мають кислий характер.

Величина гіркоти пива з цикорієм була більшою у порівнянні з контролем. Найбільшою є величина гіркоти у зразку 3, яка становила 23,1 од. ЄВС, у порівнянні з контролем – 20 од. ЄВС.

Кольоровість пива з вмістом цикорію 7 % була найбільшою і становила 5,5 см<sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> води, за рахунок підвищення кількості меланоїдинів.

Аналізуючи отримані дослідні дані бачимо, що кращим виявився зразок пива із вмістом порошкоподібного цикорію 3 %, що підтвердилось дегустаційною оцінкою (табл. 4).

### **Обговорення результатів дослідження використання цикорію, як заміника карамельного солоду для виготовлення пива**

Було встановлено, що заміна карамельного солоду на порошкоподібний цикорій в кількості 3 %, покращує смак та аромат готового пива, не впливаючи на якість продукту.

Збільшення кількості цикорію впливає на інтенсивність кольору готового пива за рахунок барвних речовин (меланоїдинів і карамелей). Недоліком цього дослідження є те, що із збільшенням кількості цикорію, зменшується ступінь зброджування. Це можна пояснити тим, що підвищена кількість барвних речовин зменшує активність пивних дріжджів [29].

Дані дослідження є продовженням раніше проведених досліджень [20], але і дані дослідження не є кінцевими. В майбутньому планується продовжувати дослідження за даною тематикою.

Порівнюючи контрольний зразок з дослідним (зразком № 1) були отримані кращі результати. Додавання цикорію при виробництві темного пива має місце в сучасній тенденції здорового харчування. Отримане пиво набуває функціональ-

них властивостей, не змінюючи своїх якісних характеристик. Пиво з використання цикорію, може використовуватися в крафтовому пивоварінні на мініпивоварнях, так як це дасть можливість розширити асортимент готової продукції.

### **Висновки**

1. Встановлено, що для приготування темних сортів пива краще використовувати 2 % карамельного солоду і 3 % порошкоподібного цикорію.

2. Використання порошкоподібного цикорію дозволяє отримати пиво із специфічними смаком і ароматом і надасть можливість підвищити біологічну цінність напою. Пиво отримало позитивні відгуки на дегустації.

3. Використання цикорію призведе до економії темного і карамельних солодів. При розрахованні собівартості пива з використанням карамельного солоду і цикорію встановлено, що собівартість пива з цикорію на 1, 5 % менша.

### **Список літератури:**

1. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ, 2004. 426 с.
2. Гренет М. В. Состояние и перспектива производства специальных сортов пива // Пиво и напитки. 2009. № 2. С. 8-10.
3. Рисухина И.Л., Гренет М.В. Состояние и перспектива производства специальных сортов пива // Пиво и напитки. 2009. № 2. С.8 – 11.
4. Домарецький В. А., Мельник І.В. Стан і перспективи розвитку пивоварної промисловості України // Харч. наука і технологія. 2010. № 3. С. 7-9.
5. Кошова В.М., Мамон О.О., Удосконалення технології темного пива з використанням цикорію // Сборник научных статей «Техника и технологии. Актуальные научные проблемы. Рассмотрение, решение, практика». 2016. Польша, Гданск. С. 38-43.
6. Косминский Г.И., Царева Н.Г. Пиво на основе экстракта цикория // Пиво и напитки. 2007. № 5. С.15–16.
7. Киселев И.В., Беспалова О.В. Инновационная технология низкокалорийного светлого пива с использованием овса и цикория // Пиво и напитки. 2011. № 6. С. 28 – 29.
8. Моргунова Е.М., Косминский Г.И., Назарова Ю.С. Технология темного пива // Пиво и напитки. 2009. № 2. С. 23 – 27.
9. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения: пер. з нем. СПб., 2007. 640 с.

10. Новое в пивоварении перев. с англ. И.С.Горожанкина/ упоряд. Бэмфорт Ч., Е.С.Боровикова. СПб., 2007. 520 с.
11. Косминский Г.И., Козлова Е.А. Разработка технологии новых сортов пива на основе пряно-ароматического сырья // Пищевая промышленность: наука и технологи. 2011. № 4(14). С. 11-15.
12. Косминский Г.И., Царева Н.Г., Чарапаева О.Ч. Разработка технологии оригинального пива // Пиво и напитки. 2011. № 2. С.24 – 27.
13. Киселев И.В. Влияние цикория на физико–химические показатели сусла при разработке технологии новых сортов пива // Пиво и напитки. 2011. № 4. С.10–11.
14. Фараджеева Е.Д, Чусова А.Е., Алексеева Н.И. Разработка напитка типа пива с использованием нетрадиционного сырья // Пиво и напитки. 2011. № 6. С. 4 – 7.
15. Хонокова М.Б., Гетажеева А.У. Технология специального пива // Пиво и напитки. 2010. № 4. С. 22 – 23.
16. Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. СПб., 2003. 304 с.
17. Спосіб приготування сусла для темного пива: пат. 114994 Україна. № 201607348 ; заявл. 10.03.2017. опубл. 28.08.2017, Бюл. №16. 7с.
18. FINDLAY, W.P. (1991) *Modern Brewing Technology*. Macmilla / Publishers, p.60-82.
19. Ермолаева Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия. СПб., 2004. 536 с.
20. ДСТУ 7067:2009. Хміль. Технічні умови. Київ, 2009. 31 с. – (Національний стандарт України).
21. Мелетьєв А.Є., Домарецький В.А., Тодосійчук С.Р. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. Київ, 2007. 256 с.
22. Мелетьєв, А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. Вінниця, 2007. 392 с.
23. ДСТУ 4282:2004. Солод. Загальні технічні умови. Київ, 2007. 7с. (Національний стандарт України).

24. ДСТУ 4753:2007. Цикорій коренеплідний. Коренеплоди для промислового переробляння. Технічні умови. Київ, 2007. 25 с. (Національний стандарт України).
25. AERTGEERTS, B., BUNTIN, F., ANSOMS, S., FEVERY, J. (2002) QUESTIONNAIRES are better than laboratory tests to screen for current alcohol abuse or dependence in a male inpatient population. *Acta Clinica Belgica*, 57 (5), 241-249.
26. ANDREWS, J.M. (1992) H.Proc 22nd Conv. Inst, of Brewing (Australia and New Zealand). *Melbourne*, p. 65.
27. ARAKI, S. (2001) A new parameter for determination of the extent of staling in beer. *Am. Soc. Brew. Chem.* 60 (1), p. 26-30.
28. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. Київ, 2015. 42с. (Національний стандарт України).
29. Hardvick, W.A. Handbook of Brewing (1994) *Food Science and Tehnology*, vol.64.

#### References:

1. Domarecki, V.(2004) Technology of malt and beer: under the handle. Kiev, 426.
2. Grenet, M. (2009) The state and prospect of the production of special beers. *Beer and drinks*, 2, 8-10.
3. Rysukhina, I., Gernet, M. (2009) Condition and prospect of production of special beer types *Beer and drinks*, 2, 8-11.
4. Domarecki, V., Melnyk, I. (2010) The state and prospects of the brewing industry in Ukraine *Food science and technology*, 3, 7-9.
5. Koshova,V., Mamon, O. (2016) Improving the technology of dark beer using chicory The collection of scientific articles "Technique and technology. Actual scientific problems. Consideration, decision, practice." Gdansk, 38-43.
6. Kosminsky, G., Tsareva, N. (2007) Beer based on Chicory Extract *Beer and Drinks*. 5, 15-16.
7. Kiselev, I., Bepalova, O. (2011) Innovative technology of low calorie light beer using oats and chicory *Beer and drinks*. 6, 28 - 29.
8. Morgunova, E., Kosminsky, G., Nazarova, Y. (2009) Technology of dark beer *Beer and drinks*. 2, 23 - 27.
9. Narcissus, L. (2007) Brief course of brewing: per. with him St. Petersburg. 640.

10. Bamforth, C. (2007) New in Brewing Trans. from english I.S.Gorozhankina St. Petersburg. 520.
11. Kosminskii, G., Kozlova, E. (2011) Development of technology of new beer varieties based on spice-aromatic raw materials Food industry: science and technology. 4 (14), 11-15.
12. Kosminskii, G., Tsareva, N., Charapaeva, O.(2011) Development of the technology of the original beer Beer and drinks. 2, 24 - 27.
13. Kiselev, I. (2011) Influence of chicory on the physical and chemical parameters of wort in the development of technology of new beer types Beer and beverages. 4, 10-11.
14. Faradhaeva, E., Chusova,A., Alekseeva, N. (2011) Development of beer type beer using non-traditional raw materials Beer and drinks. 6, 4 - 7.
15. Khonkova,M., Hetazheev, A.(2010) Special Beer Technology Beer and Drinks. 4, 22 - 23.
16. Meledina, T. (2003) Raw materials and auxiliary materials in brewing. St. Petersburg, 304.
17. Method of preparation of wort for dark beer: pat. 114994 Ukraine. No. 201607348; stated. March 10, 2017 has published 08/28/2017, Byul. No. 16 7s.
18. FINDLAY, W.P. (1991) Modern Brewing Technology. Macmilla / Publishers, p. 60-82.
19. Ermolaeva, G. (2004) A reference book of the laboratory worker of the brewery enterprise. St. Petersburg, 536.
20. DSTU 7067: 2009. Hop. Specifications. Kyiv, 2009. 31 p. - (National Standard of Ukraine).
21. Meletyev, A., Domaretskii, V., Todysihchuk, S. (2007) Technology of malt, beer and soft drinks in tasks and examples: curriculum. manual Kyiv, 256.
22. Meletyev, A., Todosiychuk, S., Koshova, V. (2007) Techno-chemical control of malt, beer and soft drinks production: under the handle. Vinnytsya, 392.
23. DSTU 4282:2004. Malt. General specifications. Kyiv, 2007. 7 c. (National Standard of Ukraine).
24. DSTU 4753:2007. Chicory root. Root for industrial processing. Specifications. Kyiv, 2007. 25 p. (National Standard of Ukraine).
25. AERTGEERTS, B., BUNTIN, F., ANSOMS, S., FEVERY, J. (2002) QUESTIONNAIRES are better than laboratory tests to screen for current alcohol

- abuse or dependence in a male stationary population. *Acta Clinica Belgica*, 57 (5), 241-249.
26. ANDREWS, J.M. (1992) H.Proc 22nd Conv. Inst, of Brewing (Australia and New Zealand). Melbourne, 65.
27. ARAKI, S. (2001) A new parameter for determining the extent of staling in beer. *Am Soc Brew Chem* 60 (1), 26-30.
28. DSTU 3888:2015. Beer. General specifications. Kyiv, 2015. 42s. (National Standard of Ukraine).
29. Hardvick, W.A. Handbook of Brewing (1994) Food Science and Technology, vol.64.