

УДК 663.8

doi: 10.20998/2413-4295.2023.04.10

ЗБРОДЖУВАННЯ КВАСНОГО СУСЛА ПРОМИСЛОВИМИ ШТАМАМИ МІКРООРГАНІЗМІВ

О. М. ОРОБЧУК*, О. Б. ФЕДОТОВА, З. П. БОГОСЛАВЕЦЬ, С. Р. МЕЛЬНИК, Б. О. ДЗІНЯК

кафедра технології органічних продуктів, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, УКРАЇНА
*e-mail: oksana.m.orobchuk@lpnu.ua

АНОТАЦІЯ Досліджено закономірності збродження квасного суслу з використанням дріжджів пивоварної промисловості та готових заквасок молочнокислих бактерій. Сировиною для одержання квасу є концентрат квасного суслу, цукровий сироп, а для купажування готового квасу використовували екстракт шипшини. Вміст сухих речовин в початковому суслі – 3,2 % мас., рН = 5,8. Для збродження суслу використано сухі дріжджі Safale HA-18 з оптимальною температурою бродіння 25–35°C та комплекси молочнокислих бактерій у вигляді заквасок «Кефір», «Йогурт», «Симбіотик», «Біфівіт» різного мікробіологічного складу. Досліджено зміну концентрації вмісту сухих речовин та кислотності в досліджуваних умовах збродження квасного суслу. Показано, що за температури 30°C та відсоткового вмісту дріжджів і МКБ в заквасці 50 % мас. і 50 % мас. відповідно, нормованих значень вмісту сухих речовин в суслі одержано тільки при використанні закваски «Біфівіт». Це пояснюється недостатньою температурою, необхідною для повноцінного розмноження дріжджів при домінуючій частці молочнокислих бактерій. З підвищенням температури бродіння квасу до 35°C та одночасним збільшенням частки дріжджів у суспензії спостерігали підвищення бродильної активності у всіх досліджуваних зразках. Встановлено оптимальні кількості дріжджів і молочнокислих бактерій: 4,0 % суспензії дріжджів та молочнокислих бактерій з вмістом дріжджів 80 % мас. та молочнокислих бактерій – 20 % мас. В умовах досліду норми вмісту СР (до 2,4%) і збільшення титрованої кислотності (до 1,2 см³ 0,1 н NaOH/100 см³) досягнуто зразками № 1 і № 4 впродовж 14–16 год бродіння. Для надання напою додаткових функціонально-профілактичних властивостей запропоновано купажування готового квасу екстрактом шипшини. Купажування квасу цукровим сиропом і екстрактом шипшини здійснювали до вмісту сухих речовин 4,2 % мас. і титрованої кислотності 3 см³ 0,1 н NaOH/100 см³. Показано порівняльну дегустаційну оцінку квасу з екстрактом шипшини. Купажування відмінно впливає на органолептичні показники та надає напою додаткових функціонально-профілактичних властивостей. Вказано на перспективність використання промислових штамів мікроорганізмів для збродження квасного суслу для невеликих крафтових пивоварень
Ключові слова: квасне сусло; квас; дріжджі; бактеріальні закваски; молочнокислі бактерії.

FERMENTATION OF KVASS WORT BY INDUSTRIAL STRAINS OF MICROORGANISMS

O. OROBCHUK, O. FEDOTOVA, Z. BOHOSLAVETS, S. MELNYK, B. DZINYAK

Department of Organic Products Technology, Lviv Polytechnic National University, Lviv, UKRAINE

ABSTRACT We investigated the fermentation of kvass wort using yeast from the brewing industry and ready-made leaven of lactic acid bacteria. The raw materials for making kvass are kvass wort concentrate, sugar syrup, and rosehip extract. The content of dry substances in the initial wort is 3.2 wt. %, and pH = 5.8. Safale HA-18 dry yeast (optimal fermentation temperature is 25–35°C) and complexes of lactic acid bacteria in the form of starters "Kefir", "Yogurt", "Symbiotic", "Bifivit" of different microbiological compositions are used for kvass wort fermentation. We investigated the dynamics of the content of dry substances and the acidity under different fermentation conditions of kvass wort. The normalized value of the content of dry substances in kvass wort was obtained when using the "Bifivit" lactic acid bacteria starter at a temperature of 30°C, and the ratio of yeast, lactic acid bacteria in the starter is 50 % : 50 %. It is explained by the insufficient temperature necessary for the full reproduction of yeast and the impurity part of lactic acid bacteria. With an increase in the fermentation temperature of kvass to 35°C and a simultaneous increase in the proportion of yeast in the suspension, an increase in fermentation activity in all studied samples was observed. According to research, the optimal amount of yeast and lactic acid bacteria in the suspension is 4 wt. %. The optimal ratio of yeast in the mixture is 80 wt. % and lactic acid bacteria is 20 wt. %. According to the conditions of the experiment, norms of the content of dry substances (2.4 wt. %) and increased acidity (by 1.2 ml 0.1 N NaOH/100 ml) were achieved by samples No. 1 and No. 4 during 14–16 hours of fermentation. We suggested blending the prepared kvass with rosehip extract to give the drink additional functional and preventive properties. The blending of kvass with sugar syrup and rosehip extract was carried out to the content of dry substances 4.2 wt. % and a titrated acidity of 3 ml 0.1 N NaOH/100 ml. A comparative tasting evaluation of kvass with rosehip extract is given. Blending has an excellent effect on organoleptic indicators and gives the drink additional functional and preventive properties. The perspective of using industrial strains of microorganisms for the fermentation of kvass wort for small craft breweries is indicated.

Keywords: kvass wort; kvass; yeast; bacterial leavens; lactic acid bacteria.

Вступ

Ферментовані харчові продукти та напої виробляються в усьому світі з використанням різних

технологій виробництва, сировини та мікроорганізмів [1–3]. Квас – напій бродіння на основі злаків, який традиційно виготовляють із ферментованого житнього та ячмінного солоду, житнього борошна та

черствого житнього хліба, концентратів квасного суслу [1]. Напої даного сегменту популярні в країнах Східної та Центральної Європи. Квас не піддається термічній обробці після бродіння, тому містить велику кількість клітин життєздатних дріжджів і молочнокислих бактерій (МКБ) [2,4]. Мікрофлора бродіння квасу зазвичай складається з дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* і молочнокислих бактерій [5]. Молочнокислі бактерії відіграють ключову роль у ферментації харчових продуктів, сприяють розвитку бажаних органолептичних властивостей кінцевого продукту, синтезу органічних кислот. Застосування МКБ для виробництва безалкогольних напоїв на основі злаків чи концентратів квасного суслу відкриває нові можливості для розробки функціональних ферментованих продуктів з відмінними органолептичними і профілактичними властивостями [6–8].

Досліджено використання чистих культур дріжджів рас 131-К, С-2, М з оптимальною температурою бродіння 26–30°C, рН 4,5–5,5, що добре зброджують глюкозу, сахарозу, гірше – мальтозу і рафінозу [9, 10]. Перспективним є використання термотолерантних штамів дріжджів пивоварних виробництв, що дозволить розширити температурні межі бродіння. Висока фізіологічна активність спостерігається в термотолерантних штамів дріжджів з температурою бродіння від 30–40°C Safale HA-18 і МП-10 [11,12]. Штами із наперед заданими характеристиками здатні надавати відмінних смако-ароматичних властивостей кінцевому продукту.

Оптимальний температурний діапазон для життєдіяльності МКБ – 30°C, гетероферментативний характер бродіння глюкози сахарози, мальтози дозволяє одержати у квасі крім молочної кислоти, ще й оцтову кислоту, етанол, ароматичні сполуки [13].

Для бродіння квасного суслу характерний симбіоз молочнокислих бактерій, які є регуляторами рН середовища та дріжджів, які окрім продукування спирту є джерелом амінокислот, вітамінів, цінних поживних речовин [11]. Тому регулюванням співвідношення мікроорганізмів-продуцентів, можна досягти створення оптимальних умов середовища для симбіозу. Так, зниження вмісту сухих речовин (СР) та рН середовища до певного рівня сприяє розвитку МКБ надто висока кислотність пригнічує розвиток дріжджів [14]. Оптимально у виробництві квасу використовувати МКБ з невисокою бродильною активністю як *Betabacterium* [13], штами *Lactobacillus* та *Bifidobacterium* [11,14], поєднання різного роду молочнокислих бактерій у сухому вигляді [11]. Встановлено закономірності бродіння квасного суслу на основі сухого концентрату з використанням комплексів молочнокислих бактерій з заквасок та термотолерантних дріжджів [15]. Даного типу мікроорганізми показали хороші результати в симбіозі. Проте, приготування суслу настійним способом передбачає деякі труднощі технологічного

характеру, зокрема використання додаткового обладнання та збільшення тривалості процесу.

Оскільки промислове виробництво квасу є сезонним, основною задачею є організація ефективного процесу зброджування квасного суслу в на базі потужностей пивоварень. Крім того зростає запит на функціональні ферментовані продукти з пробіотичними властивостями, а широкий спектр виробництва їх різновидів можна легко організувати шляхом використання доступних товарних штамів мікроорганізмів [16], різноманітних харчових додатків в умовах крафтових виробництв невеликої потужності.

Мета дослідження було обґрунтування і підбір мікроорганізмів зброджування квасного суслу на основі концентрату квасного суслу (ККС), встановлення умов процесу бродіння квасного суслу з використанням доступних штамів мікроорганізмів, надання функціонально-оздоровчих властивостей напою шляхом купажування.

Виклад основного матеріалу

Приготування цукрового сиропу здійснювали гарячим способом з подальшим охолодженням і фільтруванням.

Приготування суслу з концентрату квасного суслу здійснювали розбавленням підготовленою водою до вмісту сухих речовин (СР) 3,2% мас. та подальшою стерилізацією.

Як збудники молочнокислого бродіння використано готові товарні закваски на основі молочнокислих бактерій складу:

«Кефір» (*Lactococcus lactis cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactococcus lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactococcus lactis diacetylactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*);

«Йогурт» (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*);

«Симбіотик» (*Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Lactobacillus plantarum*);

«Біфівіт» (*Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei*).

Сухі дріжджі Safale HA-18 використано як збудники спиртового бродіння – дріжджі верхового бродіння складу: *Saccharomyces cerevisiae*, мальтодекстрин, глюкоамілаза з *Aspergillus niger*, емульгатор Е491 (сорбітан моностеарат), температура бродіння 25–35 °С.

Аналіз суслу після вивільнення спирту здійснювали шляхом визначення вмісту сухих речовин СР (рефрактометрично), титрованої (титриметрично,

на автоматичному титраторі Easy Pro Mettler Toledo) та активної (потенціометрично, автоматичним рН-метром Mettler Toledo SevenCompact S220-Kit) кислотності.

Для дослідження обрали чотири зразки заквасок з різним мікробіологічним складом та дріжджі Safale HA-18.

Зразок 1 – Safale HA-18 та «Кефір»

Зразок 2 – Safale HA-18 та «Йогурт»

Зразок 3 – Safale HA-18 та «Симбіотик»

Зразок 4 – Safale HA-18 та «Біфівіт»

Здійснювали зброджування зразків суслу з концентрату квасного суслу (початкова кислотність 0,07 мл 0,1 н NaOH/100 мл, з вмістом сухих речовин 3,2 % та рН – 5,96).

Зброджування проводили за температури (30 і 35°C) та з різним співвідношенням дріжджів та молочнокислих бактерій (МКБ). При цьому загальна маса сухої закваски залишалася незмінною і становила 0,05 % від маси суслу.

У ході процесу бродіння визначали титровану кислотність та вміст сухих речовин в суслі.

Обговорення результатів

Зброджування суслу з ККС за 30 °С (33% дріжджів і 67% МКБ; 50% дріжджів і 50% МКБ)

При зброджуванні суслу з ККС за температури 30°C не досягнуто нормованих показників кислотності навіть за 36 год зброджування. Найвищою є кислотність зразка №4 – 0,55 мл 0,1 М розчину NaOH/100 см³ суслу (при використанні 33 % дріжджів) та 1,1 мл 0,1 М розчину NaOH/100 см³ суслу (при використанні 50 % дріжджів), що є недостатньою (рис.1).

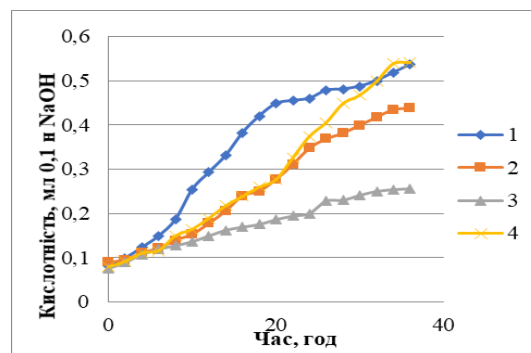
Проте, при підвищенні частки дріжджів у складі закваски до 50 % мас. спостерігається вищий приріст кислотності суслу.

При використанні 33 % дріжджів заданої концентрації СР досягнув лише зразок №2 за 36 год (рис. 2).

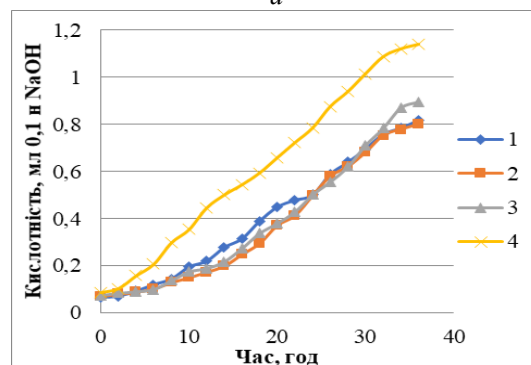
При використанні молочнокислих бактерій і дріжджів у масовому співвідношенні 1:1 вмісту СР в суслі 2,5 % досягнув лише зразок №4. Це пояснюється недостатньою температурою, необхідною для повноцінного утворення дріжджів, молочнокислих бактерій і, відповідно, вітамінів та поживних речовин необхідних в достатній кількості для життєдіяльності термотолерантних рас.

Зброджування суслу з ККС за 35 °С (75 % дріжджів та 25 % молочнокислих бактерій; 80 % дріжджів та 20 % молочнокислих бактерій)

Для дослідження оптимальних умов зброджування квасного суслу на основі ККС проведено дослідження динаміки зміни титрованої кислотності суслу і сухих речовин при підвищеній температурі 35°C та одночасно зі збільшенням масової частки дріжджів у заквасці (рис. 3, 4).

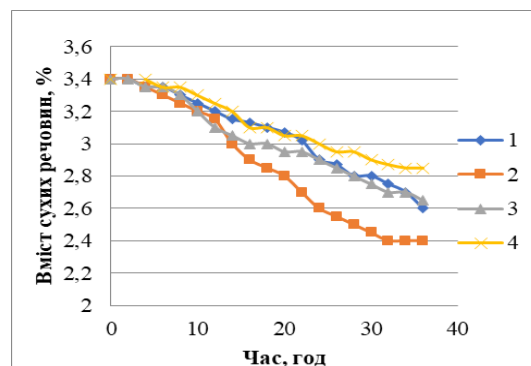


а

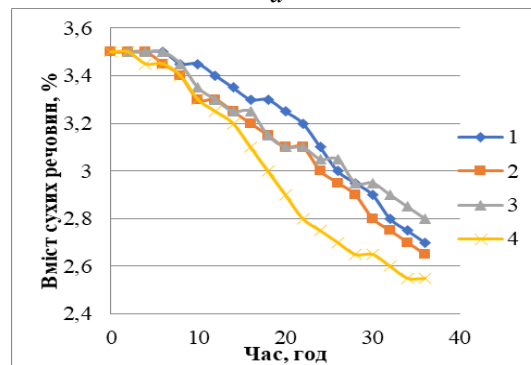


б

Рис. 1 – Зміна титрованої кислотності суслу з ККС в процесі бродіння за температури 30 °С з вмістом дріжджів та молочнокислих бактерій: а – 33 % та 67 %; б – 50 % та 50 % відповідно

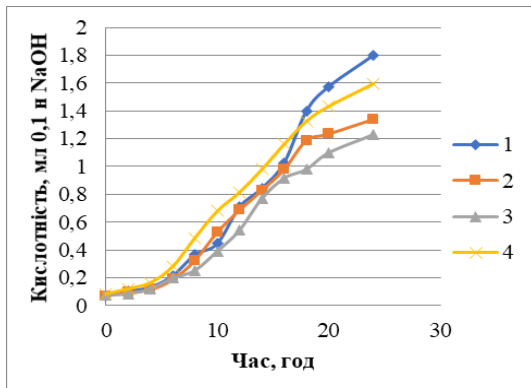


а

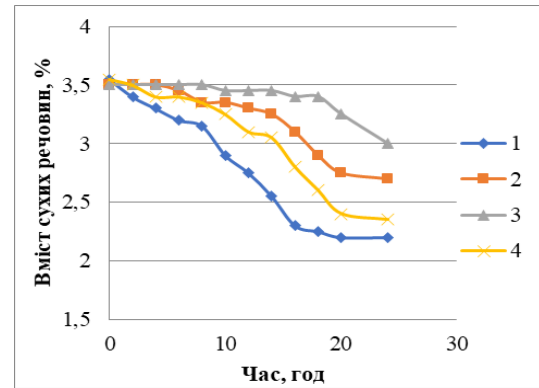


б

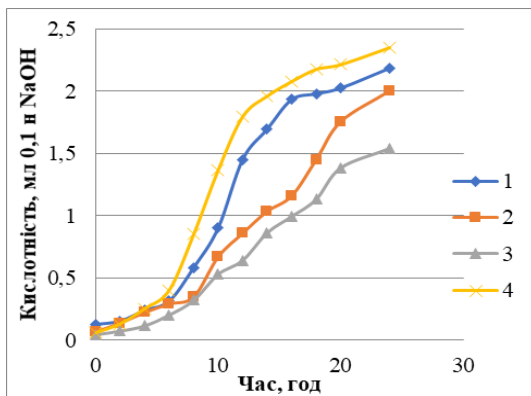
Рис. 2 – Зміна вмісту СР суслу з ККС в процесі бродіння за температури 30 °С з відсотковим вмістом дріжджів та молочнокислих бактерій: а – 33 % та 67 %; б – 50 % та 50 % відповідно



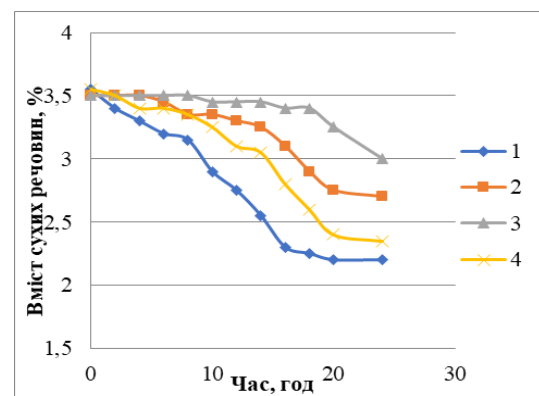
а



а



б



б

Рис. 3 – Зміна титрованої кислотності сусла з ККС в процесі зброджування за температури 35 °С і вмістом дріжджів та молочнокислих бактерій: а – 75 % та 25 %; б – 80 % та 20 % відповідно

Рис. 4 – Зміна вмісту СР сусла ККС в процесі бродіння при температурі 35 °С з вмістом дріжджів та молочнокислих бактерій: а – 75 % та 25 %; б – 80 % та 20 % відповідно

Проаналізувавши результати бачимо, що необхідного значення титрованої кислотності при використанні 80 % дріжджів досягли зразки № 4 (14 год), № 1 (18 год) і № 2 (24 год). За умови використання 75 % дріжджів заданих показників не досягнуто при використанні жодного із зразків.

В процесі бродіння необхідного показника вмісту СР досягнуто зразками № 1 (14 год) і № 4 (18 год) за умови використання 80 % дріжджів. При використанні 75 % дріжджів показника 2,5 % СР досягнуто також зразками № 1 і № 4 але вже за 19 год.

Проаналізувавши результати досліджень, бачимо, що зброджування сусла з концентрату квасного сусла за 35°C з використанням 80% дріжджів і 20 % молочнокислих бактерій Зразок № 1 «Кефір» та № 4 «Біфівіт» дали найоптимальніші результати. При використанні даних параметрів процеси бродіння відбуваються інтенсивніше, оскільки використовуємо термотолерантні дріжджі і таке співвідношення мікроорганізмів дозволяє досягнути необхідних показників сусла за найкоротший термін.

Купажування квасу екстрактами рослинної сировини

З метою одержання квасу з максимальним вмістом корисних речовин пропонується купажувати його шляхом додавання рослинного екстрактом.

Із різноманітних рослинних екстрактів і сиропів найоптимальнішим рішенням є додавати екстракт шипшини саме на стадії купажування. Це дасть можливість гнучко регулювати вміст цукрів, сухих речовин, кислотність напою. Крім оригінального смаку і аромату, який добре поєднується з квасом напій має ще й лікувально-профілактичну дію за рахунок корисних речовин шипшини.

Купажування квасу цукровим сиропом і екстрактом шипшини здійснювали до вмісту сухих речовин 4,2 г/100 г квасу і титрованої кислотності 3 см³ 0,1 н. NaOH/100 см³.

Витрата цукрового сиропу становила 4,0 % мас.

Витрата екстракту шипшини – 0,5 % мас.

Органолептичні показники якості квасу на основі ККС без купажування екстрактом шипшини (зразок 1) та з додаванням його (зразок 2) також

зразку квасу на основі сухого концентрату без купажування (зразок 3), одержаного при оптимальних умовах бродіння (дріжджі 80%, «Кефір» 20 %, 35°C) наведено в табл. 1.

На основі органолептичного аналізу зразків квасу складено їх смако-ароматичні профілі (рис. 5).

Таблиця 1 – Органолептичні показники квасу

Зразок	Органолептична характеристика	Загальна оцінка
1	Напій прозорий з вираженим блиском та кольором, що є характерним для даного напою. Колір коричневий, без помутніть (7 балів)	21 Відмінно
	Смак кисло-солодкий, без сторонніх присмаків. Аромат житнього хліба, карамелі, характерний для хлібного квасу (9 балів)	
	Сильне, не тривале виділення CO ₂ після наливання в бокал зі слабким відчуттям поколювання на язика (5 балів)	
	Прозорий напій з блиском та яскраво вираженим кольором, що є характерним для даного напою. Коричневий колір, без помутніть (7 балів)	23 Відмінно
	Смак кисло-солодкий, без сторонніх присмаків, злагоджений, освіжаючий. Аромат житнього хліба яскраво виражений, має кисло-терпкуватий присмак (11 балів)	
	Сильне, не тривале виділення CO ₂ після наливання в бокал зі слабким відчуттям поколювання на язика (5 балів)	
	Прозорий, без блиску та яскраво вираженого кольору, що є характерним для даного напою (5 балів)	19 Добре
	Смак – кисло-солодкий, не має сторонніх присмаків. Відчувається аромат житнього хліба, що є характерним для хлібного квасу (9 балів)	
	Сильне, не тривале виділення CO ₂ після наливання в бокал зі слабким відчуттям поколювання на язика (5 балів)	

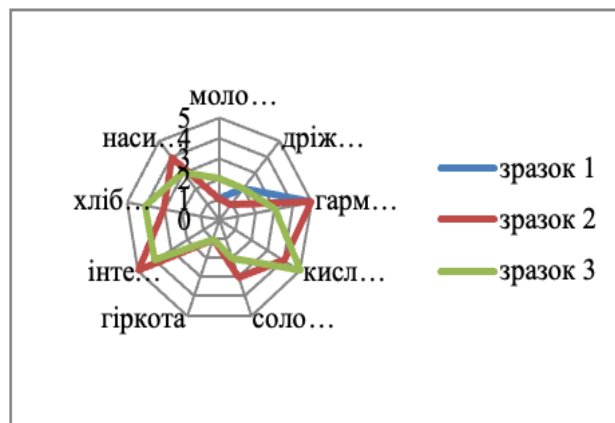


Рис. 5 – Смако-ароматичні профілі досліджуваних зразків квасу

Як видно із дегустаційної оцінки досліджуваних зразків квасу, квас на основі ККС з купажуванням екстрактом шипшини крім багатшого біохімічного складу має високу гармонійність смаку, збалансовані інтенсивні аромати житнього хліба, карамелі, терпкуваті рослинні, що добре поєднуються з приємним, м'яким кисло-солодким хлібно-дріжджовим присмаком.

Висновки

Встановлено, що на процес бродіння квасу впливає температура бродіння та склад мікроорганізмів-збудників бродіння (дріжджі та молочнокислі бактерії). За 35°C бродіння відбувається інтенсивніше, ніж при 30°C, що можна пояснити вмістом культур з більшою термотолерантністю. Також при використанні 80% дріжджів Safale HA-18 і 20 % молочнокислих бактерій з заквасок «Кефір» та «Біфівіт» спостерігаємо найкращі результати. Запропоновано варіант купажування квасу екстрактом шипшини, що відмінно впливає на органолептичні показники та надає напою додаткових функціонально-профілактичних властивостей.

Список літератури

- Мукоїд Р. М., Іванов С. І., Василів В. П. Виготовлення квасу з нетрадиційної сировини. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10. № 3–4. С. 235–240. doi: 10.31548/bio2018.03.030.
- Dey G. Non-dairy probiotic foods: innovations and market trends, in *Innovations in Technologies for Fermented Food and Beverage Industries*. Panda SK and Shetty PH. Springer. 2018. P. 159–173. doi:10.1007/978-3-319-74820-7_9.
- Lidums I., Karklina D., Kirse-Ozolina A. Comparison of bread kvass fermented with different yeasts. *Proceedings of the 6th Biannual CER Comparative European Research Conference*. 2016. P. 124–128.

- Ashaolu T. J., Reale A. A. Holistic Review on Euro-Asian Lactic Acid Bacteria Fermented Cereals and Vegetables. *Microorganisms*. 2020. Vol. 8. P. 1176. doi: 10.3390/microorganisms8081176.
- Senkarcinova B., Dias G., Nespor J., Branyik T. Probiotic alcohol-free beer with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. *LWT – Food Sci Technol*. 2019. Vol. 100. P. 362–367. doi: 10.1016/j.lwt.2018.10.082.
- Lidums I., Karklina D., Kirse A. Quality parameters of fermented kvass extract. *Chemical Technology*. 2016. № 67(1). P. 73–76. doi: 10.5755/j01.ct.67.1.15828.
- Rokhsartalab-Azar S., Jafari P., Tukmechi A., Malekinejad H. A new rye-based beverage with high polyphenols and amino acids: production and study of physicochemical and sensory properties. *J Food Process Preserv*. 2020. Vol. 44. P. 1–8. doi: 10.1111/jfpp.14349.
- Polanowska, K., Varghese, R., Kuligowski, M., Majcher, M. Carob kibbles as an alternative raw material for production of kvass with probiotic potential. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021. 101 (13). 5487–5497. doi: 10.1002/jsfa.11197.
- Дулька О. С. Удосконалення технології хлібного квасу з використанням підготовленої води та нового штаму дріжджів. Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.05 «Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння». Київ, НУХТ. 2019. 21 с.
- Dulka O., Prybyl'skiy V., Oliinyk S., Kuts A., Kovalenko O. The improvement of the technology of water treatment for the production of kvass. *Food Science and Technology*. 2019. № 13 (2). P. 111–117. doi: 10.15673/fst.v13i2.1404.
- Сагайдак М. С., Бліщ Р. О., Прибильський В. Л. Використання сухих препаратів молочнокислих бактерій для збродження квасного суслу. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Технічні науки*. 2018. Т. 29 (68), № 3 (2). С. 150–153.
- Сухіна Д., Орешина О. Аспекти моделювання безалкогольних напоїв. *Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості», 11–12 жовтня*. Тернопіль, ТНТУ, 2017. С. 80–81.
- Wang P., Wu J., Wang T., Zhang Yu., Yao X., L. Ji., Wang X., Lü X. Fermentation process optimization, chemical analysis, and storage stability evaluation of a probiotic barley malt kvass. *Bioprocess and Biosystems Engineering*. 2022. Vol. 45. Iss. 7. P. 1175–1188. doi: 10.1007/s00449-022-02734-8.
- Dulka O., Prybyl'skiy V., Oliinyk S., Kuts A., Vitriak O. Using of clinoptilolite, activated charcoal and rock crystal in water purification technology to enhance the biological value of bread kvass. *Ukrainian food journal*. 2019. Vol. 8. Iss. 2. P. 307–316. doi: 10.24263/2304-974X-2019-8-2-10.
- Оробчук О. М., Субтельний Р. О., Дзіняк Б. О. Збродження квасного суслу термотолерантними штамами мікроорганізмів. *Technology and Application of Substances (Хімія, технологія речовин та їх застосування)*. 2022. Vol. 5. № 2. P. 142–148. doi: 10.23939/ctas2022.02.142.
- Dulka O., Prybyl'skiy V., Kuts A., Oliinyk S., Vitriak O., Dong N. The use of rice in the technology of gluten-free fermented non-alcoholic beverages. *Food science and technology*. 2020. Vol. 14. Iss. 4. P. 4–12. doi: 10.15673/fst.v14i4.1892.

References (transliterated)

- Mukoid R. M., Ivanov Ye. I., Vasylyv V. P. Vyhotovlennia kvasu z netradytsiinoi syrovyny (Production of kvass from non-traditional raw materials). *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*, 2018, Vol. 10, iss. 3–4, pp. 235–240.
- Dey G. Non-dairy probiotic foods: innovations and market trends, in *Innovations in Technologies for Fermented Food and Beverage Industries*. Panda SK and Shetty PH. Springer, 2018, pp. 159–173, doi: 10.1007/978-3-319-74820-7_9.
- Lidums I., Karklina D., Kirse-Ozolina A. Comparison of bread kvass fermented with different yeasts. *Proceedings of the 6th Biannual CER Comparative European Research Conference*, 2016, pp. 124–128.
- Ashaolu T. J., Reale A. A. Holistic Review on Euro-Asian Lactic Acid Bacteria Fermented Cereals and Vegetables. *Microorganisms*, 2020, Vol. 8, p. 1176, doi: 10.3390/microorganisms8081176.
- Senkarcinova B., Dias G., Nespor J., Branyik T. Probiotic alcohol-free beer with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. *LWT – Food Sci Technol*, 2019, Vol. 100, pp. 362–367, doi: 10.1016/j.lwt.2018.10.082.
- Lidums I., Karklina D., Kirse A. Quality parameters of fermented kvass extract. *Chem. Tech*. 2016, Vol. 67 (1), pp. 73–76, doi: 10.5755/j01.ct.67.1.15828.
- Rokhsartalab-Azar S., Jafari P., Tukmechi A., Malekinejad H. A new rye-based beverage with high polyphenols and amino acids: production and study of physicochemical and sensory properties. *J Food Process Preserv*, 2020, Vol. 44, pp. 1–8, doi: 10.1111/jfpp.14349.
- Polanowska, K., Varghese, R., Kuligowski, M., Majcher, M. Carob kibbles as an alternative raw material for production of kvass with probiotic potential. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2021, 101 (13), pp. 5487–5497, doi: 10.1002/jsfa.11197.
- Dulka O. S. Udoskonalennia tekhnolohii khlিবnoho kvasu z vykorystanniam pidhotovlenoi vody ta novoho shtamu drizhdzhiv [Improvement of bread kvass technology using prepared water and a new strain of yeast]. Avtoref. dys. kand. tekhn. nauk: 05.18.05 "Tekhnolohiia tsukrystykh rehovyn ta produktiv brodinna". Kyiv, NUKhT. 2019, 21 p.
- Dulka O., Prybyl'skiy V., Oliinyk S., Kuts A., Kovalenko O. The improvement of the technology of water treatment for the production of kvass. *Food Science and Technology*, 2019, Vol. № 13 (2), pp. 111–117, doi: 10.15673/fst.v13i2.1404.
- Sahaidak M. Ye., Blishch R. O., Prybyl'skiy V. L. Vykorystannia sukhykh preparativ molochnokyslykh bakterii dlia zbrodzhuvannia kvasnoho susla [Use of dry preparations of lactic acid bacteria for fermenting sour wort]. *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V. I. Vernadskoho. Seriiia : Tekhnichni nauky*, 2018, Vol. 29 (68), iss. 3 (2), pp.150–153.
- Sukhina D., Orshyna O. Aspekty modeliuвання bezalkoholnykh napoiv [Aspects of modeling of satellite drinks]. *Abstracts of the IV International Scientific and Technical Conference. State and Prospects of Food Science and Industry*. Ukraine, Ternopil. 2017, pp. 80–81.
- Wang P., Wu J., Wang T., Zhang Yu., Yao X., L. Ji., Wang X., Lü X. Fermentation process optimization, chemical analysis, and storage stability evaluation of a probiotic barley malt kvass. *Bioprocess and Biosystems Engineering*,

- 2022, Vol. 45, iss. 7, pp. 1175–1188, doi: 10.1007/s00449-022-02734-8.
14. Dulka O., Prybylskiy V., Oliinyk S., Kuts A., Vitriak O. Using of clinoptilolite, activated charcoal and rock crystal in water purification technology to enhance the biological value of bread kvass. *Ukrainian food journal*, 2019, Vol. 8, iss. 2, pp. 307–316, doi: 10.24263/2304-974X-2019-8-2-10.
15. Orobchuk O. M., Subtelnyi R. O., Dziniak B. O. Zbrodzhuvannia kvasnoho susla termotolerantnymy shtamamy mikroorhanizmiv [Fermentation of fermented wort by thermotolerant strains of microorganisms]. *Technology and Application of Substances*. 2022, Vol. 5, iss. 2, pp. 142–148, doi: 10.23939/ctas2022.02.142.
16. Dulka O., Prybylskiy V., Kuts A., Oliinyk S., Vitriak O., Dong N. The use of rice in the technology of gluten-free fermented non-alcoholic beverages. *Food science and technology*, 2020, Vol. 14, iss. 4, pp. 4–12, doi: 10.15673/fst.v14i4.1892.

Відомості про авторів (About authors)

Оробчук Оксана Михайлівна – кандидат технічних наук, Національний університет «Львівська політехніка», доцент кафедри технології органічних продуктів; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8340-913X>, e-mail: oksana.m.orobchuk@lpnu.ua.

Orobchuk Oksana – Candidate of Technical Sciences, Lviv Polytechnic National University, Associate Professor at the Department of Organic Products Technology; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8340-913X>, e-mail: oksana.m.orobchuk@lpnu.ua.

Федотова Ольга Богданівна – Національний університет «Львівська політехніка», асистент кафедри технології органічних продуктів; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3847-0077>, e-mail: olha.b.fedotova@lpnu.ua.

Fedotova Olha – Lviv Polytechnic National University, Assistant of Professor at the Department of Organic Products Technology; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3847-0077>, e-mail: olha.b.fedotova@lpnu.ua.

Богославець Зоряна Петрівна – Національний університет «Львівська політехніка», студент; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1143-5264>, e-mail: zoriana.bohoslavets.mkhrbv.2023@lpnu.ua.

Bohoslavets Zoriana Petrivna – Lviv Polytechnic National University, Student; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9170-8915>, e-mail: zoriana.bohoslavets.mkhrbv.2023@lpnu.ua.

Мельник Степан Романович – доктор технічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка», професор кафедри технології органічних продуктів; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0629-9723>, e-mail: stepan.r.melnyk@lpnu.ua.

Melnyk Stepan – Doctor of Technical Sciences, Professor, Lviv Polytechnic National University, Professor at the Department of Organic Products Technology; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0629-9723>, e-mail: stepan.r.melnyk@lpnu.ua.

Дзіняк Богдан Остапович – доктор технічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка», завідувач кафедри технології органічних продуктів; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1824-2871>, e-mail: bohdan.o.dzinyak@lpnu.ua.

Dzinyak Bohdan – Doctor of Technical Sciences, Professor, Lviv Polytechnic National University, Head of the Department of Organic Products Technology; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0629-9723>, e-mail: bohdan.o.dzinyak@lpnu.ua.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Оробчук О. М., Федотова О. Б., Богославець З. П., Мельник С. Р., Дзіняк Б. О. Зброджування кvasного суsла промисловими штамами мікроорганізмів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2023. № 4 (18). С. 72-78. doi:10.20998/2413-4295.2023.04.10.

Please cite this article as:

Orobchuk O., Fefotova O., Bohslavets Z., Melnyk S., Dzinyak B. Fermentation of kvass wort by industrial strains of microorganisms. *Bulletin of the National Technical University "KhPI"*. Series: *New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2023, no. 4(18), pp. 72-78, doi:10.20998/2413-4295.2023.04.10.

*Надійшла (received) 09.11.2023
Прийнята (accepted) 14.12.2023*