

IMPROVEMENT OF BEER TECHNOLOGY DUE TO THE USE OF THE SPICY-AROMATIC PLANT RAW MATERIAL

Z. Romanova, S. Loyko, M. Romanov
National University of Food Technologies

Key words:

*Stability of beer,
Viburnum,
Ginger,
Dogwood,
Oxidation,
Aging of beer,
Tannins,
Organoleptic evaluation,
Turbidity of beer*

Article history:

Received 03.12.2019
Received in revised form
19.12.2019
Accepted 13.01.2020

Corresponding author:

Z. Romanova
E-mail:
pani.zoriana@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of the work is to improve the technology of beer that will be resistant to colloidal opacities. Selection of vegetable raw materials, the dose of application at different stages of the technological process was carried. Changes in the extractability of the wort during the fermentation process, the total nitrogen content of the samples when using the raw materials, the physicochemical parameters of beer quality with the addition of various antioxidants were investigated.

The influence of non-traditional raw materials, namely dogwood, ginger and viburnum, sea buckthorn on the course of the brewing process of beer wort and finished beer was investigated and it was determined that the stage of cooking wort, namely boiling wort with hops, is the optimal stage for introducing non-traditional raw materials.

Oxygen control at the stage of boiling is important because oxygen can additionally affect the acidic yeast taste that occurs when beer is aged as a result of the formation of substances that affect the aroma and taste of beer, and increasing the content of antioxidants through the introduction of herbal supplements will prevent the oxidation process. Samples of wort with ginger and viburnum during the boiling process with hops have shown the best results of fermentation of sugars, this may indicate that these additives contain micronutrients that make yeast to be more active. Beer stabilized by the addition of viburnum was found to be the best sample.

This sample of beer has the lowest content of tannins, indicating the lowest amount of protein capable to cause turbidity during storage. It was proved that the use of herbal spicy-aromatic raw materials has a positive effect on the organoleptic and physicochemical parameters of the finished beer. The beer sample was obtained using the tested raw materials has the best stability, the physicochemical and organoleptic characteristics of the obtained beer meet regulatory requirements.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА ЗАВДЯКИ ВИКОРИСТАННЮ ПРЯНО-АРОМАТИЧНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

З. М. Романова, С. М. Лойко, М. С. Романов

Національний університет харчових технологій

У статті розроблено технологію пива, стійкого до колоїдних помутнінь. Здійснено підбір рослинної сировини, визначено дозу її внесення на різних етапах технологічного процесу. Досліджено зміну екстрактивності сусла під час процесу бродіння і доброджування, вміст загального азоту у зразках при використанні досліджуваної сировини, фізико-хімічні показники якості пива з добавками різних антиоксидантів, а також вплив нетрадиційної сировини (кизилу, імбиру, калини та обліпихи) на перебіг технологічного процесу приготування пивного сусла і готового пива. Визначено, що оптимальною стадією для внесення нетрадиційної сировини є етап приготування сусла, зокрема кип'ятіння сусла з хмелем. Контроль кисню на стадії кип'ятіння є важливим, бо кисень може додатково вплинути на утворення кислого дріжджового смаку, що виникає при старінні пива в результаті утворення речовин, які впливають на аромат і смак пива, а зростання вмісту антиоксидантів за рахунок внесення рослинних добавок запобігатиме процесу окислення.

Зразки сусла, до яких під час процесу кип'ятіння сусла з хмелем було додано імбир і каліну, продемонстрували найкращі результати зі зброджування цукрів. Це може свідчити про те, що добавки, додані на стадії кип'ятіння сусла, місять мікроелементи, які стимулюють дріжджі та роблять їх більш активними. Встановлено, що кращим зразком є пиво, стабілізоване шляхом добавки калини. Цей зразок пива має найнижчий таніновий показник, що вказує на найменшу кількість білків, здатних до утворення помутнінь у ньому в процесі зберігання. Доведено, що застосування рослинної пряно-ароматичної сировини позитивно впливає на органолептичні і фізико-хімічні показники готового пива. Зразок пива, отриманий з використанням досліджуваної сировини, має кращі показники стійкості, фізико-хімічні й органолептичні показники одержаного пива відповідають нормативним вимогам.

Ключові слова: стійкість пива, калина, імбир, кизил, окиснення, старіння пива, дубильні речовини, органолептична оцінка, мутність пива.

Постановка проблеми. Серед багатьох хімічних процесів, які призводять до погіршення якості харчових продуктів, виділяють окислювальні процеси, що сприяють «старінню» пива. Процеси окисного старіння починаються не тільки при зберіганні напою, вони супроводжують напій під час усієї технологічної схеми приготування. Наслідком таких процесів є накопичення широкого спектра речовин, які негативно впливають на смак і аромат напою [1; 2].

Дослідники вважають, що кисень під час усіх стадій виробництва пива погано діє на кінцевий смак і стабільність продукту, особливо для легких сортів пива низового бродіння. Причому роль кисню на різних технологічних етапах різна.

Смак, що виникає у пиві при його старінні, надають насамперед карбонільні сполуки, які в невеликих концентраціях сильно впливають і на аромат. При цьому кисень може додатково вплинути на утворення смаку, який виникає при старінні пива в результаті утворення важливих, з точки зору старіння, речовин, що впливають на аромат пива; утворення «попередників» цих речовин; зменшення вмісту антиоксидантів, в результаті чого пізніше кисень може призвести до процесу окислювальних реакцій [6; 11].

До реакцій «старіння» пива можна віднести багато окисних процесів. Однак головний внесок у формування смаку й аромату пива, яке «постаріло», роблять процеси окислення вищих спиртів, окислювальний розпад ізогумулонів, реакція Маєра і розпад за Штреккером, автоокислення жирних кислот, ферментативний розпад жирних кислот, фотоокислення жирних кислот, вторинне автоокислення альдегідів тощо. Умовно ці процеси можна розділити на процеси ферментативного і неферментативного окислення. Велика частина з перерахованих вище реакцій відбувається за участі вільних радикалів, утворення яких посилюється під впливом кисню [7].

Унаслідок окислювальних процесів, а також інших несприятливих факторів, таких як підвищення температури зберігання і дії світла, існує ризик виникнення колоїдних помутнень. Помутніння пива супроводжується погіршенням його смаку і пінистих властивостей.

При «старінні» пива відбувається зростання вмісту багатьох летких сполук, зокрема високомолекулярних, частково ненасичених карбонільних сполук. Деякі фахівці вважають основною причиною утворення смаку «старіння» саме їх [1; 6; 7].

Колоїдні помутніння виникають при «старінні» колоїдів. Їх поява пов'язана зі збільшенням розмірів частинок через зіштовхування окремих ліофільних солей, що знаходяться у безперервному броунівському русі. Крім того, внаслідок втрати заряду і дегідратації деяких колоїдних сполук відбувається взаємодія різнозаряджених компонентів і утворюється каламуть [6; 7].

Колоїдну стійкість пива можна підвищити двома шляхами: технологічними прийомами та стабілізацією складу суслу, молодого і готового пива. Впливати на колоїдну стійкість пива певною мірою можна, регулюючи параметри отримання суслу та його зброджування. Важливою також є стабілізаційна витримка перед фільтрацією пива, яка повинна тривати протягом шести днів за температури $-2-0^{\circ}\text{C}$. Ця витримка зумовлює виділення частинок холодної каламуті [7].

Під час усіх процесів у цехах ферментації і розливу потрібно обов'язково уникати контакту готового пива з металічними частинами апаратів, окрім нержавіючої сталі, а також контакту з киснем. При недотриманні цих умов у пиві будуть відбуватися окислювальні процеси, що негативно вплинуть на стабільність готового напою.

Разом з тим суттєво підвищити колоїдну стійкість пива можна лише за допомогою спеціальних прийомів обробки суслу та пива. На основі аналітичного огляду визначено негативну роль кисню на кожному етапі виготовлення пива,

тому намагаються провести процес так, щоб захистити всі компоненти суслу та пива від контакту з киснем або загальмувати процес їх окиснення [7; 8].

Підвищення стійкості пива до різноманітних помутнень, звичайно, залежить від технологічних режимів його приготування. Проте підвищити цей показник дає змогу також використання спеціальних стабілізуючих засобів (полівінілполіпірролідон (ПВПП), силікагелі).

Для запобігання колоїдному помутнінню пива необхідно гідролізувати полімери, що входять до складу колоїдних частинок. Більшість ферментативних способів стабілізації засновано на застосуванні протеолітичних ферментів, тобто на розщепленні білкової складової колоїдних частинок. Поряд з цим використовуються препарати амілаз, глюканаз, целюлаз. За кордоном як протеазу широко застосовують папаїн, на основі якого створені різні комерційні препарати для стабілізації пива. Крім папаїну, застосовується бромелаїн, фіцін, пепсин. У вітчизняній практиці пиво стабілізують за допомогою мікробних ферментних препаратів протосубтиліну, амілоризину, пектофостидину, целлолігнорину тощо [6; 7].

Протягом останніх п'ятдесяти років була помітна тенденція до збільшення використання синтетичних добавок, проте споживач все більше схиляється до «натуральності» пива. Задовольнити потреби споживачів і збільшити стабільність пива допомагають спеціальні добавки, які виробляють з натуральної сировини екстрагуванням високочистих танінів. Прикладом такого препарату є продукт бельгійської компанії Ajinomoto Specialites під назвою Brewtan [15].

Цікавою альтернативою є використання рослинної сировини для підвищення колоїдної стійкості пива. Основними рослинами, що набувають популярності в наукових колах, є ті, які у своєму складі містять ароматичні, дубильні речовини, ефірні масла, флавоноїди тощо. Перспективною рослинною сировиною в пивоварінні залишається чорний і зелений чай. Завдяки тому, що чайний лист дуже багатий на антиоксиданти, є можливість використання екстрактів чайного листа для підвищення антиоксидантних властивостей пива, а також фізико-хімічної стабільності готового напою [9; 11].

Дикорослі плоди та ягоди є багатим джерелом вітамінів, мінеральних сполук, органічних кислот, макронутрієнтів тощо. Їхня цінність як лікарської та харчової сировини визначається комплексом біологічно активних речовин, зокрема їх якісним і кількісним складом, синергізмом дії та високим ступенем засвоєння живим організмом. Включення фітоекстрактів до складу харчових продуктів, особливо позбавлених вираженого смаку, запаху і кольору, значно поліпшують їхні органолептичні показники за рахунок природних барвників та ефірних олій. Наявність антиоксидантів, фітонцидів, ряду органічних кислот у фітокомпозиціях сприяє подовженню термінів зберігання напоїв [5].

Введення натуральних екстрактів або висушеної плодово-ягідної сировини на різних технологічних стадіях приготування пива дає змогу не тільки покращити його здатність протистояти утворенню помутнень у процесі зберігання, а й розширити асортимент за рахунок створення продукту з новими органолептичними якостями [4; 5].

Мета дослідження: узагальнення наявної на теперішній час інформації про підвищення стійкості пива, дослідження складу нетрадиційної сировини з виявленням найбільш оптимальної за поліфенольним складом для подовження терміну придатності пива.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використано нормативну документацію та відповідні методики згідно з нормативними документами [8]. Зразки досліджували на вміст амінного азоту в суслі; вміст сухих речовин (стежили за динамікою зброджування); рН і титровану кислотність; вміст фенольних компонентів.

Викладення основних результатів дослідження. Проблема підвищення терміну придатності пива за рахунок збільшення його стійкості в процесі зберігання є однією з найактуальніших при виробництві пива. Покращення показників стійкості готового продукту в процесі зберігання робить його більш конкурентоспроможним. Тож першочерговим завданням є підбір рослинної сировини, яка не тільки покращить споживацькі властивості пива,

Розглянуто проблему підвищення стійкості пива під час його зберігання. Досліджено вплив антиоксидантів і дубильних речовин, кизилю, імбиру і калини на перебіг технологічного процесу приготування пива та визначено його оптимальну стадію для внесення нетрадиційної сировини. Показано, що застосування рослинної пряно-ароматичної сировини позитивно впливає на органолептичні і фізико-хімічні показники готового пива.

Натепер активно вивчається антиоксидантна активність (АОА) рослинних екстрактів. Екстракти з трави м'яти, листя підбілу, плодів горобини, трави чебрецю і звіробою, отримані згідно з ТУ У 18.483-98, вже тестувалися на пиві. Було встановлено, що їх введення у технологічну схему виготовлення напою не тільки підвищує смакову стабільність готового напою, а також позитивно впливає на збереження гірких речовин хмелю, які містяться у кінцевому продукті [17; 18].

Проведені на кафедрі біотехнології продуктів бродіння та виноробства Національного університету харчових технологій дослідження параметрів якості пива з використанням пряно-ароматичної сировини свідчать про позитивний вплив сумішей імбиру та гвоздики, а також імбиру, гвоздики та коріандру. Використання нетрадиційної сировини в процесі виробництва пива дає змогу не тільки розширити асортимент, а й збагатити напій біологічно активними речовинами, макро- та мікроелементами [2; 18].

У процесі виробництва пива допускається використання як несолоджених матеріалів, так і харчових продуктів і матеріалів, дозволених органами охорони здоров'я України, чинною нормативною документацією [8].

У таких країнах, як Бельгія, США, Аргентина, Бразилія також дозволена заміна солоду несолодженим матеріалом, однак можна використовувати не більше 20% несолоджених матеріалів. У Китаї, Росії, Канаді та Великій Британії відсутні обмеження, в той час як у Німеччині відповідно до закону «Про чистоту пива» не дозволяється використовувати несолоджені матеріали [13; 14]. При формуванні товарної пропозиції на споживчому ринку виробник пивоварної продукції має право використовувати як традиційну, так і нетрадиційну сировину.

Імбир, як і інші лікарські рослини, містить дуже складну суміш компонентів, серед яких бета-каротин, капсаїцин, кофеїнова кислота, куркумін. Крім цього, до складу імбиру входить багато амінокислот, а також вітаміни С, В₁, В₂, А. Імбир належить до рослин, що стимулюють процеси обміну речовин, перешкоджає злипанню тромбоцитів, чим знижує ризик виникнення інфаркту. Може використовуватися при запальних процесах, для профілактики і лікування мігрені. Пряний, терпкий аромат імбиру зумовлений наявністю в ньому ефірної олії (1,2—3%), а його пекучий смак залежить від наявності фенольних сполук типу гінгеролу. Оскільки до його складу входить велика кількість біологічно активних речовин, імбир має високу антиоксидантну активність. Завдяки цьому останнім часом він є об'єктом досліджень багатьох вчених [2; 5].

Плоди кизилу багаті аскорбіновою кислотою (в 100 г — 88,6% добової норми), містять досить багато фолієвої кислоти (відповідно — 12,5%); макро- і мікроелементів: бору (85,1%), заліза (82%), марганцю (27,7%), заліза (27,3%), молібдену (21,4%), калію (14,5%), кремнію (13,3%), кобальту (10,0%). Кизил відрізняється відносно високим вмістом фітостеролів (18,7%), моно- і дисахаридів (18,0%), серед яких домінує глюкоза (в 100 г — 14,4% добової норми), а також пектину (13%); не містять сахарози, містять невелику кількість крохмалю (в 100 г — 0,1 г) [3].

Речовини кизилу звичайного можуть спричиняти антиоксидантний ефект (флавоноїди). Завдяки дубильним речовинам кизил володіє в'язучими властивостями, що, у свою чергу, має стати запорукою зменшення кількості білків — попередників колоїдних помутнінь.

Встановлено антиокислювальну активність плодів кизилу за здатністю відновлювати іони заліза на 100 г сухої маси, яка в перерахунку на аскорбінову кислоту змінювалася в діапазоні 41—149 мкМоль, вміст антоціанів у перерахунку на ціанідан-3-глікозидит становить від 1,3 до 223 мг-еквівалента, у той час як вміст фенольних сполук змінювався у діапазоні 657—2611 мг-еквівалента (в перерахунку на галову кислоту). З'ясовано, що свіжі ягоди кизилу можуть бути джерелом антиоксидантів і використовуватися як харчова добавка [3; 5].

Хімічний склад калини звичайної дуже багатий на корисні речовини. Кора рослини містить ефірну олію, фітостерини, флавоноїди (вібурнін), спирт вібурніт, дубильні речовини, α - та β -амірин з похідними сполуками, близько 6% смоли, а також пальмітинову, мурашину, валеріанову, оцтову, лінолеву, олеїнову, ізовалеріанову, церотинову, капронову і каприлову кислоти. Плоди калини мають у складі цукор, флавоноїди (кемпферол, кверцетин, пеонозид, астрагалін), барвники, пектинові та дубильні речовини, біфлавоноїд аментофлавонон, β -каротин, вітамін С, ряд органічних кислот та мікроелементів. Квіти рослини також містять у своєму складі органічні кислоти, флавоноїди, ефірну олію та вітамін С [5].

Так, у складі ягід калини наявні вуглеводи (6—8 г), дубильні речовини (до 3%), органічні кислоти, пектини, ефірні масла, фітостерини, таніни, смоловидні ефіри, вібурнін, вітамін А (2,5 мг), вітамін Е (2 мг), вітамін С (до 82 мг), вітамін Р (300—500 мг), вітамін К, калій, магній, залізо, цинк та інші мікроелементи [5].

Речовини обліпихи звичайної (*Hippophae rhamnoides*) зумовлюють антиоксидантний ефект продуктів (флавоноїди). Завдяки дубильним речовинам обліпиха має в'язучі властивості, що, як і кизил, має стати запорукою зменшення кількості білків — попередників колоїдних помутнень. Ягода містить до 3,5% цукрів, 2,6% — органічних кислот, 83,6—86,4% — жирної олії, 8,6—272,5 мг% — аскорбінової кислоти (вітаміну С), 0,9—10,9 мг% — каротину, 0,016—0,035 — вітаміну В₁, 0,1016—0,035 мг% тіаміну (тобто, вітаміну В₁) і 0,038—0,056 мг% рибофлавіну (вітамін В₂) [5]. З кори виділено серотонін — речовина, що має протипухлинну дію.

Отже, зважаючи на підвищений вміст антиоксидантів і дубильних речовин в описаній вище сировині (кизил, імбир, калина, обліпиха), її доцільно досліджувати з можливістю використання для підвищення стійкості пива, поліпшення його характеристик, а також задля розширення асортименту продукції зі створенням нових сортів.

Першим етапом дослідження стало проведення порівняльної фізико-хімічної характеристики різних видів пива (експериментальних зразків). Було досліджено пиво з додаванням таких видів сировини, як ягоди кизилу (зразок 2), корінь імбиру свіжий (зразок 3), плоди калини (зразок 4), плоди обліпихи (зразок 5). Також підготовлено контрольний зразок (зразок 1) без додавання жодної пряно-ароматичної сировини. Пиво готували згідно з чинними нормативними документами, пивне сусло — екстрактивністю 11,8% [9]. Сировина з підвищеним вмістом антиоксидантів додавалася до досліджуваних зразків через 90 хв після початку кип'ятіння. Тривалість кип'ятіння склала 120 хв. Нетрадиційна сировина була задана у кількості 10 г/дм³. Після проведення процесу кип'ятіння охмелені зразки відстоювали для можливості вилучення білкового бруху. У подальшому охмелене сусло охолоджували, до нього були задані дріжджі нового бродіння Fermentis S-189. Наступні шість діб, під час бродіння експериментальних зразків досліджено якісний вплив доданої нетрадиційної сировини на перебіг цього процесу.

Динаміку зміни екстрактивності сусла під час бродіння наведено у табл. 1

Таблиця 1. Динаміка зміни екстрактивності сусла у процесі бродіння

Зразок \ Доба	Вміст сухих речовин, %		Зміна вмісту сухих речовин у процесі бродіння, %				
	до охмелення	після охмелення	2 доба	3 доба	4 доба	5 доба	6 доба
Контроль 1	11,8	12,0	11,8	9,9	7,5	6,0	5,2
Кизил 2	11,8	12,1	11,9	9,8	7,3	5,9	5,1
Імбир 3	11,8	12,1	11,8	9,6	7,2	5,7	4,8
Калина 4	11,8	12,1	11,7	9,6	7,4	5,6	4,8
Обліпиха 5	11,9	12,1	11,9	9,7	7,4	5,7	4,8

З табл. 1 видно, що зразки, до яких під час процесу кип'ятіння сусла з хмелем було додано імбир і калину, продемонстрували найкращі результати зі зброджування цукрів. Це може свідчити про те, що ці добавки, додані на стадії кип'ятіння сусла, місять мікроелементи, які стимулюють дріжджі та роблять їх більш активними. Ще однією причиною покращення зброджування

сусла дріжджами можна вважати кращу коагуляцію білка (табл. 2). Це, у свою чергу, викликано підвищеним вмістом поліфенольних речовин, що мають властивості утворювати нерозчинні комплекси з білковими речовинами і зумовлюють краще осідання зависей пива, які при їх недостатньому вилученні в подальших технологічних стадіях зменшують бродильну активність дріжджів [10; 17].

Зразок, до якого було додано кизил, також продемонстрував кращий результат, ніж контрольний зразок, проте різниця була несуттєва.

Для порівняння в цифровому виразі можна сказати, що контрольний зразок було зброджено на 55,0%; пиво з кизилом — на 57,1%; зразки пива з імбиром та калиною — на 60,3%. Різниця між контролем і зразком з кизилом склала 5,3%. Обліпиху зняли з експериментів через велику кількість завислих речовин.

Наступним етапом дослідження було порівняння кількості високомолекулярного азоту після стадії кип'ятіння сусла з хмелем. Для цього використовували ті самі зразки, що і в попередньому експерименті.

Результати дослідження впливу антиоксидантів на процес коагуляції високомолекулярних білків при кип'ятінні сусла, які наведені у табл. 2, свідчать про те, що додавання нетрадиційної сировини разом із хмелем сприяє коагуляції білків у пивному суслі. Оцінюючи дані, отримані під час досліджень, можна зробити висновок, що найкраще зменшенню кількості загального азоту після кип'ятіння сприяє внесення під час кип'ятіння ягід калини. Результат зменшення кількості високомолекулярного білка у вихідному зразку без додавання хмелю виявився найгіршим.

Таблиця 2. Вміст загального азоту у зразках при використанні досліджуваної сировини з підвищеним вмістом антиоксидантів

Зразок	Таніновий показник	Вміст коагулюючого азоту мг/100 дм ³
Вихідне сусло	0,438	16,1
1	0,366	15,2
2	0,344	14,1
3	0,351	14,4
4	0,335	13,7

На наступному етапі дослідження порівнювали фізико-хімічні показники якості готового пива з добавками антиоксидантів і контрольного зразка. Ці дослідження були проведені на 21 добу дозрівання пива. Отримані дані за основними показниками наведені в табл. 3.

Таблиця 3. Фізико-хімічні показники якості пива з добавками різних антиоксидантів

Зразок	Вміст дійсного екстракту, %	Вміст спирту, %	Колірність, см ³ 0,1н I2 на 100 см ³	pH	Кислотність, см ³ 0,1н NaOH на 100 см ³	Таніновий показник
1	4,8	3,7	0,40	4,4	1,8	0,355
2	4,7	3,8	0,41	4,46	1,8	0,335
3	4,5	3,8	0,40	4,46	1,8	0,342
4	4,4	3,9	0,41	4,42	1,9	0,321

Встановлено, що кращим зразком є пиво, стабілізоване шляхом добавки калини. Цей зразок пива має найнижчий таніновий показник, що вказує на найменшу кількість білків, здатних до утворення помутнінь у ньому в процесі зберігання.

Висновки

Досліджено можливість використання плодів кизилу та калини, а також коріння імбиру. Визначено, що додавання імбиру і калини під час технологічної операції кип'ятіння сусла з хмелем продемонстрували найкращі показники стійкості (за таніновим показником) і якості готового пива. Отже, додавання нетрадиційної сировини є найбільш доцільним на стадії приготування сусла.

Виходячи з аналізу наявних науково-технічних джерел інформації, а також проведених експериментальних досліджень сформульовано такі висновки:

- доведено ефективність застосування антиоксидантів (АО) з вибраної рослинної сировини для запобігання небажаних процесів окиснення пива під час його зберігання;

- виявлено, що більш стійкими до зміни своїх окислювально-відновних властивостей і скисання є зразки, до яких було додано калину. Всі зразки, в які було додано нетрадиційну рослинну сировину з підвищеним вмістом антиоксидантів, продемонстрували кращу стійкість до скисання. Це доводить доцільність використання цієї сировини для підвищення терміну зберігання пива;

- Встановлено, що додавання нетрадиційної сировини з підвищеним вмістом антиоксидантів і дубильних речовин позитивно впливає на таніновий показник у готовому пиві. У зразках, в які було додано досліджувану сировину, спостерігалось зменшення цього показника, що, у свою чергу, вказує на зменшення високомолекулярних білкових речовин у пиві, які виступають компонентами колоїдних помутнінь.

Література

1. Антиоксиданты из растительного сырья в технологии стабилизации пива / Данилова Л. А. и др. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2013. № 1. С. 23—26.
2. Біологічна хімія: підручник / Л. Ф. Павлоцька, та ін. Суми: Університетська книга, 2011. 510 с.
3. Поживні властивості кизилу: URL. <https://healthday.in.ua/travi/kizil> (дата звернення 11.10.2019).
4. Меледина Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. СПб.: Изд-во «Профессия», 200. 304 с.
5. Витковский В. Л. Плодовые растения мира. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. 592 с.
6. Меледина Т. В., Дедегкаев А. Т. Коллоидная стойкость пива: учебн. пособие, СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. С. 90.
7. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. з нем. СПб.: Профессия, 2009. 1100 с.
8. Пиво. Загальні технічні умови: ДСТУ 3888-15. [Чинний від 2015-1-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2015. 13 с. (Національний стандарт України).

9. Копова В. М., Мукоїд Р. М., Коберніцька А. О. Дослідження впливу використання порошкоподібного цикорію в пивоварінні: *Engineering Studies, Taylor & Francis*. 2018. Issue 3 (2), Volume 10. P. 812—830.
10. Optimization of main fermentation of high-gravity wort / Ruslana Kosiv, Tetiana Kharandiuk, Lyubov Polyuzhyn, Liubov Palianytsia, Natalia Berezhovska: *Chemistry & Chemical Technology*. 2016. Volume 10, number 3. P. 349—353.
11. Харандюк Т. В., Косів Р. Б., Борух О. М., Далибожик Р. С. Зниження вмісту віцинальних дікетонів при зброджуванні високогустинного сусла. *Науковий вісник ЛНУВМБТ*. 2017. Volume 10. P. 149—152.
12. Sitia R., Braakman I. Quality control in the endoplasmic reticulum protein factory. *Nature*. 2003, 426(6968): 891—894. doi: 10.1038/nature02262.
13. Закон «О чистоте пива». URL: [tp://www.pivnovbar.ru/page/show/zakon_o_chi stote_piva.htm](http://www.pivnovbar.ru/page/show/zakon_o_chi_stote_piva.htm). (дата звернення 10.09.2019).
14. Kretova Y. I. Prospects for the use of unconventional raw materials in brewing technology: domestic and foreign experience. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*. 2017. Vol. 5, No. 4, P. 12—18.
15. Mussche R. Proceedings of 21 st. Convention. Inst. Brew. N. Zealand-Australia, 1990. P. 136—140.
16. Steenackers B., De Cooman L., De Vos D. Chemical transformations of characteristic hop secondary metabolites in relation to beer properties and the brewing process: a review. *Food Chem*. 2015; 172: 742—756.
17. Bamforth C. W., Muller R. E., Walker M. D. Oxygen and Oxygen Radicals in Malting and Brewing: A Review. *J. A. Soc. Brew. Chem*. 1993. № 51. P. 79—88.
18. Mikyška A., Hrabak M. The role of malt and hop polyphenols in beerquality, flavour and haze stability. *J. Inst. Brew*. 2002. P. 78—85.