

Beer technology optimization through improvement of beer wort making

Zoriana Romanova, Viktor Zubchenko,
Mykola Romanov, Oleksandr Gushlenko

National University of food technologies, Kyiv, Ukraine

Keywords:

Hexachlorobenzene
Beer
Wort
Mashing
Polyphenols
Turbidity
Physical factors

Article history:

Received 10.09.2012
Received in revised form
26.09.2012
Accepted 03.10.2012

Corresponding author:

O. Gushlenko
E-mail:
gluk7c5@gmail.com

ABSTRACT

Main purpose of this work was to improve process of wort making to produce beer resistant to colloidal turbidity. The main reasons for the formation of colloidal turbidity, except aging, oxidation, polymerization, adsorption, also has a major impact by insolubility of polyphenols and dehydration of colloidal proteins. Formation haze of beer in most cases accompanied by a gradual deterioration of flavor and taste of beer. The aim of the work was to create a beer recipe resistant to turbidity through the selection of aromatic raw materials which has antioxidant properties, and therefore rich in phenolics and other components. However, boiling wort (is obligatory with hops) is a series of physical and chemical processes that may contribute to prolonged exposure to heat to create a stable insoluble compounds with colloidal nature. This results using expensive filter material and equipment in the future. In order to avoid unwanted insoluble fractions was also investigated using nitrogen gas laser with a wavelength of $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}m$. to activate the formation of flavofen-protein compounds that promote lighting wort and thus increase the stability of beer. To achieve results, irradiation was performed within 10.1 minutes.

УДК 663.543

Оптимізація технології приготування пива шляхом вдосконалення процесу приготування пивного сусла

Зоряна Романова, Віктор Зубченко,
Микола Романов, Олександр Гушленко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ

Однією з найважливіших проблем розвитку пивоварної галузі в наш час є підвищення якості продукції, що випускається, її маркетингової конкурентоспроможності, в першу чергу зниження собівартості й покращення

асортименту. В сучасних економічних умовах цього можна досягти шляхом розробки і впровадження способів виробництва, спрямованих на скорочення тривалості основних виробничих стадій й покращення якості пива без значних витрат матеріальних і енергетичних ресурсів. Одним з напрямків розв'язання даної проблеми є оптимізація технології пива шляхом вдосконалення процесу приготування пивного сусла. Серед багатьох хімічних процесів, що ведуть до погіршення якості харчових продуктів, чи не найголовніше місце посідають окислювальні процеси. Пиво у цьому відношенні є дуже вразливим, оскільки навіть незначний перебіг окислювальних процесів у ньому призводить до суттєвого погіршення органолептичних якостей напою, які, як відомо, є найголовнішими критеріями якості для споживача. Такі процеси прийнято називати окислювальним “старінням” чи органолептичним “старінням” [1].

Існує багато наукових робіт, що присвячені питанню окислювального старіння пива. Всі автори приходили до висновку, що ці процеси є неминучими і єдине, що можна зробити, – підвищити антиокислювальну стійкість напою і таким чином вплинути на швидкість їх перебігу [4–6]. Було встановлено, що такі процеси йдуть за радикально-ланцюговим. Питання окислювального старіння пива залишається актуальним.

Пиво має дуже складний хімічний склад. Залежно від сорту пива, технології його виготовлення та використаної сировини змінюється його кількісний та якісний склад. Для більшої зручності прийнято розділяти всі компоненти пива на головні та мінорні.

Головними компонентами пива є вода (91 – 93%), вуглеводи (1,5 – 4,5%), етиловий спирт (3,4 – 4,5%) та азотовмісні сполуки, які представлені, головним чином, амінокислотами та поліпептидами (0,2 – 0,65%). Переважна кількість вуглеводів пива (75 – 85%) складається з декстринів. На прості цукри (глюкоза, фруктоза, сахароза) припадає 10 – 15% від загальної кількості вуглеводів. І тільки 2 – 3% вуглеводів представлені складними цукрами (поліцукриди та ін.). Пиво містить незначну кількість вищих спиртів (50 – 100 мг/л), метиловий спирт практично відсутній.

Мінорними компонентами пива є мінеральні речовини, вітаміни, органічні кислоти, фенольні сполуки, гірки речовини, ароматичні речовини, біогенні аміни, естрогени.

Майже всі вітаміни присутні у пиві у фосфорельованій формі. Органічні кислоти представлені у пиві головним чином лимонною, піровиноградною, оцтовою, глюконовою, шавлевою кислотами. Цим і пояснюється те, що рН свіжого пива знаходиться у кислих межах (рН = 5,1 – 5,4).

У технології пива одним із найважливіших етапів є приготування пивного сусла, адже його якість визначає продуктивність заводу, стійкість готової продукції, втрати при приготуванні. Технологія пивного сусла визначає якість готового пива, його стійкість до помутніть.

Велика частина екстрактивних речовин присутня в пиві у вигляді колоїдних розчинів. Окремі компоненти – білки, поліфеноли (дубильні речовини), декстрини і пентозани мають в розчинах властивості ліофільних солей [1].

Поліфенольні (дубильні) речовини, які беруть участь в утворенні колоїдних помутнінь у пиві, переходять із солоду і хмелю у сусло, а потім у пиво. Колоїдні помутніння утворюють головним чином антоціаногени, що містяться в хмельових і солодових дубильних речовинах [2].

Отже, небезпека виникнення помутнінь у пиві зростає із збільшенням дози хмелю. У солоді головну частку антоціаногенів містить оболонка, тому велику колоїдну стійкість має пиво з сусла, отриманого з солоду, заздалегідь звільненого від оболонки [2].

Разом з основними причинами утворення колоїдного помутніння, такими як старіння, збільшення часток, окислення, полімеризація, адсорбція, великий вплив має нерозчинність поліфенолів і дегідратація колоїдних білків [1,2].

Найважливішими для пивоваріння поліфенолами є: флавоноли, катехіни і антоціаногени, які впливають на його органолептичні властивості. Утворення помутніння пива у більшості випадків супроводжується поступовим погіршенням аромату та смаку пива [1].

На даний момент часу проведено багато робіт по вивченню рослинних екстрактів, які містять фенольні похідні. При вивченні екстракту деревини дуба, який використовується для виробництва вина, встановлено, що цей екстракт виявляє високу антиоксидантну властивість за рахунок вмісту великої кількості дубильних сполук. [3,4]. Варто підкреслити, що вивчений екстракт, пригноблюючи утворення активних форм кисню, запобігає цитотоксичним ефектам вільнорадикального окиснення на самих ранніх стадіях приготування вина.

Виявлення поліфенолів у екстрактів дуба в біологічних системах, отриманого за ГОСТ Р 51299-99, відкриває перспективу досліджень, що направлені на пошук шляхів його використання у складі харчових продуктів.

Екстракти з трави м'яти, листя підбілу, плодів горобини, трави чебрецю і звіробою, отримані згідно ТУ У 18.483-98, вже тестувалися на пиві. Було встановлено, що їх введення у середині технологічної схеми виготовлення напою не тільки підвищує смакову стабільність готового напою, а також позитивно впливає на збереження гірких речовин хмелю, що у кінцевому результаті сприятиме стійкості пива.

Відомі наукові розробки, де шляхом внесення підібраного ферменту та його кількості, вдавалось підвищувати стійкість безалкогольних напоїв ,а також наукові дослідження впливу електромагнітних хвиль для подовження стійкості пива [2]. Отже, поліфеноли сировини крім антиоксидантних та радіпротекторних властивостей, мають властивість сприяти, як стійкості напоїв, так і спричиняти помутніння. Експериментально встановлено, що використовуючи стабілізуючі фактори можливо уникнути виникнення помутнінь.

Тому актуальним завданням залишається підбір таких впливових факторів на сусло , щоб стійкість готового пива була оптимальною.

Методи досліджень

Дослідження були спрямовані на пошук багатой на антиоксидантні властивості сировини, яка містить фенольні сполуки. Ці сполуки сприяють осадженню білкових комплексів під час однієї із найважливіших процедур у пивоварінні - кип'ятіння сусла з хмелем і уникненню у подальшому колоїдних помутнінь.

Відомості про існуючі стабілізуючі речовини (ферменти, сорбенти), які широко використовують для досліджуваної мети мають ряд недоліків таких як:

- дороговизна матеріалів та обладнання для їх використання;
- неприродність походження більшості з них;
- складності виведення поліпшу вальних матеріалів з готової продукції або його неможливість;
- утворення об'ємного осаду на стадії фільтрації готового пива, що збільшує затрати.

З усіх можливих факторів впливу на окислювальні процеси старіння пива перевага надана підбору внесеної кількості підбраної пряно-ароматичної сировини та фізичним безконтактним чинникам.

Розробка технологій з застосуванням безконтактних способів взаємодії є актуальною, бо вони є екологічно чистими у практичному застосуванні і при оптимально вибраних режимах можуть принести суттєвий економічний і соціальний ефект.

З метою дослідження впливу компонентів пивного сусла на колоїдну стійкість пива було обрано ультрафіолетове опромінювання за допомогою азотного газового лазера при довжині хвилі $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ м.

Метою роботи було:

- здійснення підбору пряно-ароматичної сировини, багатой на фенольні компоненти, яка при кип'ятінні сусла з хмелем сприятиме освітленню останнього.
- дослідження впливу ультрафіолетового опромінювання на активацію процесів кип'ятіння сусла (з внесеною кількістю підбраної пряно-ароматичної сировини)
- вибір оптимального часу ультрафіолетового опромінювання за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$

Об'єкти дослідження : сусло, пряно-ароматична сировина (м'ята, імбир, коріандр), процес кип'ятіння сусла з хмелем, процес ультрафіолетового опромінювання за допомогою азотного газового лазера, конгресне сусло, удосконалення рецептури пива з метою підвищення його колоїдної стійкості.

Екстракти з трави м'яти, листя підбілу, плодів горобини, трави чебрецю і звіробою, отримані згідно ТУ У 18.483-98, вже тестувалися на пиві [4,5]. Було встановлено, що їх введення у середині технологічної схеми виготовлення напою не тільки підвищує смакову стабільність готового напою, а також позитивно впливає на збереження гірких речовин хмелю, що у кінцевому результаті сприятиме стійкості пива. [4,5].

Для досягнення поставленої мети були сформульовані та вирішені такі задачі:

- підбрана пряно-ароматична сировина: імбир, імбир-гвоздика (рис.1)
- дослідження впливу ультрафіолетового опромінювання за допомогою азотного газового лазера при довжині поля $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ на активацію ферментів солоду та отриманні якісного складу сусла;
- визначення оптимального режиму опромінення ультрафіолетовими променями на затори та готове сусло;
- дослідження впливу ультрафіолетового опромінювання за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ на органолептичні показники готової продукції. Для цього було визначено:
 - екстрактивність охмеленого сусла (поляриметричний метод)
 - рН охмеленого сусла (рН-метром)
 - вміст вільного азоту в охмеленому суслі (метод Попа-Стівенса)
 - вміст поліфенолів у перерахунку на галотанін (фотометричний метод визначення)
 - вміст сирової мальтози (метод окиснення альдоз йодом за методом Вильштеттера-Шудля)
 - вміст показника колоїдної стійкості готового пива (реакція осадження білкових речовин концентрованим сульфатом амонію) до і після ультрафіолетового опромінювання за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$.

Робота розподілялась на декілька етапів.

На першому етапі досліджень передбачався підбір сировини та визначення співвідношень солодової і не солодової сировини, так як неправильно обрана сировина, не стандартної якості, негативно впливає на якість сусла і готового пива.

На другому етапі було здійснено обґрунтування доцільності використання фізичних методів безконтактного впливу на затори та готове лабораторне сусло. Серед багатьох вже відомих методів зупинились на ультрафіолетовому опроміненні за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ м., а також проведення експериментів з метою отримання позитивних результатів при термінах опромінення в межах від 30 с. до 10 хв.

На третьому етапі - дослідження аналітичного складу та властивостей сусла, отриманого з підбраного співвідношення компонентів сировини та часу опромінювання за допомогою азотного газового лазера при

$\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ м. від 1хв. до 10 хв., доведення доцільності використання фізичних методів безконтактного впливу, адже сусло дуже ніжний продукт і фахівці рекомендують мінімального втручання в готове сусло.

На четвертому етапі – з оптимального складу підбраної сировини приготування сусла та пива за оптимальними фізико-хімічними та органолептичними показниками при підбраній величині та часі досліджуваного ультрафіолетового опромінювання. Дослідження результату – підвищення виходу екстрактивних речовин з одиниці сировини за умови стабільного складу пивного сусла та загалом готового пива.

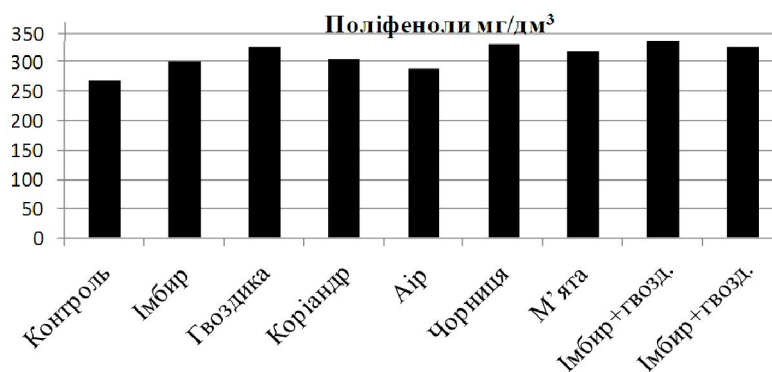


Рис. 1. Вміст поліфенолів у досліджуваній сировині.

Підбір сировини досліджували за необхідним вмістом поліфенолів (Рис 1.)

Для отримання сусла використовували світлий ячмінний солод. Гідромодуль затору складає 1:5. Для розробки рецептур використовували солод ячмінний світлий, що відповідає вимогам ДСТУ 4282:2004, хміль ароматичний ($\alpha=5,4$), що відповідає вимогам ДСТУ 4098.1-2002, вода питна ГОСТ 2874-82 та пряно-ароматична сировина: гвоздика, імбир, коріандр, м'ята перцева, плоди чорниці (сушені), корінь айру.

Сусло отримували інфузійним способом з відповідними паузами. Час оцукрення відповідає нормі і складає не більше 25 хвилин. Фільтрування затору проводили через складчастий фільтр без промивання промивними водами. Початкова концентрація сусла становила 11-13% сухих речовин.

Контроль вмісту сухих речовин здійснювався полярометричним методом. Для кип'ятіння суслу з хмелем відбирались зразки по 250см³. Розрахунок внесення пряно-ароматичної сировини проводили використовуючи органолептичну оцінку готових зразків і складала (одиниця порції дорівнює 0,016г/250см³):

Опроміювання за допомогою газового лазера проводили перед процесом затирання (на цитолітичній паузі) та після кип'ятіння сусла. Початкова концентрація сусла становила 15-18% сухих речовин. Всі зразки були розведені підготованою водою до 11-13% сухих речовин. Контроль вмісту сухих речовин відбувався полярометричним методом. Для кип'ятіння сусла з хмелем відбирались зразки по 250мл. Розрахунок внесення хмелевих речовин за показником гіркоти згідно відповідних інструкцій. Перед кип'ятіння сусла проводили опроміювання за допомогою газового лазера від 1 до 10 хв.

Стійкість пива перевіряли прямим методом зберігання при температурі 5-7⁰ С. Дані наведені у таблиці 1.

*Таблиця 1.
Вплив електромагнітного опромінення на стійкість пива*

Зразок	Час опроміювання сусла (50 мл) після кип'ятіння, хв.	Стійкість пива, діб
Контрольний зразок	0	3
Електромагнітне опромінення	1	3
	2	4
	4	5
	6	5
	8	5
	10	5

Оскільки виробництво пива у нашій країні не стримано законом про «чистоту пивоваріння» (якої дотримуються у Німеччині, що склад пива: вода, солод, дріжджі, хміль і все.), було цікавим розширити асортимент напою за рахунок внесення невеликої кількості пряно-ароматичної сировини, багатой на фенольні речовини, що сприятимуть стійкості пива.

Для підтримання і стабілізації процесів освітлення цікавим було використання фізичних чинників, а саме ультрафіолетового опроміювання за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$

Результати та обговорення

Проведені дослідження показали, що після оброблення заторів, у розчин переходять всі необхідні продукти зернової сировини, які використовуються у подальших процесах пивоваріння.

Сусло, отримане у даному експерименті має більший вміст розчинних речовин порівняно з контролем - суслем, затір якого не підлягав впливу лазерного опроміювання. Під час опромінення готового сусла після кип'ятінням з хмелем та підбіраною внесеною сировиною, отримане освітлене сусло краще фільтрувалось. Час фільтрування склав близько 50 хвилин (тоді як контроль фільтрувався більше години, що дало підстави переконатись про отримання більш стійкого пива.

Зразки пива, отримані в результаті досліджень були відносно прозорими, декотрі з блиском, мали приємний аромат, проте над смаком потрібно попрацювати у наступних дослідженнях. Стійкість пива після витримання протягом 7 діб щоденного контролю становила для контролю - 3 доби, для дослідних зразків - 5 діб.

Висновки

Підібрана пряно-ароматична сировина з необхідним складом поліфенолів, а саме імбир-гвоздика.

Вибраний фізичний електромагнітний чинник - азотний газовий лазер з довжиною хвилі $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ для активування ферментативних та фізико-хімічних механічних процесів.

Встановлено, що визначення оптимального часу впливу променів на затори дає можливість скоротити термін оцукрення з 25 до 15 хвилин, а також скоротити термін кип'ятіння сусла з хмелем.

Показники колоїдної стійкості готового пива (реакція осадження білкових речовин концентрованим сульфатом амонію після ультрафіолетового опромінювання за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ були значно вищі, ніж у контролі (не опромінені зразки).

Дослідження показали, що для досягнення результативних показників достатньо проводити опромінювання за допомогою газового лазера впродовж 3-4 хвилин.

Використання натуральної сировини та безконтактних способів взаємодії, а саме ультрафіолетового опромінювання за допомогою азотного газового лазера при оптимально вибраних режимах можуть принести суттєвий економічний і соціальний ефект.

Література

1. Андреева О.В., Шувалова Е.Г., Осадки в пиве: атлас частиц, которые могут быть обнаружены в разлитом пиве. – М. МИЦ Пиво и напитки XXI век, 2004.
2. Кунце В. Технология солода и пива. Перевод с нем., - С-Пб., Издательство «Профессия», 2003. – 912 с.
3. Сарафанова Л.А. Применениепищевых добавок в индустрии напитков. – С-Пб.: Профессия, 2007. – 240 с.
4. Beer, Chapter 4 - Colloidal stability of beer, 2009.
5. Kenneth A. Leiper, Michaela Miedl, Bart Vanderhaegen, Hedwig Neven, Hubert Verachtert, Guy Derdelinck. The chemistry of beer aging – a critical review / Food Chemistry. -Volume 95. - April 2006.
6. Sofie A. Depraetere, Filip Delvaux, David De Schutter, Ian S. Williams, Joris Winderickx, Freddy R. Delvaux
7. The influence of wort aeration and yeast preoxygenation on beer staling processes / Food Chemistry, Volume 107, Issue 1, 1 March 2008, Pages 242-249.
8. Philippe Perpète, Sonia Collin. Influence of beer ethanol content on the wort flavour perception Food Chemistry, Volume 71, Issue 3, 15 November 2000, Pages 379-385.
9. Vladimir Pozdniakov, Vladimir Grudanov, Paul Ebienfa. Experimental research of malt roasting process for production of dark beers / Journal of food and packaging science, technique and technologies. – 2012. – N1. – P. 10-13.