

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ГОТОВОГО ПИВА І ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО СТІЙКОСТІ

А.Є. Мелетьєв, д. т. н., професор,

К.О. Данілова, к. т. н., с. н. с.,

С.Т. Олійнічук, д. т. н.,

Інститут продовольчих ресурсів НААН

У статті досліджуються біохімічні процеси, що відбуваються в готовому пиві під час його зберігання.

Визначено мікробіологічний склад непастеризованого та пастеризованого пива. Показано, що пастеризація є дієвий спосіб для забезпечення біологічної стійкості пива.

Для оцінки впливу тривалого зберігання непастеризованого і пастеризованого світлого пива на його колоїдну стійкість проводились дослідження фізико-хімічних показників. Експериментальні дані після 2 місяців зберігання показали збільшення кислотності, мутності, зниження величини гіркоти, що пояснюється розвитком окисних процесів в пиві. Вміст амінного азоту в пиві при тривалому зберіганні не змінюється.

Ключові слова: *пастеризоване пиво, непастеризоване пиво, біологічна стійкість, колоїдна стійкість, мікробіологічні та фізико-хімічні показники*

RESEARCH OF BIOCHEMICAL PROCESSES DURING STORAGE OF BEER AND WAYS TO INCREASE ITS FIRMNESS

A.Ye. Meletiyev, D-r of Sciences, Technique,

K.O. Danilova, Ph. D., Technique,

S.T. Oliynychuk, D-r of Sciences, Technique,

Food Resources Institute of NAAS

Biochemical processes taking place in the prepared beer during its storage are investigated in the article. Microbiological composition of the unpasteurized and pasteurized beer is determined. It is shown that pasteurization is an effective method providing biological firmness of beer.

For the estimation of influence of the long term storage of the unpasteurized and pasteurized light beer on its colloid firmness of physical and chemical indexes a research was. Test results after 2 months of storage showed the increase of acidity, turbidity, decline size of bitter taste that can be explained by development of oxidizing processes in beer. The amount of amine nitrogen in beer at the protracted storage did not change.

Keywords: *pasteurized beer, unpasteurized beer, biological firmness, colloid firmness, microbiological, physical and chemical indexes*

Проблема підвищення стійкості пива набуває першорядного значення у зв'язку зі зростанням вимог до конкурентоздатності вітчизняного пива, розширенням ринку його збуту та реалізації його на великій відстані від місця виробництва. Процеси помутніння та пов'язані з цим зміни аромату і смаку пива спричиняють дві групи факторів – біологічні, що обумовлені розвитком у товарному пиві мікроорганізмів і визначають біологічну стійкість, та фізико-хімічні перетворення колоїдних речовин пива, які обумовлюють його колоїдну стійкість [1].

Пиво – це надзвичайно складна система, в якій більшість екстрактивних речовин присутні у вигляді колоїдних розчинів. Тільки невелика частина цих речовин пива утворює справжні (молекулярні) розчини. Загальна споживча якість пива залежить як від хімічного складу, так і певних його характеристик, пов'язаних із співвідношенням фізико-хімічних складових. У результаті доброджування та витримки усі основні показники пива стабілізуються відповідно до вимог споживача. Колоїдна система знаходиться в рівновазі,

яка може порушуватись відповідно до старіння колоїдів, денатурації білків та утворення нових адсорбційних сполук. Колоїдна рівновага хоч і повільно, проте постійно зміщується, колоїдні частки при цьому поступово збільшуються і утворюється видима опалесценція, а потім помутніння й осад. Рівновага складу колоїдів особливо помітно змінюється за високої температури, окислення і в присутності слідів важких металів. Від цього погіршується смак, пінистість пива, сортові особливості аромату та інші показники якості пива [2].

Якщо біологічну стійкість пива підвищують порівняно простим шляхом більш суворого дотримання належного санітарно-гігієнічного рівня виробництва та додатковою пастеризацією, то суттєве підвищення колоїдної стійкості пива вимагає застосування більш складних спеціальних технологічних заходів під час приготування і зброджування суслу та стабілізації пива перед випуском у продаж. Різноманітні адсорбенти, такі як таніни, силікагелі, полівінілполіпіролідон, а також ферменти, які використовують для стабілізації, сприяють зниженню вмісту основних попередників каламуті пива – поліпептидів і поліфенолів. Але вони часто мають негативний вплив на колір, піноздатність, хмельову гіркоту та специфічні сортові органолептичні особливості і не забезпечують достатню стабільність пива [3].

Найбільш важливими попередниками колоїдного помутніння пива є високомолекулярні азотисті речовини, кількість яких майже не зменшується у процесі доброджування. Зміни, що відбуваються в білках у процесі старіння під час витримки пива можна назвати денатурацією, з можливим їх випадінням в осад. Саме тому визначення кількісного складу азотистих речовин в процесі зберігання пива набуває важливого значення з точки зору стійкості готової продукції. Повітря, зокрема кисень, негативно впливає на смак пива. При окисненні поліфенольних речовин і гірких хмелевих речовин (ізогумулонів) пиво набуває неприємного смаку, а при окисненні летких речовин хмелю погіршується також і його аромат. Присутність кисню сприяє розмноженню дріжджів, викликаючи передчасні дріжджові помутніння.

Основні фактори, що впливають на термін зберігання пива [4]:

- сировина (солод, вода, хміль);
- технологія, за якою виготовляють пиво та регламенти виробництва (варильний цех, циліндро-конічні танки ЦКТ);
- спосіб фільтрації та фільтрувальні матеріали;
- лінії розливу та пакування, що застосовуються;
- температурні умови під час виробництва та зберігання пива;
- вміст діоксиду вуглецю та кисню, застосування захисної азотної атмосфери;
- дотримання санітарно-гігієнічних правил усього виробництва та пакування.

Мета роботи – дослідження динаміки зміни мікробіологічних і фізико-хімічних показників пастеризованого і непастеризованого пива в процесі його зберігання.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктами досліджень було світле пастеризоване і непастеризоване пиво в скляних пляшках з концентрацією сухих речовин в початковому суслі 11%.

Визначення фізико-хімічних показників пива проводили загальноприйнятими в пивоварній практиці методами [5]. Оцінку вмісту високомолекулярних азотовмісних речовин здійснювали фотоелектроколометричним методом, що ґрунтується на їх взаємодії з барвником Амідосварц і утворенні нерозчинних сполук, які випадають в осад. Визначення масової концентрації гірких речовин проводили шляхом екстрагування ізогумулону з пива ізооктаном і вимірюванні оптичної густини витяжки на спектрофотометрі при довжині хвилі 275 нм.

Результати та їх обговорення. Смакові недоліки пива можуть бути викликані продуктами життєдіяльності сторонніх мікроорганізмів, які інфікують пиво в ході технологічного процесу. В суслі і пиві розвиваються види мікроорганізмів, що пристосовані до існування в специфічних умовах пивоварного виробництва. Вони

належать до грампозитивних (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*) і грамнегативних бактерій (оцтовокислі, бактерії групи кишкової палички (БГКП) та сторонніх дріжджів родів *Saccharomyces* (крім дріжджів-продуцентів), *Pichia*, *Candida*, *Torulopsis* тощо.

Нами проводились дослідження складу мікроорганізмів пастеризованого і не пастеризованого пива під час його зберігання в межах терміну придатності. Зокрема, визначалась кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), бактерій групи кишкової палички (БГКП) та дріжджів і плісені. Було виявлено, що пастеризоване пиво не містило ніяких мікроорганізмів, навіть після закінчення його терміну зберігання. В непастеризованому пиві спостерігалось присутність МАФАНМ, БГКП та дріжджів. На рис.1 наведено фотографії колоній мікроорганізмів, що виростили на живильних середовищах після посіву проб непастеризованого пива.

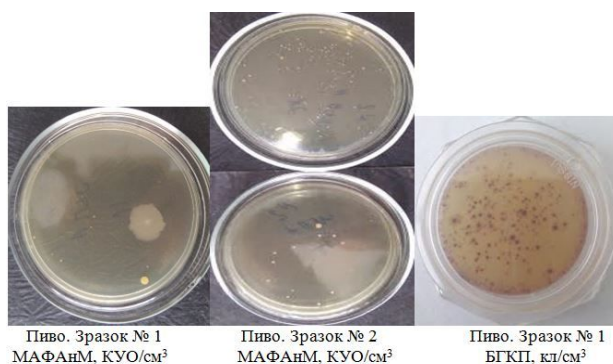


Рис. 1. Колонії мікроорганізмів, що виростили на живильних середовищах

В таблиці 1 наведено кількісні результати мікробіологічних досліджень різних зразків пива.

Таблиця 1

Результати мікробіологічних досліджень зразків пива

Зразок	МАФАНМ, КУО/см ³	Вимоги ДСТУ 3888- 2015	БГКП, кл/см ³	Вимоги ДСТУ 3888- 2015	Дріжджі та плісень, КУО/см ³	Вимоги ДСТУ 3888- 2015
Пиво світле пастеризоване Дата виробництва 05.12.2016 Вжити до 05.06.2017	0	Не більше $5,0 \cdot 10^2$	0	Не допускається	0	Не більше $0,5 \cdot 10^6$
Пиво непастеризоване Зразок № 1 Вжити до 04.07.2017	$1,0 \cdot 10^2$	Не більше $5,0 \cdot 10^2$	1,0	Не допускається	0	Не більше $0,5 \cdot 10^6$
Пиво непастеризоване Зразок № 2 Дата виробництва 01.06.2017 Строк придатності 20 діб	$1,2 \cdot 10^4$	Не більше $5,0 \cdot 10^2$	0	Не допускається	$1,6 \cdot 10^2$	Не більше $0,5 \cdot 10^6$

Як видно з даних таблиці 1, в пастеризованому світлому пиві не виявлено мікроорганізмів, в той час, як в непастеризованому світлому пиві визначалися мезофільні аеробні і факультативно анаеробні мікроорганізми до 1200 КУО в см³ проби (зразок № 2) і навіть бактерії групи кишкової палички (зразок № 1), що не допускається за вимогами ДСТУ 3888-2015 [6]. Вміст дріжджів в обох досліджуваних зразках непастеризованого пива був в межах норми.

На зберігання пива негативно впливають такі фактори:

наявність мікроорганізмів, що можуть рости в розлитому пиві (гетеро- і гомоферментативні види – *Lactobacillus*, *Pediococcus damnosus*, *Pectinatus*, *Saccharomyces diastaticus*, *Megasphaera* или *Brettanomyces*);

- підвищення температури під час зберігання;
- потрапляння прямих сонячних променів;
- доступ кисню;
- наявність важких металів;
- струшування;
- тривалість зберігання.

Нами проводилось дослідження якості пива в скляних пляшках в процесі його зберігання. Зразки пастеризованого і непастеризованого пива ставили на зберігання в склянках з широким горлом в термостат при температурі 20-22°C. Пиво зберігалось в контакт з атмосферним киснем. Після кожної доби зберігання пиво аналізували за показниками: рН, титрована кислотність, колір, величина гіркоти, вміст високомолекулярних азотистих сполук.

В таблиці 2 наведено зміну фізико-хімічних показників пива в залежності від терміну його зберігання.

Таблиця 2

Показники якості пива під час його зберігання

Показник	Доба зберігання									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Пиво непастеризоване										
рН	4,4	4,4	4,4	4,4	4,0	4,0	3,9	-	-	
Титрована кислотність, см ³	2,2	2,2	2,2	2,9	3,4	-	-	-	-	
Мутність, од.ЕВС	0,69	0,73	0,75	0,81	1,2	4,09	-	-	-	
Колір, см ³	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Величина гіркоти, од.ЕВС	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	
Амінний азот, мг/100 см ³	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	
Пиво пастеризоване										
рН	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,0	
Титрована кислотність, см ³	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,0	2,3	4,8	
Мутність, од.ЕВС	0,31	0,37	0,39	0,42	0,45	0,5	0,62	0,76	0,89	
Колір, см ³	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	
Величина гіркоти, од.ЕВС	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	
Амінний азот, мг/100 см ³	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	

Як видно з даних таблиці 2, рН непастеризованого пива знизилось після 3 діб зберігання, показник титрованої кислотності на 3 добу зберігання перевищив гранично-припустимі ДСТУ значення – 2,8 од. і склав 2,9 од. На 5 добу зберігання спостерігалось швидке помутніння пива. На нашу думку, це може пояснюватися процесом розвитку дріжджів.

В пастеризованому пиві показник рН знизився після 7 доби зберігання, титрована кислотність перевищила гранично-припустиме значення за ДСТУ на 2,8 од. і склала 4,8 од. також на 7 добу зберігання. На сьому добу зберігання спостерігалась поява каламуті, що пояснюється біологічним псуванням пива. Інші показники якості пива, як пастеризованого, так і не пастеризованого, а саме колір, величина гіркоти, аміний азот не змінювалися. Це пояснюється тим, що ці показники характеризують колоїдну стійкість пива, а в умовах експерименту біологічне його псування наступало раніше.

Для оцінки впливу тривалого зберігання пива на його колоїдну стійкість, всі зразки пива в пляшках були залишені на зберігання протягом 2 місяців у холодильнику при температурі 8-10°C. По закінченні строку зберігання зразки пива були проаналізовані за такими показниками, як кислотність, колір, величина гіркоти, загальний азот. Результати дослідження наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники пива після двох місяців зберігання

Зразок	Кислотність см ³ 0,1 н. NaOH	Колір, см ³ I ₂	Мутність, од. ЕВС	Аміний азот, мг/100 см ³	Величина гіркоти, од. ЕВС
Пиво непастеризоване	2,5	0,6	0,78	13,5	29,2
Пиво пастеризоване	2,4	0,7	0,41	13,3	28,6

Як видно з даних таблиці 3, фізико-хімічні показники пастеризованого і непастеризованого пива після 2-х місяців зберігання суттєво не відрізняються, однак пастеризоване пиво має нижчий показник мутності, величину гіркоти, вміст аміного азоту. На нашу думку, це може пояснюватися можливістю контакту пива з киснем, що міститься в горличку пляшки під час його пастеризації.

Висновки

Пастеризація є дієвий спосіб для забезпечення біологічної стійкості пива, в досліджуваному зразку пастеризованого пива не визначалось наявності мікроорганізмів навіть після закінчення терміну його зберігання. В досліджуваних зразках непастеризованого пива спостерігалось перевищення норми кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) та бактерій групи кишкової палички (БГКП) в період терміну його зберігання.

Дослідження фізико-хімічних показників пастеризованого і непастеризованого пива під час зберігання в контакті з атмосферним киснем показали, що зменшення рН і збільшення титрованої кислотності в непастеризованому пиві спостерігалось на 3 добу зберігання, в той час як в пастеризованому пиві це відбувалось після 7 діб. Це корелювалось із зростанням мутності досліджуваних зразків пива. Показники кольору, величини гіркоти, вмісту аміного азоту не змінювались під час зберігання і залишались на рівні вихідних значень. Це пояснюється тим, що ці показники визначають колоїдну стійкість пива, а в умовах експерименту біологічне його псування наступило раніше.

Дослідження фізико-хімічних показників непастеризованого і пастеризованого пива після 2 місяців зберігання в холодильнику в закритих пляшках показало, що при тривалому зберіганні збільшується показник кислотності, але його значення знаходяться у верхніх межах норми (2,4-2,5 см³), дещо збільшується показник мутності, що пояснюється

розвитком окисних процесів в пиві, знижується величина гіркоти. Вміст амінного азоту при тривалому зберіганні не змінюється.

Для виробництва непастеризованого «живого» пива необхідно дотримуватися санітарно-гігієнічних умов виробництва, а також здійснювати 2-х ступеневу фільтрацію готового пива перед його розливом, коли на етапі первинної фільтрації відбувається видалення дріжджів та чинників колоїдного помутніння, а на стадії кінцевої мікрофільтрації або «холодної стабілізації» пива відбувається видалення остаточної кількості дріжджів і мікроорганізмів на мембранному фільтрі.

Література

1. Гловачек, Ф. Пивоварение / Ф. Гловачек, А. Лхотский – М.: Пищевая пром-сть, 1977. – 623 с.
2. Домарецький, В.А. Технологія солоду та пива / В.А. Домарецький – К.: Фірма «Інкос», 2004. – 426 с.
3. Покровская, Н.В. Биологическая и коллоидная стойкость пива / Н.В. Покровская, Я.Д. Каданер – М.: Пищевая пром-сть, 1978. – 272 с.
4. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс – СПб.: Профессия, 2007. – 640 с.
5. Мелетьєв, А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / А.Є. Мелетьєв, С.Р. Тодосійчук, В.М. Кошова – Вінниця: Нова Книга, 2007. – 392 с.
6. ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови». Прийнято та надано чинності з 1 листопада 2015 року.