

УДК 663.44

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПИВОВАРІННЯ ЗА УЧАСТІ ФЕРМЕНТІВ

З.М. РОМАНОВА¹, О.С. РОМАНОВ¹, Л.О. КОСОГОЛОВА²

¹Національний університет харчових технологій, м. Київ

²Національний авіаційний університет, м. Київ

Пиво являє собою складну колоїдну систему. Поява осаду під час зберігання пива пов'язано з укрупненням розмірів частинок в результаті їх зіткнення, конденсації (окислення) і полімеризації. Причиною появи каламуті в свіжому пиві при його охолодженні є взаємозв'язок низькомолекулярних фенольних сполук з кислими білками пива. Для підвищення колоїдної стійкості пива на етапі отримання суслу використовують ферментні препарати, що містять цитолітичні, протеолітичні і амілолітичні ферменти. Більшість препаратів, що застосовуються в пивоварінні, є комплексними. Встановлено можливість використання ферментів Viscoferm на стадії ферментації. Метою задавання ферменту і галотанів – руйнування взаємозв'язку білків і високомолекулярних фенольних сполук – таноїдів, які зв'язуються з білками не тільки за допомогою водневих зв'язків, а й за допомогою гідрофобних та іонних зв'язків і не руйнуються при нагріванні. Дослідження показали, що найкращий ефект на стійкість пива завдає Viscoferm з концентрацією 0,02 г / дал.

Ключові слова: пиво, колоїдна стійкість, стабільність, ферменти, ферментні препарати (ФП) Viscoferm, галотаніни, помутніння.

Вступ. Одним із основних споживчих показників готового пива є його стійкість. При зберіганні пива з часом у ньому проходять окисні процеси. Завдяки кисню, який вступає в хімічні реакції з жирними кислотами, вітамінами, амінокислотами та ароматичними речовинами, утворюються сполуки, що змінюють колір, смак і фізико-хімічні показники. Одночасно з

фізико-хімічними процесами, що відбуваються під час зберігання пива, можуть протікати і мікробіологічні процеси, які сприяють мікробіологічному забрудненню готового пива. На сьогоднішній день виникає істотна проблема фізико-хімічної стабілізації пива, тобто отримання пива стійкого до біологічних помутнінь.

Основним чинником, що визначає біологічну стійкість пива є санітарно-гігієнічний стан виробництва. Підвищити біологічну стійкість дозволяє також виключення на всіх етапах виробництва застою напівпродуктів і пива у ємкостях та трубопроводах, високий ступінь зброджування пива та обмеження доступу до нього кисню повітря. Важливу роль у справі забезпечення високої біологічної стійкості пива відіграє мікробіологічний контроль виробництва [1,2,9].

До спеціальних способів підвищення біологічної стійкості пива відноситься пастеризація, знепліднююча фільтрація, електрофізичні методи обробки пива і використання консервантів.

Розрізняють два види помутніння пива: холодне (оборотне) та необоротне.

Причиною виникнення помутніння в готовому пиві при його охолодженні являється взаємозв'язок низькомолекулярних фенольних сполук з кислими білками пива. Крім того, при охолодженні проходять процеси дегідратації колоїдних частинок і утворення колоїдів з різними зарядами. Найбільше це стосується поліпептидів і полісахаридів, які в подальшому адсорбуються на поліфенолах. При підвищенні температури спостерігається руйнування утворених комплексів, так як поліфеноли і поліпептиди зв'язані між собою нестійкими водневими зв'язками. Колоїдний стан пива змінюється при збільшенні концентрації етанолу, при цьому відбувається зміна відношення між колоїдними частинками різної хімічної природи: збільшується доля поліфенольної та полісахаридної фракцій, в той час як кількість поліпептидів в осаді зменшується [2].

Необоротне помутніння не зникає при температурі 20 °С, воно виникає в процесі зберігання пива. В цьому випадку має місце як велика кількість

утворених водневих зв'язків між високомолекулярними з'єднаннями, так і утворення міцних ковалентних зв'язків. Розмір частинок необоротних помутнів більший, ніж в оборотних і коливається від 1 до 10–20 мкм.

Процес утворення необоротних помутнів прискорюється при збовтуванні пива і його зберіганні при високих температурах: вище 12 °С – для непастеризованого пива і вище 20 °С – для пастеризованого. Більша частина необоротних помутнів розчиняється при нагріванні до температури 40–70 °С [2]. Цей тип помутнів пов'язаний з процесом полімеризації флаваноїдів шляхом окислюючої конденсації, тобто з утворенням високомолекулярних фенольних сполук – таноїдів, які зв'язуються з білками не тільки за допомогою водневих зв'язків, а й з допомогою гідрофобних та йонних зв'язків, що не руйнуються при нагріванні. Хімічний склад осаду може суттєво відрізнятись в різних зразках пива. Ці варіювання залежать від якості сировини та технології виробництва пива [2].

До складу колоїдних помутнів входять:

- азотовмісні сполуки: білки солоду і несолодженого зерна, продукти гідролізу білків, денатуровані білки, продукти автолізу дріжджових клітин, білково-дубильні комплекси, частинки від осівшої піни;
- фенольні сполуки солоду, несолоджених зернових матеріалів, хмелю, білково-поліфенольні комплекси;
- полісахариди: α - і β - глюкани, крохмаль, пентозани [2].

Можна виділити наступні напрямки підвищення колоїдної стійкості пива: застосування зерна з низьким вмістом сполук, відповідальних за колоїдне помутніння; використання технологічних режимів у процесі отримання суслу і пива, направлених на зменшення вмісту в продукті білків, полісахаридів, поліфенолів, оксалатів, кисню тощо; застосування протеолітичних та амілолітичних ферментів, що здійснюють гідроліз білків і полісахаридів до з'єднань з меншою молекулярною масою; фільтрування пива з використанням марок кізельгуру з різною проникністю; тощо [4].

Для вирішення проблем стійкості йдуть шляхом використання хімічних, фізико-хімічних, ферментативних і механічних способів підвищення колоїдної стійкості пива. Вибір того чи іншого напрямку визначається конкретними завданнями, що стоять перед пивоваром [1,2,9].

Найефективнішим способом уникнення помутніть є комбінування багатьох методів стабілізації на різних стадіях пивоваріння.

Для підвищення колоїдної стійкості пива на етапі отримання суслу використовують ферментні препарати (ФП), що містять цитолітичні, протеолітичні, амілолітичні ферменти. Більшість ФП являються комплексними, крім основного ферменту вони містять велику кількість похідних ферментів та білків [3].

При виконанні дослідницької роботи розглянуто використання способу уникнення помутніть шляхом задавання ферментних препаратів на стадії ферментації.

Метою роботи було удосконалити технологію пива з підвищеною колоїдною стійкістю за рахунок використання ферментних препаратів у порівнянні з контролем (без використання ферментів) і галотанінами. Галотаніни – сполуки фенольної природи з великою молекулярною масою (600–3000) і 2–10 флавановими кільцями, що мають здатність не тільки осаджувати білки, але і мають виражені редуруючі властивості [2,4].

Для вирішення поставленої мети намітили наступні задачі досліджень:

- підбір концентрацій відповідних речовин (ферментів, галотанінів) та їх задавання на стадії бродіння, що дає змогу уникнути колоїдних помутніть в пиві;
- дослідження динаміки зброджування зразків (з ФП Viscoferm та галотаніном);
- дослідження динаміки зміни сухих речовин у готовому пиві, титрованої та активної кислотностей при 20 °С упродовж 21 доби.

Віскоферм – це збалансована суміш ксиланази, В-глюканази, амілази, целюлази та протеази, виведена шляхом ферментації штамму *Trichoderma* і штамму *Aspergillus*.

До його складу входять наступні ферменти:

- β -глюканаза – каталізує 1,3 і 1,4 глікозидні зв'язки β -глюканів, розбиває макромолекули в'язкого полімеру до низьков'язких ізомальтози і мальтотріози, здатний комплексно або частково руйнувати розчинні і нерозчинні целюлози і геміцелюлози злакових культур.

- Ксиланаза – руйнує компоненти зернової сировини, які важко піддаються гідролізу: пентозани, ксилани, бета-глюкан.

- Целюлаза – фермент класу гідролаз. Розщеплює полісахарид целюлозу (клітковину) з утворенням глюкози або дисахариду целлобіози.

- Амілаза – ферментативний гідроліз крохмалю.

- Протеаза – ферментативний гідроліз білків.

Механізм дії амілолітичних ферментів

При вивченні механізму дії амілолітичних ферментів є певні складності, і перш за все вони полягають у тому, що субстрат – крохмаль неоднорідний і має різні характеристики за ступенем полімеризації глікозидного ланцюга і кількості розгалужень.

Механізм впливу амілаз на субстрат може бути розглянуто з декількох позицій:

- 1) вид дії на зв'язки (α -1,4 або α -1,6);
- 2) тип впливу на субстрат (ендо- або екзо-);
- 3) вплив на швидкість гідролізу ступеня полімеризації субстрату;
- 4) можливість гідролізу олігосахаридів [1,2];

Наявність ознак амілаз, відображених в 3 і 4 позиції, при дії на лінійні субстрати може свідчити про існування у цих ферментів підцентрової структури. Активний центр амілази може складатися з декількох підцентрів, кожен з яких може вступати в реакції з глюкозними залишками.

Припустимо, що причиною високої каламутності пива не є β -глюкан, а α -глюкан, який накопичується в пиві в результаті гідролізу крохмалю. Це можуть бути утворення при розщепленні амілопектину в α -глюкани з α -1,4-зв'язками і глюкани з α -1,6-зв'язками. Слід зазначити, що α - і β -амілази гідролізують α -1,4-зв'язок: α -амілаза внутрішні, β -амілаза – з редуруючого кінця молекул крохмалю. Також варто звернути увагу на те, що α -1,6-зв'язки складають всього 4–5 % від суми α -1,4-зв'язків. Звісно, частина зв'язків залишається негідролізованою – це граничні α -декстрини з числом глікозидних залишків від 4 до 9 (їх кількість становить до 12 % від загального вмісту декстринів), полісахариди з переважним числом глікозидних залишків 13–14 од. (вони складають до 24 % від суми декстринів). Решту становлять полісахариди з числом глікозидних залишків більше 27 (до 60), які в своїй структурі можуть мати більше 2-х α -1,6-зв'язків. Всі ці декстрини не дають реакції з йодом та можуть бути причиною виникнення помутніть [1,2].

Протеолітичні ферменти включають в себе пептидази і протеїнази. Ці ферменти гідролізують високомолекулярні азотисті речовини до низькомолекулярних пептидів і амінокислот. Однак застосування протеолітичних ферментів при використанні солоду високої якості може викликати проблеми з піноутворенням і піностійкістю пива [2].

Основною реакцією, яку каталізують протеолітичні ферменти, є гідроліз пептидного зв'язку в молекулах білків і пептидів. Відповідно до сучасної класифікації протеолітичні ферменти (протеази) ділять на дві групи: ендо- і екзопептидази [2].

Продукти гідролізу білків розрізняються між собою за осадженням під дією різних факторів. Так, альбумози осаджуються насиченим розчином сульфату амонію, але на відміну від білків не коагулюють під час нагрівання. Пептони не осаджуються насиченим розчином сульфату амонію та під час нагрівання, але коагулюють під дією фосфорномолібденової кислоти і таніну. Поліпептиди і амінокислоти солями не осаджуються [2,5].

Матеріали та методи досліджень. Розглянемо способи проведення ферментації для досягнення стійкості пива. Під час проведення процесу бродіння потрібно враховувати такі особливості. В охолоджене сусло за дві години до введення дріжджів з метою стабілізації сусла вносять ферментний препарат, рекомендований для цих цілей, у відповідному дозуванні.

Бродіння сусла здійснюють у відкритих (або закритих) ємкостях за звичайно прийнятою на підприємстві технологією, але для отримання пива підвищеної стійкості тривалість бродіння для більш повного виброджування може бути збільшена до 10 діб [5].

Сусло з 12-% концентрацією сухих речовин зброджується до 3,6–4,2 % за цукроміром, з 13-відсотковою концентрацією – до 3,9–4,2 %. На стадії бродіння велике значення має енергійне, швидке «розброджування», тобто максимальне скорочення тривалості лагфази. Це є умовою швидкого зниження рН сусла та запобігання розвитку бактерій. Оскільки для інтенсивного розмноження дріжджів і бродіння, крім відповідного хімічного складу, потрібне збагачення його киснем, потрібно аерувати охолоджене сусло стерильним повітрям. Остерігатися при цьому «недоаерування» немає підстав, тому що сусло поглинає кисень до величини повного насичення, тобто до 8–10 мг/л. На якість та стійкість пива величезний вплив мають дріжджі. Дріжджі активно споживають кисень. Відомо, що 1 г дріжджів за 8–9 годин споживає 9,6 мг O_2 . Тому кисень, що міститься в суслі перед внесенням дріжджів, у процесі їх розмноження швидко споживається і до кінця головного бродіння в молодому пиві лишається менше 0,1 мг O_2 /л. Перед перекачуванням молодого пива на доброджування в танк треба внести ферментний препарат, який спочатку розчиняють у невеликій кількості пива (2–3 л).

Доброджують пиво за температури 0–2 °С та за тиску не нижче 0,05 МПа протягом 40–42 діб (тривалість доброджування встановлюється нормативною документацією на даний сорт пива) [3,4].

Доброджування за тривалого холодного витримування пива завжди покращує якість та стійкість пива. Це один з небагатьох технологічних

факторів, який завжди дає значну кореляцію зі стійкістю пива (головним чином з колоїдною). За сильного охолодження пива краще осаджуються дріжджі з адсорбованими на них бактеріальними клітинами та колоїдними речовинами, що сприяє гарному природному освітленню пива та покращенню умов його наступного фільтрування. В результаті отримують біологічно чисте та стійке пиво [4].

Різниця між кінцевим та досягнутим ступенем зброджування повинна бути 3–5 %, але не більше 5 %.

Рекомендовано, щоб пиво з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12 % містило не менше 3,4 % спирту, а з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 13 % – не менше 3,5 % [5].

За відсутності ферментних препаратів з рекомендованою активністю для стабілізації складу пива дозволяється використовувати підвищені дози іншого, рівноцінного за дією ферментного препарату з більш низькою активністю.

Ферментний препарат віскоферм використовували у вигляді водних розчинів, які готували з урахуванням активності.

Результати та їх обговорення. Метою задавання ферменту та галотаніну було зруйнувати взаємозв'язок частки білка та високомолекулярних фенольних сполук – танодів, які зв'язуються з білками не тільки за допомогою водневих зв'язків, а й з допомогою гідрофобних та йонних зв'язків, що не руйнуються при нагріванні. Ми розглянули динаміку зміни сухих речовин в суслі на стадії бродіння та в молодому пиві при температурі 20 °С.

На рис.1 наведено динаміку зміни сухих речовин у світлому суслі внаслідок ферментації та у період примусового старіння.

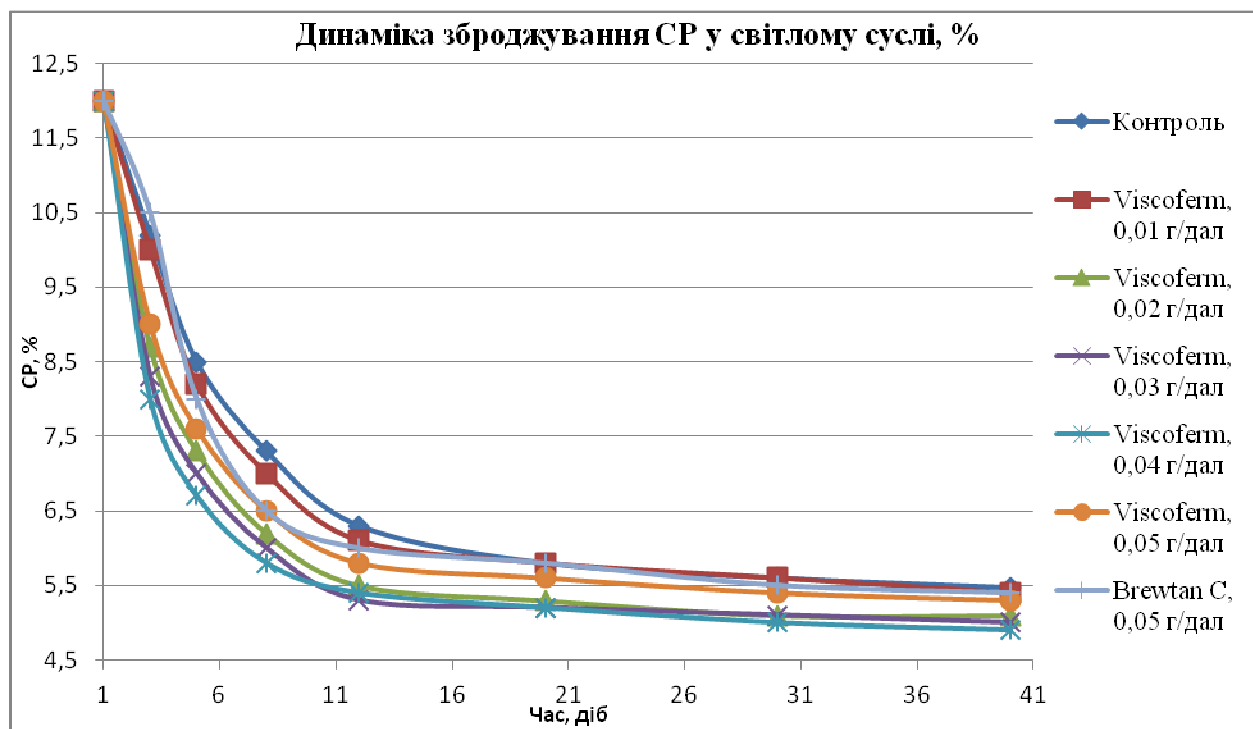


Рис.1. Динаміка збродження сухих речовин в світлому досліджуваному суслі при додаванні стабілізуючих речовин різної концентрації (Viscoferm та Brewtan C)

Динаміка зміни екстрактивних речовин в дослідному зразку з галотаніном в порівнянні з контролем не спостерігається. Більший вплив на динаміку збродження, як очікувалось, показали зразки з ферментним препаратом.

В тестовий період витримки пива (при 20 °С, упродовж 21 доби), сухі речовини спочатку витримуються і не змінюються близько 7 діб. Після чого починається плавне зниження показника сухих речовин за рахунок закисання продукту.

Отже, динаміка зміни екстрактивних речовин під час витримки при 20 °С в порівнянні з контролем спостерігається тільки в зразках з концентрацією ферментного препарату 0,02–0,04 г/дал (рис. 1).

Це свідчить про те, що концентрації 0,02 г/дал достатньо для руйнування білково-фенольних комплексів, що сприяють колоїдним помутнінням.

На рис. 2 наведено динаміку зміни сухих речовин у темному суслі внаслідок ферментації та у період примусового старіння.

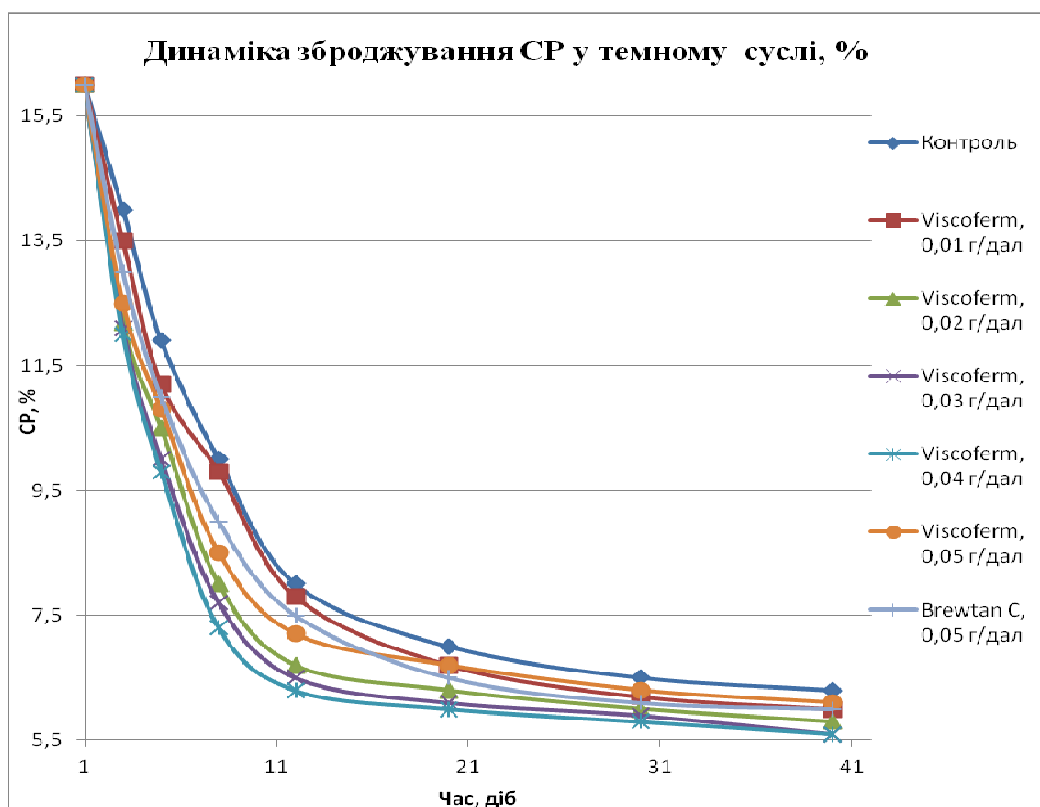


Рис.2. Динаміка збродження сухих речовин в темному суслі при додаванні стабілізуючих речовин різної концентрації (Viscoferm та Brewtan)

З рис. 2 видно, що динаміка зміни екстрактивних речовин під час витримки при 20 °С в порівнянні з контролем спостерігається також в зразках з концентрацією ферментного препарату 0,02–0,04 г/дал.

Дані дослідні зразки бродили дещо інтенсивніше порівняно з іншими. Зразок з Brewtan С показав дещо більшу динаміку бродіння порівняно з контролем. Найгірший результат показав контроль і зразок з ФП (Viscoferm) концентрацією 0,01 г/дал.

Отже, робимо висновок, що додавання ФП (Viscoferm) в концентраціях 0,02–0,04 г/дал на стадії ферментації позитивно впливає на динаміку збродження. По результатах експериментальних даних бачимо, що кількості ФП 0,02 г/дал достатньо, тому що збродження проходить інтенсивно і в цілях економії ферментного препарату нам достатньо такої кількості.

Далі було проведено порівняння загальної кислотності зразків (рис. 3 та рис. 4). Було встановлено, що значне наростання кислотності спостерігається у обох зразках з Brewtan C. На рис. 3 показана зміна загальної кислотності в світлому пиві при додаванні стабілізуючих речовин різної концентрації.

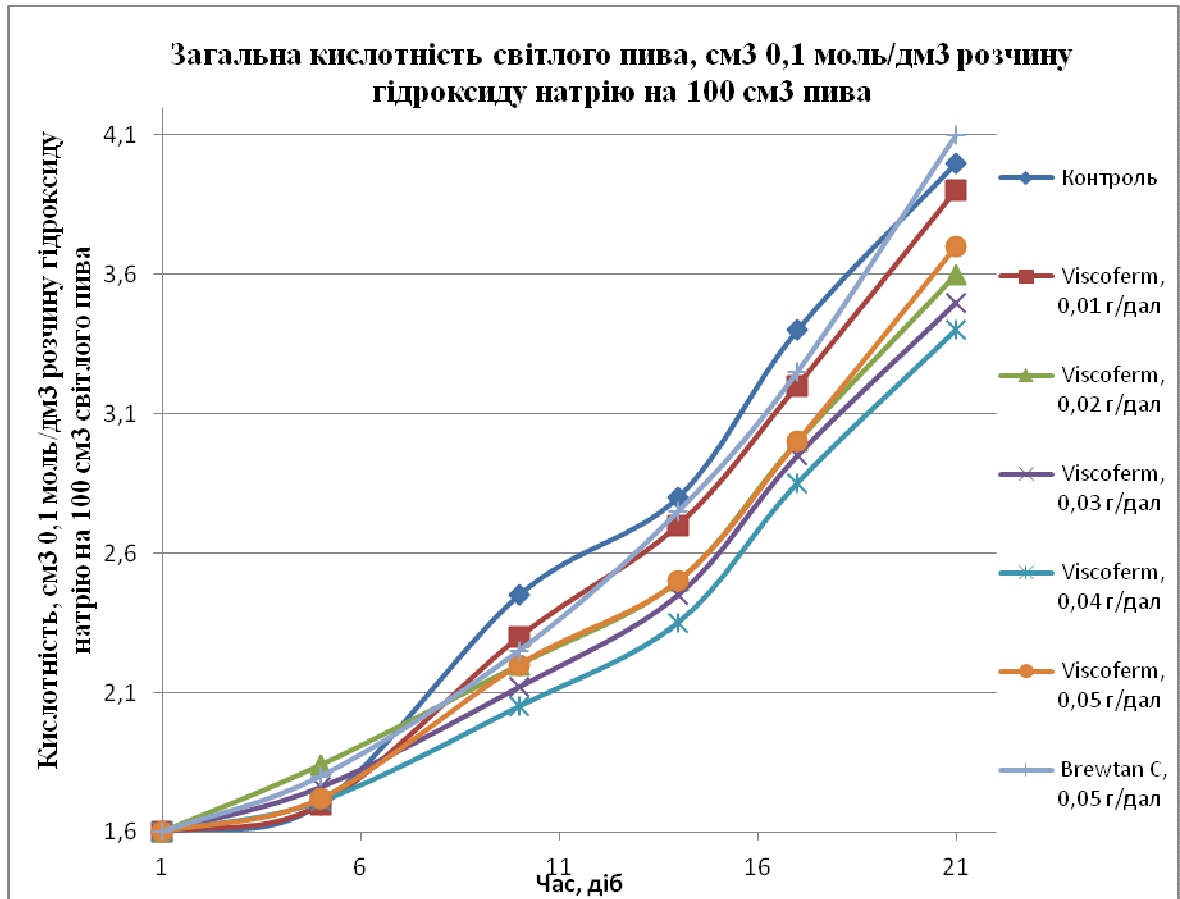


Рис.3. Зміна загальної кислотності в досліджуваних зразках світлого пива

З рис. 3 спостерігаємо, що зразок з Brewtan C зіпсувався раніше ніж контроль. Також показана дія ФП Viscoferm, який при концентраціях 0,02–0,04 г/дал становить позитивний вплив на загальну кислотність.

На рис. 4 показана зміна загальної кислотності в темному пиві при додаванні стабілізуючих речовин різної концентрації.

З рис. 4 спостерігаємо, що зразки з Viscoferm (0,02–0,04 г/дал) становлять позитивний вплив на загальну кислотність темного пива також. У випадку з темним пивом зразки з Brewtan C, контролем та Viscoferm (0,01 г/дал) показали майже однаковий незадовільний результат.

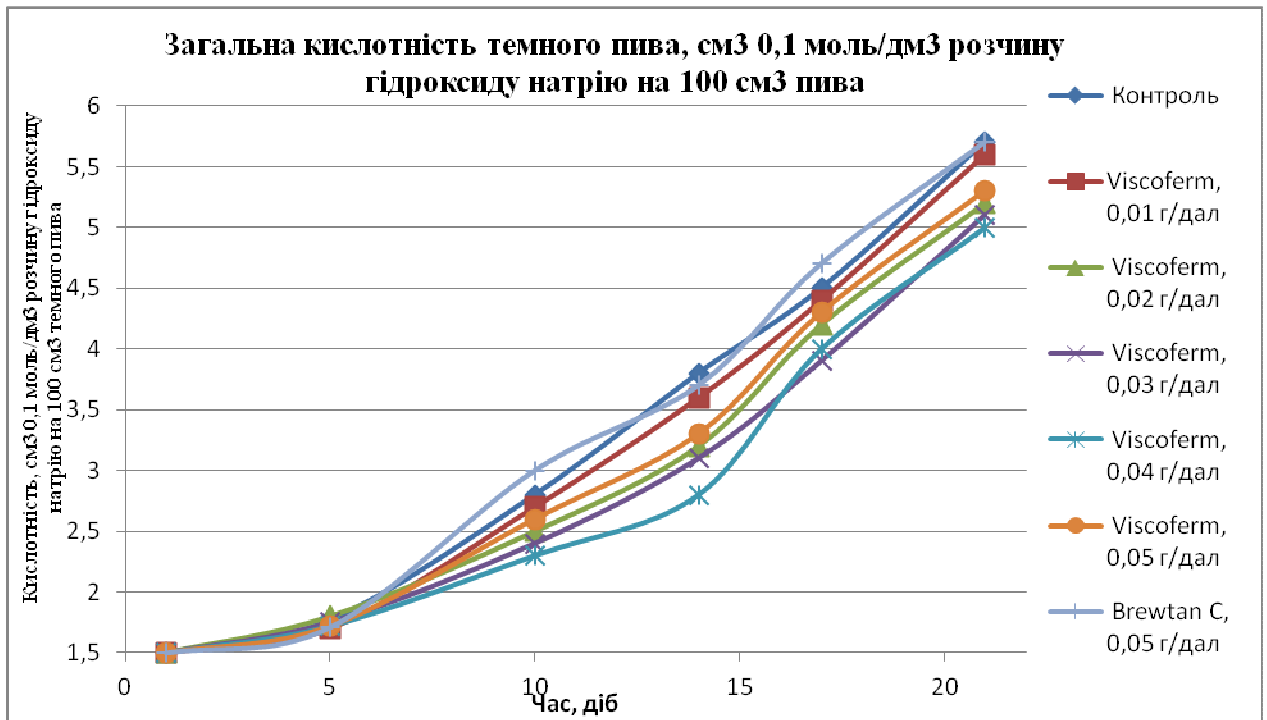


Рис. 4. Зміна загальної кислотності в темному пиві

Практично така ж тенденція зміни кислотності спостерігалась при визначенні активної кислотності рН (рис. 5 та рис. 6).

На рис. 5 показана зміна активної кислотності (рН) в світлому пиві при додаванні стабілізуючих речовин різної концентрації.

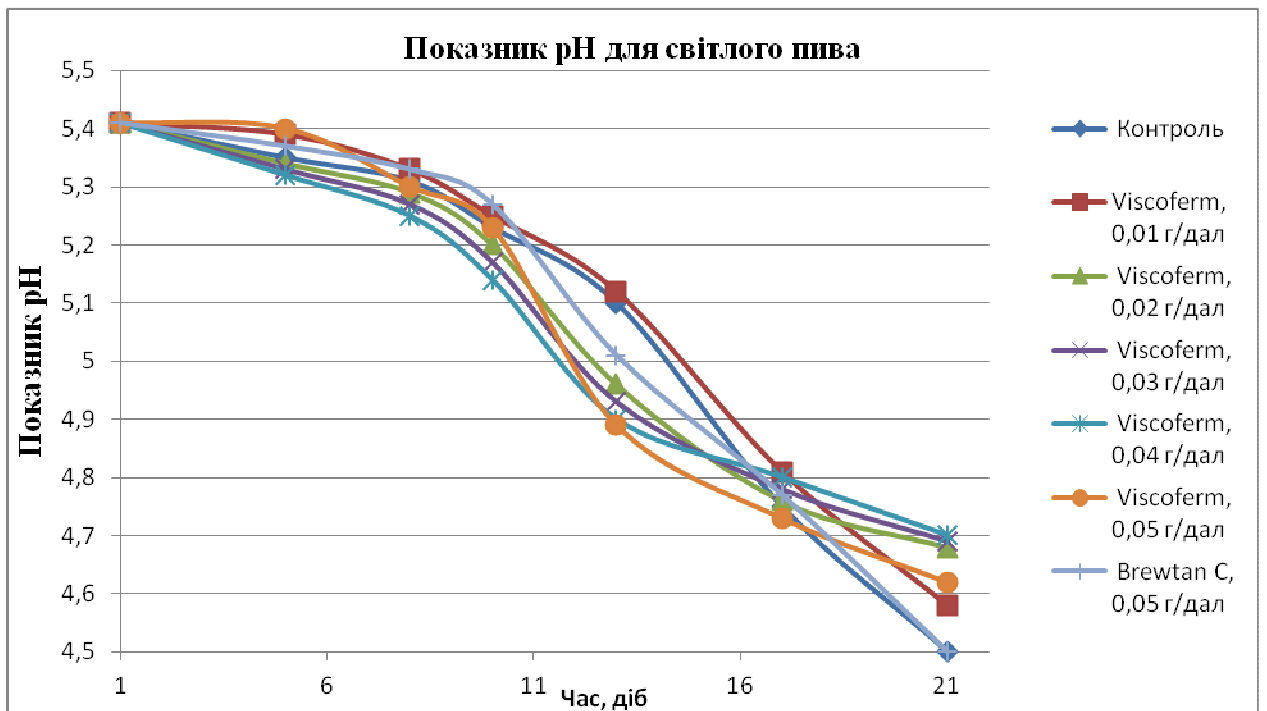


Рис. 5. Зміна рН в світлому пиві при 20 °С упродовж 21 доби

З рис. 5 спостерігаємо, що зразки з Viscoferm (0,02–0,04 г/дал) скисали дещо повільніше ніж інші. Контроль та зразок з Brewtan C закисли найбільше.

На рис. 6 показана зміна активної кислотності в темному пиві при додаванні стабілізуючих речовин різної концентрації.

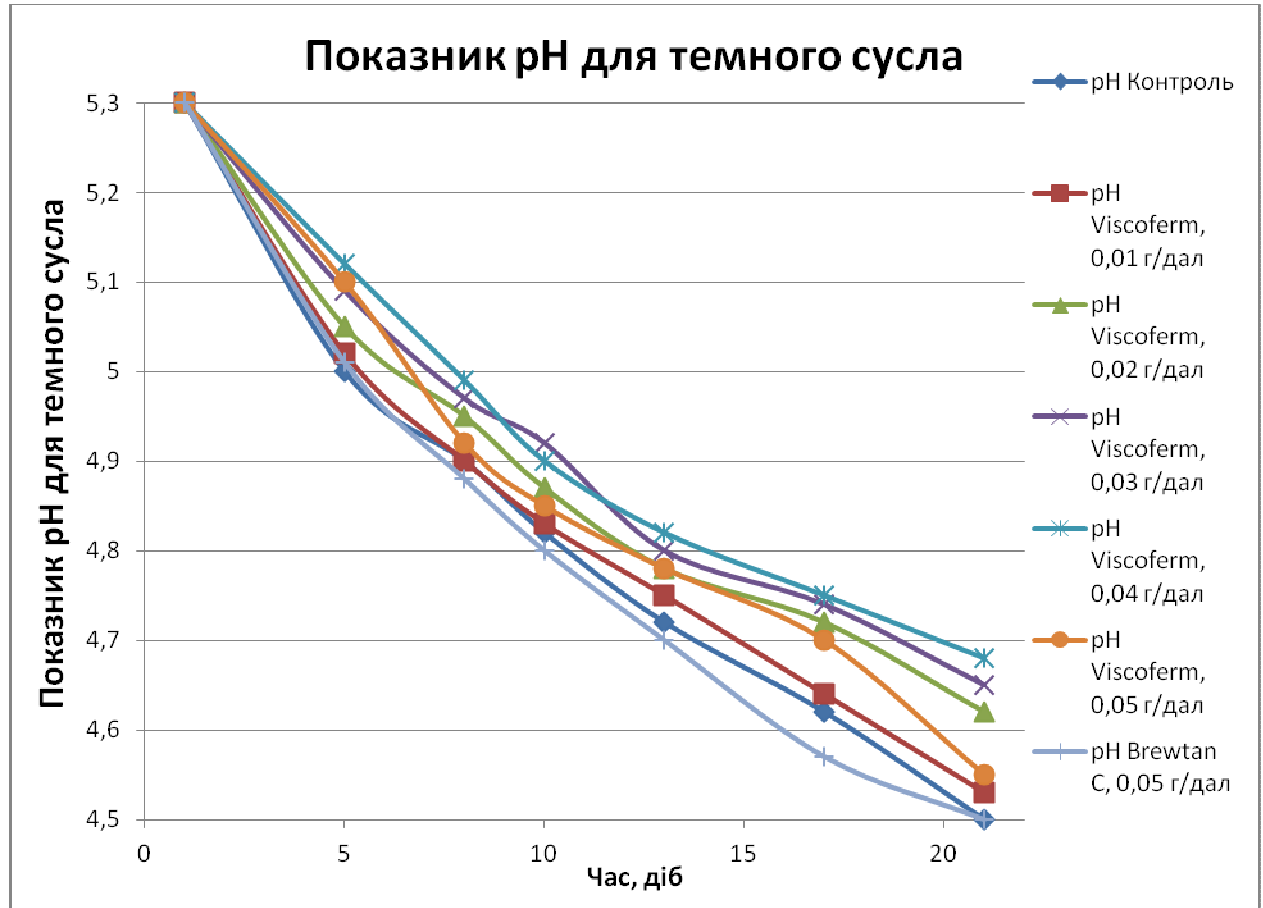


Рис. 6. Зміна рН в темному пиві при 20 °С упродовж 21 доби

Аналогічна ситуація і для темного пива. Як і у світлому, у темному пиві зразки з Viscoferm (0,02–0,04 г/дал) закисають повільніше ніж інші. Зразки з Brewtan C і контролем закисли найбільше.

Концентрації ФП Viscoferm 0,02 г/дал достатньо, зразок показав гарний результат, порівняно з іншими.

У табл. 1 наведена органолептична оцінка зразків світлого пива.

Таблиця 1

Органолептична оцінка зразків світлого пива, отриманого після внесення стабілізуючих речовин на стадії ферментації

Зразок	Прозорість 0-3	Колір 0-3	Піноутворення CO ₂ 2-5	Аромат 1-4	Смак 2-5	Хмелева гіркота 2-5	Загальна бальна оцінка:
Контроль	2	3	5	3	3	5	21
Viscoferm 0,01 г/дал	3	3	5	3	4	4	22
Viscoferm 0,02 г/дал	3	3	4	4	5	5	24
Viscoferm 0,03 г/дал	3	3	4	4	5	5	24
Viscoferm 0,04 г/дал	3	3	4	4	5	4	23
Viscoferm 0,05 г/дал	3	3	4	3	5	4	22
Brewtan C 0,05 г/дал	2	3	5	3	5	4	22

22-25 – відмінно, 19-21 – добре, 13-18 – задовільно, 12 і менше – незадовільно.

Партія дослідних зразків вийшла однорідною і заслуговує на високу оцінку. Зразки з Brewtan C відрізнялися м'якшим смаком, порівняно з іншими.

Зразки з ферментними препаратами мали більш яскраво виражену прозорість порівняно з Brewtan C і контролем.

Зразок з використанням Brewtan C має найбільш низькі органолептичні характеристики, окрім контролю. Пиво, виготовлене з використанням ФП у кількості 0,02 г/дал та 0,03 г/дал має найвищу оцінку. Контрольний зразок має дещо пустуватий смак. Інші зразки з Viscoferm (0,01 г/дал, 0,04 г/дал і 0,05 г/дал) мали дещо гірші результати.

У табл. 2 наведена органолептична оцінка темного пива, отриманого після внесення стабілізуючих речовин на стадії ферментації.

Таблиця 2

**Органолептична оцінка зразків темного пива, отриманого після
внесення стабілізуючих речовин на стадії ферментації**

Зразок	Прозо- рість 0-3	Колір 0-3	Піноут- ворення 2-5	Аромат 1-4	Смак 2-5	Хмелева гіркота 2-5	Загальна бальна оцінка:
Контроль	2	3	3	4	4	4	20
Viscoferm 0,01 г/дал	2	3	4	4	4	4	21
Viscoferm 0,02 г/дал	3	3	4	4	5	5	24
Viscoferm 0,03 г/дал	3	3	4	4	5	5	24
Viscoferm 0,04 г/дал	3	3	4	4	4	4	22
Viscoferm 0,05 г/дал	3	2	5	4	4	4	22
Brewtan C 0,05 г/дал	3	3	5	3	5	4	23

22-25 – відмінно, 19-21 – добре, 13-18 – задовільно, 12 і менше – незадовільно.

У випадку з темним пивом всі зразки показали високі результати, проте зразок з контролем мав найнижчу оцінку.

І в світлому, і у темному суслі усі зразки були прозорі з блиском, без домішок; колір відповідав типу пива; піна дрібнодисперсна, компактна, висотою не менше 40 мм, стійкістю не менше 4 хв; відмінний аромат, що відповідає даному сорту пива; смак відмінний, без сторонніх присмаків, гармонійний, відповідає даному сорту пива; хмелева гіркота не дуже злагоджена, злегка залишкова, грубувата (табл.1, 2).

Упродовж 21 доби в зразках спостерігалось поступове виникнення легкої опалесценції. Усі дослідні зразки довгий час зберігали свою здатність до утворення піни. Пиво з такою щільною піною володіє повнотою смаку і довго зберігає свіжість. По зовнішньому вигляду піна була компактна, дрібна, щільна. Це досягалося за рахунок таких речовин як пептони, поліпептиди, гіркі речовини хмелю, деякі гумі і барвні речовини та ін.

Найкращі показники за органолептичною оцінкою були у зразках з концентрацією Viscoferm 0,02 та 0,03 г/дал. У цих зразках було відмічено приємний медовий та м'який смак в порівнянні з іншими зразками.

З вище сказаного робимо висновок, що 0,02 г/дал – достатня кількість ФП Viscoferm (в цілях економії ФП).

Було відмічено, що через 7 діб зразки з Brewtan C, Viscoferm (0,01 г/дал) і контроль почали скисати (нотки квашених яблук). Зразки з Viscoferm вищих концентрацій скисали поступово.

Через 14 діб у зразку з Brewtan C, Viscoferm (0,01 г/дал) і контроль було відмічено кислий аромат, але, при цьому, у зразках з Viscoferm (0,02–0,05 г/дал) був приємний запах, висока дрібнодисперсна піна та прозорий колір.

Через 21 добу було відмічено початок скисання зразків з ферментними препаратами Viscoferm (0,02–0,05 г/дал).

У табл. 3. наведена органолептична оцінка зразків світлого пива з ферментними препаратами Viscoferm (0,02–0,05 г/дал) на 21 добу витримки при $t = 20^{\circ}\text{C}$.

Таблицю з органолептичними показниками для темного пива не наводили внаслідок того, що результати не відрізнялись (в межах похибки).

Таблиця 3

Органолептична оцінка світлого пива на 21 добу витримки при 20°C

Зразок	Прозо-рість 0-3	Колір 0-3	Піноутворення 2-5	Аромат 1-4	Смак 2-5	Хмелева гіркота 2-5	Загальна бальна оцінка:
Контроль	1	1	2	1	2	3	10
Viscoferm 0,02 г/дал	2	2	3	2	2	4	15
Viscoferm 0,03 г/дал	2	2	3	2	3	3	15
Viscoferm 0,04 г/дал	2	2	2	3	2	3	14
Viscoferm 0,05 г/дал	2	2	2	2	2	2	12

На рис.7 показано графічно органолептична оцінка пива, станом на 21 добу.

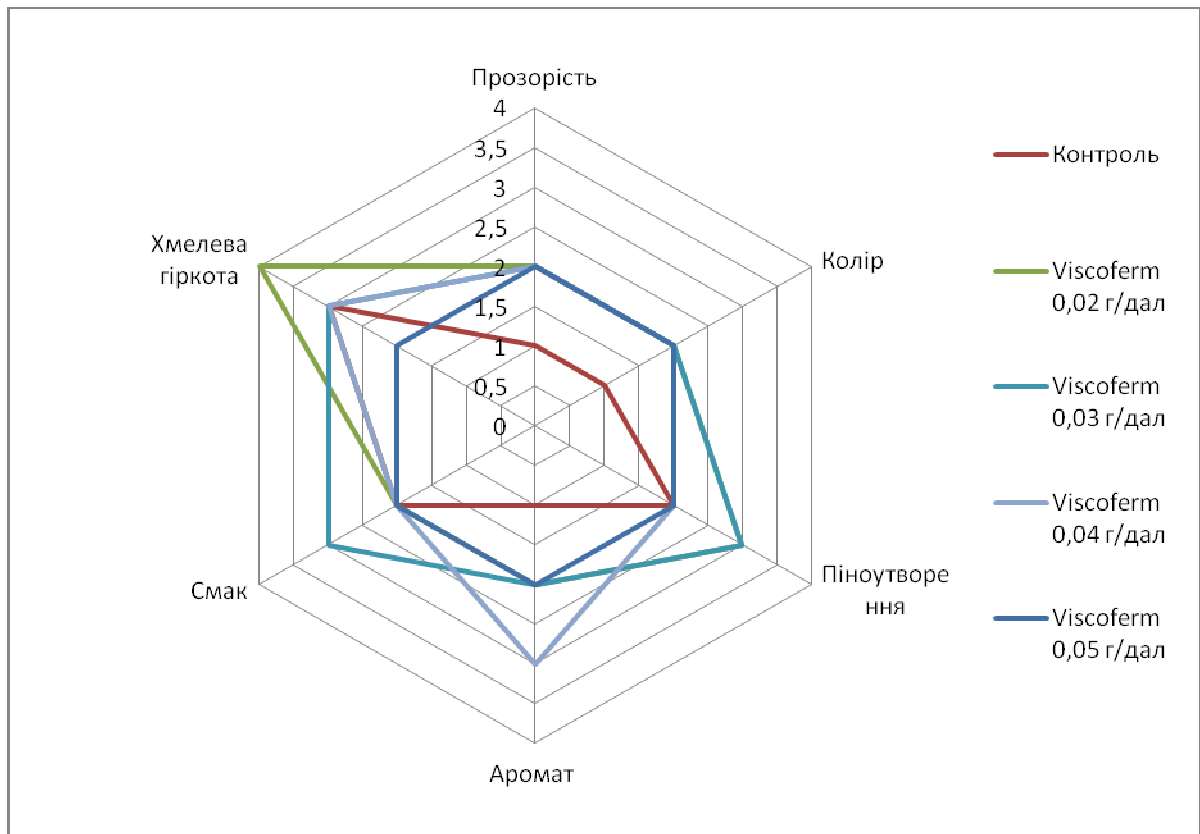


Рис. 7. Профіль-діаграма пива станом на 21 добу витримки

Дана діаграма побудована з урахуванням підібраних концентрацій відповідних стабілізуючих речовин.

На 21 добу Brewtan C, Viscoferm (0,01 г/дал) і контроль вже закисли, тому на діаграмі для порівняння ми показали лише контроль.

На основі результатів проведеної дегустації третього тижня можна зробити висновок, що пиво, виготовлене із застосуванням Viscoferm у кількості 0,02–0,04 г/дал найдовше зберігало високі органолептичні характеристики. Пиво, виготовлене із застосуванням Viscoferm 0,05 г/дал має нижчу оцінку. Контрольний зразок заслуговує на найнижчий бал.

По завершенні тестового періоду всі зразки втратили свої початкові властивості. У зразках пропадав типовий для пива аромат, але не одразу виникав неприємний запах зістареного пива.

На рис. 8 показана діаграма стійкості зразків пива

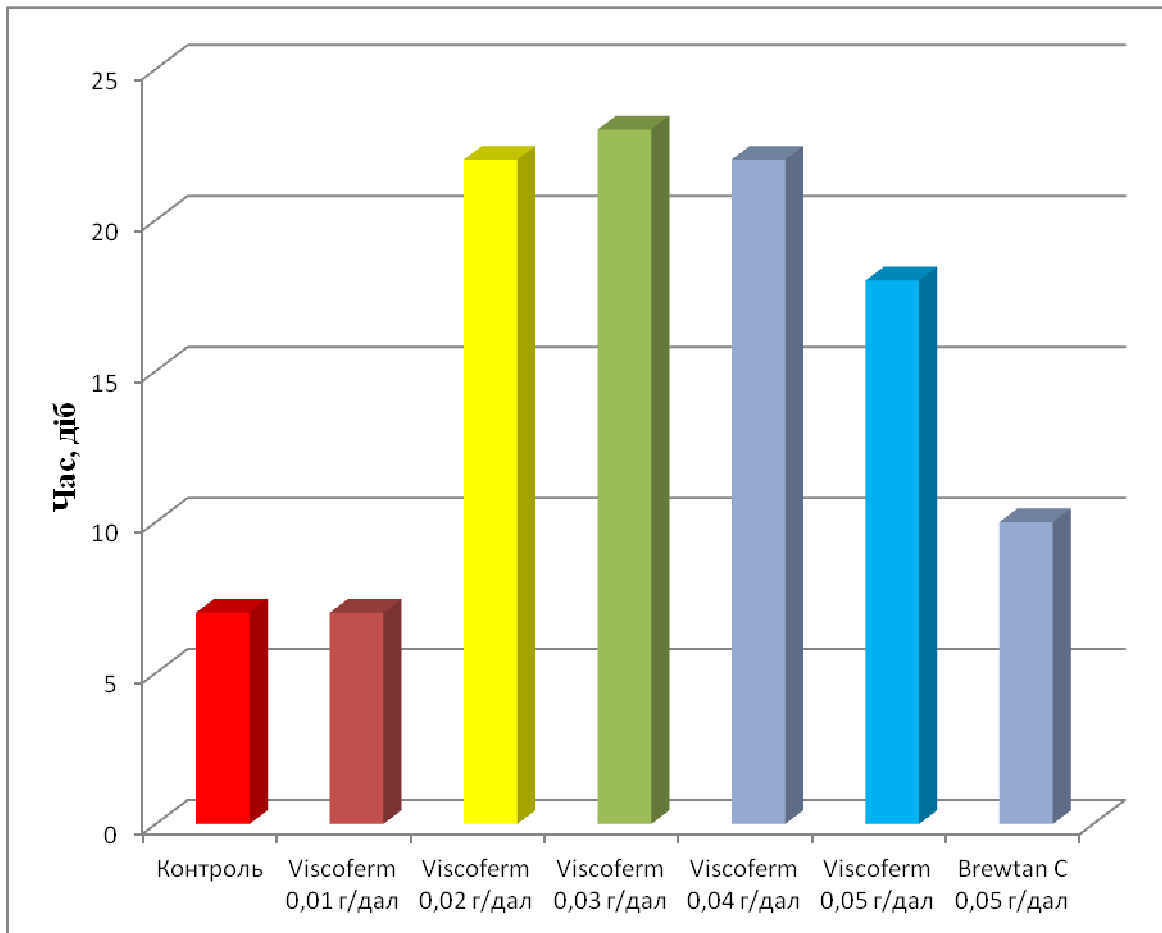


Рис. 8. Діаграма стійкості зразків пива

З рис. 8 видно, що пиво, виготовлене із застосуванням Viscoferm у кількості 0,02–0,04 г/дал найдовше зберігало свою стійкість. Ми бачимо, що достатньо кількості ферменту 0,02 г/дал.

В табл. 4 наведені основні показники стійкості пива.

Як видно з табл. 4, найбільш стійкими зразками є Viscoferm 0,02–0,04 г/дал, Brewtan C 0,05г/дал. За показником осадження сульфатом амонію зразки з відміткою нижще $15 \text{ см}^3/100 \text{ см}^3$ є недостатньо стійкими.

Зменшення кількості поліфенолів, таких як флавоноїди, катехіни та антоціаногени, позитивно впливає на органолептичні властивості та зменшує ризик помутніть.

Основні показники стійкості пива

Показники	Контроль	Концентрація ФП, г/дал										
		Світле сусло					Темне сусло					Brewtan С
		0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,01	0,02	0,03	0,4	0,05	0,05
Поліфенольні речовини, мг/дм ³	235	236	220	217	215	215	235	224	223	221	215	210
Межа осадження сульфатом амонію, см ³ /100 см ³	11	11,5	15	15	15	15,5	11	15	15	15	15,5	14
Мутність, ЕВС	0,4	0,39	0,38	0,37	0,35	0,32	0,39	0,38	0,36	0,34	0,32	0,34

ВИСНОВКИ

1. Встановлено доцільність використання ферментних препаратів Viscoferm на стадії бродіння для підвищення стійкості пива.

2. Визначено вплив стабілізуючих компонентів на показники готового пива.

3. Примусова витримка зразків пива з додаванням стабілізуючих компонентів (Viscoferm та Brewtan С) протягом 21 доби при 20 °С виявила доцільність використання препарату Viscoferm для продовження терміну зберігання пива.

4. Виявлено, що найкращий ефект на стабільність пива є препарат Viscoferm концентрацією 0,02 г/дал, порівняно з контролем.

5. Доведено, що використання ФП Viscoferm доцільніше ніж галотаніну Brewtan С на стадії бродіння. Аналіз отриманого пива показав кращі фізико-хімічні властивості порівняно з контролем та галотаніном і заслужив на високу органолептичну оцінку.

СПИСОК ЛІТРАТУРИ

1. Андреева О. В. Осадки в пиве: атлас частиц, которые могут быть обнаружены в разлитом пиве / Андреева О. В., Шувалова Е. Г. // Пиво и напитки. – 2004. – №3. – С. 22–25.
2. Грачева И. М. Технология ферментных препаратов / И. М. Грачева. – Москва: Элевар, 2000. – 512 с.
3. Данилова Л. А. Практика производства стабильного пива / Данилова Л. А., Березка Т. А., Домарецкий В. А. // Пищевые технологии Food&Drink. – 2006. – №1. – С. 8–11.
4. Дедегкаев А. Т. Пути повышения коллоидной стойкости пива / А. Т. Дедегкаев. // Индустрия напитков. – 2011. – №1. – С. 8–11.
5. Домарецкий В. А. Технологія солоду та пива / В. А. Домарецкий. – Київ: ІНКОС, 2004. – 426 с.
6. Килкаст Д. Стабильность и срок годности. Безалкогольные напитки, соки, пиво и вино / Килкаст Д., Субраманиам П. – СПб: Профессия, 2013. – 383 с.
7. Кошова В. М. Вплив поліфенолів на колоїдну стійкість пива / Кошова В. М., Мацулевич Н. Є. // Наукові праці НУХТ. – 2011. – № 37–38. – С. 34–37.
8. Кошова В. М. Вплив ферментних препаратів на колоїдну стійкість пива / Кошова В. М., Мацулевич Н. Є. // Харчова промисловість. – 2010. – №9. – С. 24–27.
9. Кунце В. Технология солода и пива / Кунце В., Мит Г. – СПб: Профессия, 2009. – 1100 с.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПИВОВАРЕНИЯ ПРИ УЧАСТИИ ФЕРМЕНТОВ

З. Н. РОМАНОВА¹, А. С. РОМАНОВ¹, Л. А. КОСОГОЛОВА²

¹Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

²Национальный авиационный университет, г. Киев

Пиво представляет собой сложную коллоидную систему. Появление осадков во время хранения пива связано с укрупнением размеров частиц в результате их столкновения, конденсации (окисления) и полимеризации. Причиной появления мути в свежем пиве при его охлаждении является взаимосвязь низкомолекулярных фенольных соединений с кислыми белками пива. Для повышения коллоидной стойкости пива на этапе получения суслу используют ферментные препараты, содержащие цитолитические, протеолитические и амилолитические ферменты. Большинство препаратов, применяемых в пивоварении, являются комплексными. Установлена возможность использования ферментов Viscoferm на стадии ферментации. Целью задания фермента и галотанинов – разрушение взаимосвязи белков и высокомолекулярных фенольных соединений – таноидов, которые связываются с белками не только с помощью водородных связей, но и с помощью гидрофобных ионных связей и не разрушаются при нагревании. Исследования показали, что наилучший эффект на стойкость пива делает Viscoferm с концентрацией 0,02 г /дал.

Ключевые слова: пиво, коллоидная устойчивость, стабильность, ферменты, ферментные препараты (ФП) Viscoferm, галотанины, помутнение.

INTENSIFICATION OF BEVERAGEMENT PROCESSES BY ENZYMES OF ENZYMES

Z. N. POMANOVA¹, O. C. POMANOV¹, L. O. KOSOGOLOVA²

¹National University of Food Technology, Kiev

²National Aviation University, Kiev

Beer is a complex colloidal system. The appearance of turbidity during storage of beer is due to an increase in the size of particles due to their collision, condensation (oxidation) and polymerization. The cause of turbidity in fresh beer, when it is cooled, is the interconnection of low molecular weight phenolic compounds with acidic beer proteins. To improve the colloidal stability of beer, enzyme preparations containing cytolytic, proteolytic and amylolytic enzymes used in the preparation of wort are used. Most of the drugs used for brewing are complex. The possibility of using Viscoferm enzymes at the fermentation stage has been established. The mechanism of the effect is also studied. The purpose of the determination of the enzyme and halothane is the destruction of the bond between proteins and high molecular weight phenolic compounds, which are bonded by proteins not only with hydrogen bonds, but also by hydrophobic and ionic bonds and do not decay when heated. Studies have shown that Viscoferm with a concentration of 0.02 g / dl best influences the stability of beer.

Key words: *beer, colloidal stability, enzymes, enzymes (AF) Viscoferm, halothane, muddy.*