DOI: 10.25140/2411-5363-2022-3(29)-126-135
УДК 663.44

Жанна Замай[1], Оксана Гуменюк[2], Олена Хребтань[3], Сергій Пономаренко[4], Констянтин Іваненко[5]

[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: zamaizhanna@gmail.com. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-2879-4677. **ScopusID:** 6506101557; 6506148493

[2]кандидат хімічних наук, доцент кафедри харчових технологій
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: gum_ok@ukr.net. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-1873-0661
ResearcherID: F-9471-2016. **ScopusID**: 9839040200

[3]кандидат технічних наук, завідувач кафедри харчових технологій
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: olenaborisovnahrebtan@gmail.com. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-1873-0661

[4]кандидат економічних наук, завідувач кафедри публічного управління та менеджменту організацій
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: pon63serg@gmail.com. **ORCID**: https://orcid.org/0000-0003-0714-7972. **ResearcherID:** J-4914-2016

[5]кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: sapr121@ukr.net. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0002-9940-6523. **ScopusID:** 57196196416

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ВИМОГИ ЩОДО ЇХ БЕЗПЕЧНОСТІ В КРАФТОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ ПИВА

У роботі експериментально досліджено та обґрунтовано можливість використання доступних на ринку ферментних препаратів з метою оптимізації процесу фільтрації крафтового пива. Застосування ферментних препаратів дає змогу прискорити технологічний цикл виробництва, отримати готову продукцію з високими показниками колоїдної стійкості. Досліджено та оцінено вплив ферментних препаратів Laminex® MAX Flow 4G, Amylex 5T, Beerzym® AMYL HT, Beerzym® BG, EnerZyme® P7 на процес фільтрації сусла шляхом визначення вмісту екстрактивних речовин у пивній дробині в умовах пивної майстерні "Bierwelle". У роботі представлено вимоги безпечності до ферментних препаратів, що використовуються у пивоварних виробництвах.

Ключові слова: *ферментні препарати; пивоваріння; крафтове виробництво; екстрактивність дробини; колоїдна стійкість, безпечність.*
Табл.: 1. Бібл.: 22.

Актуальність теми дослідження. Більшість проблем, які виникають у пивній промисловості, пов'язані з технологічними процесами. Зокрема, це проблеми, пов'язані: з якістю оцукрювання затору; значним залишком екстрактивних речовин у дробині; недостатньо інтенсивним і глибоким зброджуванням; із фільтруванням пива; його колоїдною стабільністю. Перед подібними проблемами постають й крафтові виробництва. Сьогодні спостерігається деяка трансформація поняття крафтових технологій. Якщо на початку створення крафтових пивоварень в Україні передбачалося застосування у виробництві пива тільки класичних, традиційних рецептур, то нині споживачі потребують різноманіття пивних смаків, розширення асортименту пропонованої продукції, що вимагає креативного підходу до сировини і технологій у виробництві пива. Застосування ферментних препаратів (ФП), які ефективно використовуються на великих пивоварних заводах може стати одним з напрямів вдосконалення процесу пивоваріння і на крафтових підприємствах. Саме тому дослідження ефективності застосування ФП, доступних на ринку України, в умовах крафтового пивоварного виробництва є актуальним.

Постановка проблеми. Застосування ФП у пивоварінні дозволяє ефективніше провести гідроліз білків та полісахаридів солоду, що призводить до збільшення його екстрактивності. На ринку України представлена чимала кількість ферментних препаратів закордонного виробництва, вартість яких є високою, тому необхідним етапом є проведення оцінки ефективності і доцільності їх застосування.

З урахуванням актуальності проблеми в умовах крафтового виробництва проведення такого оцінювання варто здійснювати для кожного ферментного препарату чи їх комбінації для вибраного етапу пивоваріння з урахуванням конкретного виду пива й пивоварні.

© Жанна Замай, Оксана Гуменюк, Олена Хребтань, Сергій Пономаренко, Констянтин Іваненко, 2022

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З метою проведення глибшого гідролізу полімерів солоду і, відповідно, збільшення його екстрактивності, збільшення виходу готового продукту і підвищення колоїдної стійкості пива в пивоварінні, крім ферментних систем солоду, застосовують ферментні системи й іншого походження, наприклад, мікробного. Ферментні препарати містять цитолітичні, протеолітичні й амілолітичні ферменти, не впливають на смакові якості пива, їх легко дозувати та вони є надзвичайно ефективними. Більшість ФП є комплексними, тобто, крім основного містять ще й супутні ферменти. Ферменти відіграють лише допоміжну роль у технологічному процесі, не впливають на органолептичні показники одержаного продукту [1; 2]. ФП використовують для покращення технологічного процесу та корекції солоду низької якості. За їх допомоги покращують процес фільтрації пива, зменшують час оцукрювання, підвищують стійкість пива, подовжують його термін зберігання та інше [3; 4].

Забезпечення якості харчової продукції і пива, зокрема, неможливе без гарантування безпечності цієї продукції. В Україні на законодавчому рівні прийняті обов'язкові вимоги щодо впровадження та постійного застосування на підприємствах харчової промисловості процедур із забезпечення безпечності харчової продукції, заснованих на принципах Міжнародної системи НАССР, зокрема, у таких документах:

1. Закон України № 771 «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [5].

2. Закон України № 2042 «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин» [6].

3. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 590 від 01.10.2012 «Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР)». Зі змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства № 429 від 17.10.2015 [7].

На ринку України з'являються все нові ФП, тривають дослідження щодо їх впливу на технологічний процес та з'ясування безпечності їх використання. Так, для можливого використання мікробних ФП в біотехнологічних процесах вони повинні відповідати певним вимогам. Ці вимоги стосуються складу ферментативного комплексу, оптимальних умов їх дії (pH, температура), ступеня очищення, величини активності, вмісту наповнювача, вартості та ряду інших факторів [8].

У ході дослідження [9] вдалося з'ясувати, що використання ФП Hytemphase у процесі затирання дає змогу збільшити вміст екстрактивних речовин та мальтози в суслі, зменшити його в'язкість, а отже, поліпшити якість пива, зменшити тривалість фільтрування, пришвидшити процес зброджування пивного сусла, контролювати його склад [9]. Встановлено, що, зважаючи на високу термостабільність ФП Hytemphase, він дає змогу здійснювати процес затирання за високих температур, тоді як власні ферменти солоду можуть бути вже інактивованими.

Авторами [10] досліджено вплив ферментного препарату «Церемікс» на час оцукрювання, густину та час фільтрації сусла пива «Прикарпатське», «Данило Галицький» та «Янтарне». Встановлено, що в результаті додавання препарату знижується в'язкість сусла та збільшується його вихід приблизно на 5 %, скорочується стадія фільтрації, підвищується продуктивність сусловаріння на 16 %. Під час введення препарату в готове пиво збільшується його колоїдна стійкість, а піностійкість не змінюється. Ферментний препарат не погіршує якість продукту. А в результаті додавання комплексу препаратів «Фунгаміл» та «Матурекс» під час бродіння вказаних марок пива процес скорочується на 1...2 доби. Якість готового виробу при цьому не змінюється, а технологічні показники виробництва покращуються.

Проведені авторами [11] дослідження впливу додавання ферментних препаратів Viscoferrm та Brewtan C на стадії бродіння для підвищення стійкості пива довели доцільність використання Viscoferrm – збалансованої суміші ксиланази, β-глюканази, амілази, целюлази та протеази, виробленої на основі культивування штамів роду Aspergillus та Trichoderma. Експериментально була досліджена оптимальна доза внесення препарату – 0,02 г/дал. Авторами роботи встановлено, що додавання ФП Viscoferm в концентраціях 0,02 – 0,04 г/дал на стадії ферментації також позитивно впливає на динаміку зброджування. Доведено, що його використання доцільніше ніж галотаніну Brewtan C на стадії бродіння. Аналіз досліджень одержаного пива показав кращі фізико-хімічні властивості в порівнянні з контрольним зразком та зразком з добавкою галотаніну; одержаний зразок заслужив також і на високу органолептичну оцінку.

Дослідження комплексного ферментного препарату Viscoferm продовжено у роботі [12] та встановлено, що кращим зразком є пиво, стабілізоване шляхом добавки комплексних ферментів Viscoferm на стадії фільтрування затору. Цей зразок пива має найнижчий таніновий показник, що вказує на найменшу кількість білків, здатних до утворення помутнінь в ньому в процесі зберігання.

Вплив ферментних препаратів на технологічний процес і якість одержаного продукту вивчалась і в роботі [13]. Причому автори вводили ФП Brewers Clarex в сусло перед початком головного бродіння, а по закінченні фільтрування – ФП Profix. Обране дозування дозволяє прискорити технологічний цикл виробництва і отримати готову продукцію з високими показниками колоїдної стійкості. Цікаво, що на відміну від більш ранніх даних автори [13] на основі результатів проведеної дегустації встановили, що зразки готового пива, одержані з застосуванням ферментних препаратів мають кращі органолептичні властивості, а у оптимальній концентрації – найвищу дегустаційну оцінку. І метою наступної роботи [14] було дослідити, яким чином ферментні препарати впливають на колоїдну стійкість пива та безпосередньо на органолептичні показники готової продукції. Встановлено, що застосування ферментних препаратів у співвідношенні 0,175 г/дал Brewers Clarex (перед зброджуванням і дозріванням) і 0,2 г/дал Profix 6500 (перед розливом) дасть змогу прискорити технологічний цикл виробництва, отримати готову продукцію з високими показниками колоїдної стійкості.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Проведений аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що питанням ефективності застосування ферментних препаратів в пивоварінні приділяється значна увага, однак переважно дослідження стосуються впливу ФП на якість (термін придатності) готового напою, а застосування ФП в умовах крафтових виробництв з метою збільшення виходу продукту за рахунок додаткового розрідження сусла не проводилось. Зокрема, відсутні такі відомості щодо використання ферментних препаратів Laminex® MAX Flow 4G, Amylex 5T, Beerzym AMYL HT, Beerzym®, EnerZyme® P7.

Метою статті є теоретичне і експериментальне обґрунтування використання ферментних препаратів у процесі виробництва пива «Десятка» на пивній майстерні "Bierwelle", що буде сприяти зменшенню втрат активних речовин солоду під час фільтрації пива і подовженню терміну зберігання готового продукту.

Виклад основного матеріалу. В роботі вивчали вплив додавання ферментних препаратів на екстрактивність дробини в технології пива «Десятка» пивної майстерні “Bierwelle” – першого крафтового виробництва з пивоваріння в м. Чернігів та безпечність їх застосування.

Для недопущення загрози безпеці харчової продукції, що виробляється на крафтовому підприємстві, застосовується Міжнародна система HACCP (Hazard Analysis Control Critical Points).

У результаті запровадження системи НАССР на виробництві, передбачається ведення безперервного контролю харчового ланцюга щодо виявлення, контролю та ліквідації небезпечних чинників від перевірки безпечності сировини до оцінювання безпечності готової продукції – «від лану – до столу», що є головною концепцією системи НАССР.

У проведеному нами дослідженні, одним із суттєвих ризиків під час виробництва пива є застосування ферментів. Ферментні препарати, що застосовувалися в дослідженні, є сировиною, а точніше, технологічною добавкою, яка вводилася для поліпшення технологічних процесів пивоваріння, якості та збільшення обсягів готової продукції.

Тому дуже важливим є забезпечення ферментів, які використовувалися у наукових дослідженнях Laminex® MAX Flow 4G, Amylex 5T, Beerzym® AMYL HT, Beerzym® BG, EnerZyme® P7, Сертифікатами відповідності, Гігієнічними Сертифікатами тощо. Тобто, всі сировині інгредієнти, які застосовуються у виробництві крафтового пива, повинні мати документальне підтвердження своєї безпеки. Це необхідно для організації на виробництві належного дозування, підготовки до технологічного процесу та забезпечення умов зберігання ферментів.

За рекомендаціями виробників ФП дозуються у невеликій кількості від 0,001 до 0,075 % до маси сировини [15–19]. ФП допускаються до застосування відповідно до чинних законодавчих норм, зокрема [20]. Для аналізу можливості позитивного впливу на технологічний процес вивчались такі ФП:

LAMINEX® MaxFlow 4G – це пивоварний фермент, розроблений для забезпечення високої стабільної продуктивності без шкоди для якості пива незалежно від якості сировини [15].

Відповідно до інформації розробників, він створений на основі високоспецифічних ксиланаз і β-глюканаз, LAMINEX® MaxFlow 4G значно покращує розділення сусла та фільтрацію пива. Фермент мінімізує ризик руйнування шару фільтру завдяки високій селективності щодо водорозчинних арабіноксиланів. LAMINEX® MaxFlow 4G дуже ефективний у зниженні високомолекулярного β-глюкану в усіх типах сусла, що робить розділення сусла та фільтрацію пива набагато легшим і швидшим завдяки зменшенню в'язкості сусла.

Ферментний препарат AMILEX 5T – термостабільна α-амілаза, яку одержують з генетично зміненого штаму Bacillus licheniformis. Використовують для корекції солоду низької якості, розрідження крохмалю зернових [16].

Beerzym® AMYL HT – це рідкий, спеціальний, ферментний препарат для розрідження крохмалю зернової сировини під час виробництва пивного сусла із солоду та несолодових матеріалів. Препарат активний за температури затирання. Продуцентом ферменту є спеціально відібраний штам бактерій Bacillus licheniformis. Основна активність ферментного препарату зумовлена дією термостабільної α-амілази.

Активність ферменту проявляється у широкому інтервалі pH від 5,0 до 9,0 з оптимумом за pH = 6,5 за наявності субстрату та достатньої кількості йонів Кальцію та в температурному інтервалі 30...100 ºС (з оптимумом за 90...95 ºС) [17].

Beerzym® BG – це рідкий, спеціальний ферментний препарат для розщеплення β-глюкану зернової сировини під час одержання пивного сусла. Препарат активний за температури затирання зернової сировини. Фермент одержують із спеціально відібраного штаму гриба Pinicillium emersonii. Основна активність ферментного препарату зумовлена дією термостабільної β-глюканази. Активність ферменту проявляється у широкому інтервалі pH від 2,0 до 6,5 з оптимумом за pH = 4,5 та діапазоні температур від 15 до 95 ºС з оптимумом 75...85 ºС [18].

EnerZyme® P7 – це рідкий, спеціальний ферментний препарат для протеолізу білкових речовин зерна в процесі затирання з температурою до 55ºС. Ферментний препарат одержують із спеціально відібраного штаму Bacillus subtilis. Основна активність препарату зумовлена дією протеїнази. Препарат також виявляє незначну α-амілазну і β-глюканазну активність.

Активність ферменту проявляється у широкому інтервалі pH від 5,0 до 10,0 з оптимумом pH = 7,0 та діапазоні температур від 25ºС до 70ºС з оптимумом 55ºС [19].

Досліджувані ФП додавались під час затирання солоду. Режим затирання- відварковий. Утворений затор витримують спочатку 40 хвилин при 65 градусах, потім 20 хв при 72 градусах та 1 хв при 78 градусах. У заторі pH 5.25, гідромодуль 1:3. Солод (ДСТУ 4282:2018) використовували з наступними, визначеними за стандартними методиками [21], показниками:

– вологість солоду W_0 = 5,0 %;

– масова частка екстракту в повітряно-сухій речовині сухого солоду E_o^1 = 74,67 %;

– масова частка екстракту в сухій речовині сухого солоду E_0^2 = 78,60 %;

– екстрактивність солодової витяжки 6,002%.

Ферментні препарати додавались у таких кількостях:

Laminex® MAX Flow 4G – 0,15 кг/т засипу.

Amylex 5T – 0,15 кг/т засипу.

Beerzym® AMYL HT взято 100 мл/т засипу.

EnerZyme® P7 взято 300 мл/т засипу.

Beerzym® BG взято 300 мл/т засипу.

На заводі "Bierwelle" однією із задач є оптимізація процесу фільтрації з метою зменшення втрат екстрактивних речовин сирої дробини, тому в усередненій пробі було досліджено масову частку загального екстракту дробини, екстракту дробини, що вимивається та залишкового екстракту у трьох зразках:

1 – контроль (затор без додавання ферментних препаратів);

2 – затор з додаванням Laminex® MAX Flow 4G та Amylex 5T;

3 – затор з додаванням Beerzym® AMYL HT, Beerzym® BG, EnerZyme® P7.

ФП скомпоновані відповідно до їх гідролітичної активності, забезпечуючи додаткове внесення β-глюканази (Laminex® MAX Flow 4G та Beerzym® BG) і α-амілази (Amylex 5T та Beerzym® AMYL HT). EnerZyme P7 містить протеїназу.

Для визначення екстракту дробини, що вимивається спочатку визначали вологість сирої дробини. Для цього наважку 500 г висушували за температури 60ºС дві години за допомогою сушильної шафи Labexpert Multi Control; за різницею мас розраховували вміст вологи у відсотках. Іншу наважку сирої дробини (200 г) віджимали на ручному пресі, одержане сусло відфільтровували та за допомогою пікнометра визначали вміст екстракту у фільтраті. Далі розраховували масову частку екстракту, що вимивається у сирій пивній дробині та масову частку екстракту, що вимивається, у перерахунку на зерно, що затирається.

Визначення вмісту загального екстракту дробини проводили шляхом висушування наважки підсушеної дробини за температури 105 °С протягом трьох годин та розрахунку її вологості. Далі 25 г дрібно розмеленої висушеної дробини поміщали в заторний стакан з 200 $см^3$ води. Перемішуючи, доводили до кипіння та кип’ятили 20 хвилин. В охолоджену до 70 °С рідину додавали 100 $см^3$ солодової витяжки. Витримували 1 годину, охолоджували, додавали води до 300 г та фільтрували. [21].

За допомогою пікнометру визначали відносну густину та за таблицею перерахунку – вміст екстрактивних речовин. За формулою перерахунку визначали екстрактивність висушеної дробини у перерахунку на сухі речовини та масову частку загального екстракту в пивній дробині до маси солоду, що затирався.

Вміст залишкового екстракту визначали за різницею загального екстракту та екстракту, що вимивається. Одержані результати представлені в таблиці.

Таблиця – Екстрактивність дослідних зразків пивної дробини

Дослідний зразок дробини	Значення екстракту, що вимивається,%		Значення загального екстракту,%		Значення залишкового екстракту,%	
	Визначене	Нормативне	Визначене	Нормативне	Визначене	Нормативне
Зразок 1 (контроль, без ферменту)	2,48	0,5...0,7	9,59	1,5...2,0	7,11	0,8...1,2
Зразок 2 (з ферментами Laminex® MAX Flow 4G та Amylex 5T)	0,87		6,49		5,62	
Зразок 3 (з ферментами Beerzym® AMYL HT, Beerzym® BG, EnerZyme® P7)	0,63		3,15		2,53	

Одержані експериментальні дані (таблиця) дають підстави зробити висновки про те, що під час виробництва крафтового пива «Десятка», навіть за участі ферментних препаратів мають місце суттєві втрати екстрактивних речовин, що залишаються в пивній дробині після фільтрації. Частково саме цим пояснюється вища собівартість крафтового пива у порівнянні з одержаним на сучасному підприємстві. Якщо порівнювати одержані результати показників екстрактивності двох зразків затору з ферментними препаратами та контролю, то видно, що більш ефективною виявилась комбінація ферментних препаратів зразка 3 (з додаванням Beerzym® AMYL HT, Beerzym® BG, EnerZyme® P7). Вміст екстракту, що вимивається у зразку 3 знизився на 1,85%, загальний екстракт на 6,44%, а залишковий екстракт – на 4,58 % у порівнянні з контролем (таблиця 1). Нижчу здатність до підвищення ступеня гідролізу полісахаридів і білків солоду, а, відповідно, і сприянню переходу більшої кількості речовин в розчинений стан і збільшенню переходу екстрактивних речовин солоду в затор, збільшення виходу готового продукту (та, опосередковано – збільшенню його колоїдної стійкості) спостерігалось у зразку 2 (з ФП Laminex® MAX Flow 4G та Amylex 5T). В результаті додавання суміші Laminex® MAX Flow 4G та Amylex 5T до затору екстракт, що вимивається знизився на 1,61%, загальний екстракт на 3,10 %, а залишковий екстракт – на 1,49% у порівнянні з контролем. Ймовірно, збільшення екстрактивності затору було досягнуто завдяки додаванню ФП EnerZyme P7, що містить протеїназу, забезпечуючи глибший гідроліз білків зерна. Перевищення нормативних показників пояснюється тим, що на вміст екстракту у дробині впливають не тільки ферментативні процеси, але й ступінь подрібнення солоду, його якість та режим затирання, і для збільшення ефективності фільтрування можливим є використання одного з сучасних методів, наведених у [22].

Таким чином, аналіз впливу ФП на збільшення екстрактивності дробини в умовах пивоварної майстерні "Bierwelle" показав, що більш ефективною виявилась комбінація ферментних препаратів Beerzym® AMYL HT, Beerzym® BG та EnerZyme® P7. В цілому, застосування ферментних препаратів для виробництва пива, безумовно, є інноваційним рішенням для крафтових підприємств. Виведення на споживчий ринок нових видів пива, поява оригінальних смаків у пивній продукції – прямий шлях до підвищення конкурентоспроможності крафтових підприємств, адже зростання попиту й купівлі є складовими зростання прибутковості підприємства.

Висновки. 1. Аналіз впливу ряду досліджуваних ферментних препаратів на процес пивоваріння показав, що найефективнішим є комплекс ферментів Beerzym® AMYL HT, Beerzym® BG, EnerZyme® P7, додавання якого під час затирання сусла зменшує масову частку загального екстракту дробини на 6,44%, а залишковий екстракт – на 4,58 % у порівнянні з контролем.

2. Показано перспективність застосування комбінації ферментних препаратів Beerzym® AMYL HT, Beerzym® BG та EnerZyme® P7 для збільшення виходу продукту та подовження його терміну зберігання за рахунок зростання колоїдної стабільності на крафтовому виробництві “Bierwelle”.

Список використаних джерел

1. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива / В. А. Домарецький. – К. : ІНКОС, 2004. – 426 с.

2. Данилова Л. А. Практика производства стабильного пива / Л. А. Данилова, Т. А. Березка, В. А. Домарецкий // Пищевые технологии Food&Drink. – 2006. – № 1. – С. 8-11.

3. Романова З. Дослідження процесів та засобів сприяння стійкості пива / З. Романова, Н. Федорова, М. Яремчук // Slovak international scientific journal. – 2019. – № 30. – С. 32-35.

4. Федорова Н. Дослідження можливостей подовження стійкості пива [Електронний ресурс] / Н. Федорова, З. Романова // InterConf. – 2020. – № 3(36). – С. 1325-1329. – Режим доступу: https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/6521.

5. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР (зі змінами від 28.07.2022 № 2468-IX) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text.

6. Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин : Закон України від 18.05.2017 № 2042-VIII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text.

7. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (HACCP) : Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01.10.2012 № 590 (зі змінами від 17.10.2015 № 429) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Text.

8. Олійнічук, С. Т**.** Вплив збільшення норм додавання α -амілази та глюкоамілази на повноту зброджування сусла із крохмалевмісної сировини [Електронний ресурс] / С. Т. Олійнічук, Р. Г. Кириленко, Я. М. Харевич // Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції : збірник матеріалів X Міжнародної науково-технічної конференції, 09–10 листопада 2021 р., м. Київ. – К. : НУХТ, 2021. – С. 137–138. – Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/19UKlOwRCKdLnSAB-vq0YCt8lMP6wC9NK/view.

9. Магорівська Г. Я. Приготування пивного сусла з використанням ферментного препарату Hytemphase [Електронний ресурс] / Г. Я. Магорівська // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.4. – С. 110-113. – Режим доступу: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_4/110_Magoriwska_19_4.pdf.

10. Вплив ферментних препаратів на технологію виробництва та якість пива калуської пивоварні / Я. Ф. Шепіда, Ю. І. Сидоров, В. П. Новіков, Р. Й. Влязло // Вісник Державного університету «Львівська політехніка». – 2001. – № 426: Хімія, технологія речовин та їх застосування. – С. 148–150.

11. Романова З. М. Інтенсифікація процесів пивоваріння за участі ферментів [Електронний ресурс] / З. М. Романова, О. С. Романов, Л. О. Косоголова // Проблеми екологічної біотехнології. – 2017. – № 2. – Режим доступу: https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/38986/1/2017_2.pdf.

12. Лойко С. Дослідження впливу ферментів та фенолів сировини для стійкості пива [Електронний ресурс] / С. Лойко, В. Рубан, З. Романова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 84-а міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 5–6 квітня 2018 р. – К. : НУХТ, 2018. – Ч. 1. – С. 285. – Режим доступу: http://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/27841.

13. Кошова В. М. Вплив поліфенолів на колоїдну стійкість пива / В. М. Кошова, Н. Є. Мацулевич // Наукові праці НУХТ. – 2011. – № 37-38. – С. 34-37.

14. Кошова В. М. Вплив ферментних препаратів на колоїдну стійкість пива / В. М. Кошова, Т. Г. Мисюра, Н. В. Попова // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2017. – Т. 23, № 4. – С. 127-132. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2017_23_4_18.

15. Laminex. The ideal filtration aid in beer [Electronic resource]. – Accessed mode: https://www.dupontnutritionandbiosciences.com/brewing/products/laminex.html.

16. Амілекс 5T [Electronic resource]. – Accessed mode:http://ekspoteh.ru/index.php?name=production&op=printe&id=129.

17. Thermostable bacterial α-amylase for starch liquefaction in beer production with malt and adjuncts [Electronic resource]. – Accessed mode: https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Beer/technical_data_sheets/GB/beerzym_amyl_ht-beer-technical_data-sheet-english-erbsloeh.pdf.

18. Thermostable fungal β-glucanase for glucan degradation in brewing mashes [Electronic resource]. – Accessed mode: https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Beer/technical_data_sheets/GB/beerzym_bg-beer-technical_data-sheet-english-erbsloeh.pdf.

19. Neutrale Bakterien-Proteinase zur Proteolyse in Braumaischen mit Rohfruchtanteilen [Electronic resource]. – Accessed mode: https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Beer/technical_data_sheets/DE/enerzyme_p7-bier-datenblatt-deutsch-erbsloeh.pdf.

20. Регламент європейського парламенту і Ради (ЄС) № 1332/2008 від 16 грудня 2008 року про харчові ензими та внесення змін до Директиви Ради 83/417/ЄЕС, Регламенту Ради (ЄС) № 1493/1999, Директиви 2000/13/ЄС, Директиви Ради 2001/112/ЄС і Регламенту (ЄС) № 258/97 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_017-08.

21. Мелетьєв А. Є. Технохімічний контроль солоду, пива та безалкогольних напоїв : підручник / А. Є. Мелетьєв, С. Р. Тодосійчук, В. М. Кошова. – Вінниця : Нова книга, 2008. – 300 с.

22. Герез А. В. Шляхи підвищення стійкості пива / А. В. Герез, О. С. Дулька, В. Л. Прибильський // Debats scientifiques et orientations prospective du developpement scientifique : International Scientific and Practical Conference, 5 February 2021. – Paris : République française «La Fedeltà», 2021. – Pp. 35-37. [Electronic resource]. – Accessed mode: https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/issue/view/05.02.2021/439.

References

1. Domaretskyi, V.A. (2004). *Tekhnolohiia solodu ta pyva [Technology of malt and beer]*. INKOS.

2. Danilova, L.A., Berezka, T.A., & Domaretskyi, V.A. (2006). Praktika proizvodstva stabilnogo pyva [The practice of production of stable beer]. *Pishchevye tekhnologii Food&Drink – Food technologies Food&Drink*, (1), 8-11.

3. Romanova, Z., & Yaremchuk, M. (2019). Doslidzhennia protsesiv ta zasobiv spryiannia stiikosti pyva [Research of processes and means of promoting beer stability]. *Slovak international scientific journal*, (30), 32-35.

4. Fedorova, N., & Romanova, Z. (2020). Doslidzhennia mozhlyvostei podovzhennia stiikosti pyva [Study of the possibilities of extending the stability of beer]. *InterConf*., *3*(36), 1325-1329. https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/6521.

5. Pro osnovni pryntsypy ta vymohy do bezpechnosti ta yakosti kharchovykh produktiv [On Basic Principles and Requirements for Food Safety and Quality], Law of Ukraine № 771/97-BP (on December 23, 1997). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text.

6. Pro derzhavnyi kontrol za dotrymanniam zakonodavstva pro kharchovi produkty, kormy, pobichni produkty tvarynnoho pokhodzhennia, zdorovia ta blahopoluchchia tvaryn [On state control over compliance with the legislation on food products, feed, by-products of animal origin, animal health and welfare], Law of Ukraine № 2042-VIII (on May 18, 2017). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text.

7. Pro zatverdzhennia Vymoh shchodo rozrobky, vprovadzhennia ta zastosuvannia postiino diiuchykh protsedur, zasnovanykh na pryntsypakh Systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv (HACCP) [On the approval of the Requirements for the development, implementation and application of ongoing procedures based on the principles of the Food Safety Management System (HACCP)], Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine № 590 (10.01.2012). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Text.

8. Oliinichuk, S.T., Kyrylenko, R.H., & Kharevych, Ya.M. (2021). Vplyv zbilshennia norm dodavannia α -amilazy ta hliukoamilazy na povnotu zbrodzhuvannia susla iz krokhmalevmisnoi syrovyny [The effect of increasing the rate of addition of α-amylase and glucoamylase on the completeness of fermentation of wort from starch-containing raw materials]. *Naukovi problemy kharchovykh tekhnolohii ta promyslovoi biotekhnolohii v konteksti Yevrointehratsii: zbirnyk materialiv X Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii – Scientific problems food technologies and industrial biotechnology in the context of European integration: collection of materials of the X International scientific and technical conference* (pp. 137–138). NUKhT. https://drive.google.com/file/d/19UKlOwRCKdLnSAB-vq0YCt8lMP6wC9NK/view.

9. Mahorivska, H.Ya. (2009). Pryhotuvannia pyvnoho susla z vykorystanniam fermentnoho preparatu Hytemphase [Preparation of beer wort using the Hytemphase enzyme preparation]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of the National Technical University of Ukraine, 19.4*, 110-113. https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_4/110_Magoriwska_19_4.pdf.

10. Shepida, Ya.F., Sydorov, Yu.I., Novikov, V.P., & Vliazlo, R.Y. (2001). Vplyv fermentnykh preparativ na tekhnolohiiu vyrobnytstva ta yakist pyva kaluskoi pyvovarni [The effect of enzyme preparations on the production technology and quality of beer of the Kalush's brewery]. *Visnyk Derzhavnoho universytetu «Lvivska politekhnika» – Bulletin of the State University "Lviv Polytechnic"*, (426), 148–150.

11. Romanova, Z.M., Romanov, O.S., & Kosoholova, L.O. (2017). Intensyfikatsiia protsesiv pyvovarinnia za uchasti fermentiv [Intensification of brewing processes with the participation of enzymes]. *Problemy ekolohichnoi biotekhnolohii – Problems of ecological biotechnology,* (2). https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/38986/1/2017_2.pdf.

12. Loiko, S., Ruban, V., & Romanova, Z. (2018). Doslidzhennia vplyvu fermentiv ta fenoliv syrovyny dlia stiikosti pyva [Study of the influence of enzymes and phenols of raw materials on the stability of beer]. *Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem kharchuvannia liudstva u XXI stolitti: 84 mizhnarodna naukova konferentsiia molodykh uchenykh, aspirantiv i studentiv – Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the 21st century: 84th international scientific conference of young scientists, graduate students and students* (Vol. 1, p. 285). NUKhT. http://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/27841.

13. Koshova, V.M., & Matsulevych, N.Ye. (2011). Vplyv polifenoliv na koloidnu stiikist pyva [The effect of polyphenols on the colloidal stability of beer]. *Naukovi pratsi NUKhT – Scientific works of the National Technical University of Ukraine*, (37-38), 34-37.

14. Koshova, V.M., Mysiura, T.H., & Popova, N.V. (2017). Vplyv fermentnykh preparativ na koloidnu stiikist pyva [The effect of enzyme preparations on the colloid stability of beer]. Naukovi pratsi *Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii – Scientific works of the National University of Food Technologies, 23*(4), 127-132. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2017_23_4_18.

15. Laminex. The ideal filtration aid in beer (n.d.). https://www.dupontnutritionandbiosciences.com/brewing/products/laminex.html.

16. Amileks 5T [Amilex 5T]. http://ekspoteh.ru/index.php?name=production&op=printe&id=129.

17. Thermostable bacterial α-amylase for starch liquefaction in beer production with malt and adjuncts. (n.d.). https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Beer/technical_data_sheets/GB/beerzym_amyl_ht-beer-technical_data-sheet-english-erbsloeh.pdf.

18. Thermostable fungal β-glucanase for glucan degradation in brewing mashes. (n.d.). https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Beer/technical_data_sheets/GB/beerzym_bg-beer-technical_data-sheet-english-erbsloeh.pdf.

19. Neutrale Bakterien-Proteinase zur Proteolyse in Braumaischen mit Rohfruchtanteilen. (n.d.). https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Beer/technical_data_sheets/DE/enerzyme_p7-bier-datenblatt-deutsch-erbsloeh.pdf.

20. Rehlament yevropeiskoho parlamentu i Rady (IeS) № 1332/2008 vid 16 hrudnia 2008 roku pro kharchovi enzymy ta vnesennia zmin do Dyrektyvy Rady 83/417/IeES, Rehlamentu Rady (IeS) № 1493/1999, Dyrektyvy 2000/13/IeS, Dyrektyvy Rady 2001/112/IeS i Rehlamentu (IeS) № 258/97 https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_017-08.

21. Meletiev, A.Ye., Todosiichuk, S.R., & Koshova, V.M. (2008). *Tekhnokhimichnyi kontrol solodu, pyva ta bezalkoholnykh napoiv [Technochemical control of malt, beer and soft drinks].* Nova knyha.

22. Herez, A.V., Dulka, O.S., & Prybylskyi, V.L. (2021). Shliakhy pidvyshchennia stiikosti pyva. *Debats scientifiques et orientations prospective du developpement scientifique: International Scientific and Practical Conference* (pp. 35-37). République française «La Fedeltà». https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/issue/view/05.02.2021/439.

Отримано 28.09.2022

UDC 663.44

Zhanna Zamai[1], Oksana Gumeniuk[2], Olena Khrebtan[3], Sergiy Ponomarenko[4], Konstantin Ivanenko[5]

[1]PhD in technical sciences, Associate Professor, Department of Food Technology
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine).
E-mail: zamaizhanna@gmail.com. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-2879-4677. **ScopusID:** 6506101557; 6506148493

[2]PhD in Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Food Technologies
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine).
E-mail: gum_ok@ukr.net. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-1873-0661
ResearcherID: F-9471-2016. **ScopusID**: 9839040200

[3]PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine).
E-mail: olenaborisovnahrebtan@gmail.com. **ORCID**: https://orcid.org/0000-0002-7296-7136

[4]PhD in Economical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Public Administration and Management of Organizations
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine).
E-mail: pon63serg@gmail.com. **ORCID**: https://orcid.org/0000-0003-0714-7972. **ResearcherID:** J-4914-2016

[5]PhD in technical sciences, Associate Professor, Department of Food Technology
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine).
E-mail: sapr121@ukr.net. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0002-9940-6523. **ScopusID:** 57196196416

THE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF EZYME PREPARATIONS USE AND REQUIREMENTS ON THEIR SAFETY IN CRAFT BEER PRODUCTION

The main problems of brewing are related to the quality of mash sugaring; a significant residue of extractive substances in the shot; insufficiently intensive and deep fermentation; with beer filtering; its colloidal stability. Craft productions face similar problems. The use of enzyme preparations (EP), which are effectively used in large breweries, is one of the ways to solve these problems. That is why the study of the effectiveness of the EP application in the conditions of craft brewing production is relevant.

The use of EP allows more efficient hydrolysis of malt proteins and polysaccharides, which leads to an increase in its extractability. In conditions of craft production, it is necessary to separately evaluate the effectiveness of the use of each enzyme preparation or their combination for a given type of beer and for a given brewery.

The work analyzes the latest research and publications on the use of enzyme preparations and their effect on the quality of the beer obtained, as well as the conditions for their safe use. The effectiveness of conducting a deeper hydrolysis of malt polymers and, accordingly, increasing its extractability, increasing the yield of the finished product, and increasing the colloidal stability of beer when using enzyme preparations of microbial origin were analyzed. It has been established that considerable attention is paid to the effectiveness of the use of EP in brewing, however, research mainly concerns their impact on the quality (expiration date) of the finished drink, and the use of EP in the conditions of craft productions has not been conducted. In addition, new enzyme preparations, mainly of foreign production, are appearing on the market of Ukraine, therefore it is important to investigate the feasibility of their use in the conditions of specific industries.

The purpose of the article is the theoretical and experimental substantiation of the introduction of enzyme preparations in the production process of "Desyatka" beer at the "Bierwelle" beer workshop, which should contribute to reducing the loss of malt active substances during beer filtration and increasing the shelf life of the finished product.

The effectiveness of the study enzyme preparations, their effect on the beer filtration process was evaluated by determining the mass fraction of the total extract of the grain, the extract of the leached grain and the residual extract.

From the obtained data, it can be seen that during the production of craft beer "Desyatka", even with the participation of enzyme preparations, there are significant losses of extractive substances that remain in the beer grain after filtration.

The paper shows the prospects of using enzyme preparations to increase the yield of the product and extend its shelf life at the "Bierwelle" craft production. Analysis of the effect of a number of investigated enzyme preparations on the brewing process showed that the most effective is the Beerzym AMYL HT, Beerzym BG, EnerZyme P7 enzyme complex, the addition of which during mashing of the wort reduces the mass fraction of the total extract of the grain by 6.44 %, and the residual extract by 4.58 % compared to the control.

Table: 1. References: 22.

Замай Ж., Гуменюк О., Хребтань О., Пономаренко С., Іваненко К. Аналіз ефективності застосування ферментних препаратів та вимоги щодо їх безпечності в крафтовому виробництві пива. *Технічні науки та технології.* 2022. № 3(29). С. 126-135.