

*ISSN 2524-0102 (Print)*  
*ISSN 2616-6011 (Online)*

# НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Випуск 2(6)

КИЇВ  
2018

ISSN 2524-0102 (Print)  
ISSN 2616-6011 (Online)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Приватний вищий навчальний заклад

«Університет новітніх технологій»

# **НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

*Збірник наукових праць*

**Випуск 2(6)**

**Київ**

**2018**

<i>Украинец Е.А., Ткаченко В.В., Гуменников Р.В., Чабан В.И.</i> РОТАТИВНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКРАНОПЛАНОВ.....	94
<i>Глущенко П.А., Демяненко С.К., Якусевич Ю.Г., Байрамова О.В.</i> ВИЗНАЧЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРИЛ З КІНЦЕВИМИ АЕРОДИНАМІЧНИМИ ПОВЕРХНЯМИ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ КОРАБЕЛЬНОГО БАЗУВАННЯ.....	104
<b>ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ: СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ, ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ</b>	
<i>Бать-Прилипка Л.В., Васильківська Т.Ю., Лесницька О. А.</i> ГАРМОНІЗАЦІЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МЕДУ НАТУРАЛЬНОГО НОРМОВАНИХ В УКРАЇНІ І ЗА КОРДОНОМ.....	109
<i>Кошова В.М., Мукоїд Р.М., Бондаренко А.Д., Василюк В.П.</i> ХОЛОДНЕ ОХМЕЛЕННЯ ПИВА.....	115
<i>Муштрук М.М.</i> АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВОГО БОРОШНА І ЙОГО СУМІШЕЙ.....	122
<b>ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ</b>	
<i>Собчук А.В.</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНАЛЬНО СТІЙКИХ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ, ЯК МЕРЕЖ ОКРЕМОГО КЛАСУ.....	130
<i>Войченко Т.О.</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ.....	137
<i>Толкаченко Є.А., Дорофєєва З.Я., Урум Н.С.</i> МЕТОДИ ОЦІНКИ ТА РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ.....	142
<i>Мажара І.П., Тимочко О.І., Трішин В.В., Будолак С.Ю.</i> МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ДОПУСКУ ОСІБ ГРУПИ СУДНОВОДІВ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	147
<i>Берднік П.Г., Медведева О.Ю., Дорошева А.О., Зайцева Д.О., Рябчук І.О.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНИХ СТУДЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРАКТИВНОГО ОСВІТЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	154
<i>Dmytriiev O., Zhyvytskyi M., Elizarov O.P., Syomin O.A., Sushko V.G.</i> ESTIMATION OF PRIMARY AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF SHIP-BASED UNMANNED AIRCRAFT VEHICLE.....	166
<i>Данилов Ю.А., Руденко В.Н., Дембрович О.О., Шевченко В.И.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ КВАЗИОПТИМАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ СОПРОВОЖДЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ИХ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	180

Кошова В.М., Мукоїд Р.М., Бондаренко А.Д., Василюк В.П.

## ХОЛОДНЕ ОХМЕЛЕННЯ ПИВА

Метою холодного охмеління є розчинення ароматичних компонентів в пиві, відомих як ефірні олії, не збільшуючи при цьому гіркоти кінцевого продукту. Технологія сухого охмеління дуже нова як у нашій країні так і багатьох інших країн. Завдяки цьому прийому ми можемо зберегти нестабільні ароматичні олії: монотерпени - мирцен, дітерпени - димірцен, сексвітерпени -  $\beta$ -каріофіллен та багато інших. Пиво, приготоване за такою технологією відрізняється насиченим ароматом хмелю, який неможливо досягти в традиційній технології пивоваріння.

Підібрано ароматичний хміль з низьким вмістом  $\alpha$ -кислот. Сухе охмеління полягає у додаванні хмелю в циліндрично-конічний бродильний апарат (ЦКБА) або кег після завершення процесів бродіння. Запропоновано найновітніший і дуже ефективний спосіб. Був обраний спосіб сухого охмеління з використанням обладнання для сухого охмеління (Hoptower). Принцип його дії полягає в тому, що певне розміщення вхідних отворів дозволяє перекачувати пиво для активної циркуляції, і завдяки чому утворюється турбулентний потік, та збільшується рівень екстрактивності при скороченому часі контакту. Устаткування функціонує за принципом мінімізації попадання кисню в пивний потік і зведення до нуля пов'язаних з цим руйнуючих процесів.

**Ключові слова:** сусло, пиво, хміль ароматичний, охмелення, ізомеризація, бродіння.

**Постановка проблеми.** Хміль на рівні з солодом, різноманітними його заміниками, водою, дріжджами, є основним видом сировини для виробництва пива. Завдяки вмісту в шишках хмелю гірких речовин, ефірної олії та поліфенолів він є незамінною сировиною для виробництва пива. Унікальні сполуки хмелю, які не зустрічаються в жодній рослині, надають пиву характерного гіркого смаку й аромату, приймають участь в освітленні та утворенні піни, а також підвищують біологічну і колоїдну стійкість при зберіганні бурштинового напою. Тому можна стверджувати, що хміль є душею пива.

На сьогоднішній день, як міні-пивоварні, так і потужні пивзаводи України, використовують в своїх технологіях різні продукти переробки хмелю. Наразі основними із них є: гранули типу 90, гранули збагачені лупуліном типу 45, ізомеризовані гранули, екстракти: етанольні, вуглекислотні, ізомеризовані, ізомеризовані альфа-кислоти, ефірна олія і емульсії ефірних олій [1, 2].

В Україні є сучасні підприємства з якісної переробки хмелю. Зокрема, ТОВ «Хопштайнер Україна» має чи не найкращий в Європі цех з виробництва гранул хмелю типу 90, що може переробляти 1600 тон «зеленого золота» за сезон, тобто втричі більше, ніж вирощує нині вся українська галузь. На цьому підприємстві стоїть сучасне обладнання німецької фірми «Пробст».

**Аналіз попередніх досліджень.** Згідно з діючим стандартом України на хміль його умовно поділяють на три типи: тонкоароматичні, ароматичні, гіркі. У світовій практиці проводять більш детальний розподіл на типи сортів: тонкоароматичні, ароматичні, гіркоароматичні або проміжні, гіркі (альфа) і супергіркі (супер-альфа). Але ця класифікація – умовна. Немає ще в хмелярській практиці світу єдиних критеріїв визначення належності певного чи іншого сорту до певного типу.

На сьогодні більшу увагу пивовари всього світу приділяють ароматичному хмелю, який використовують у пивоварінні для гарячого і сухого охмелення. Одні під цим поняттям розуміють тільки якість аромату шишок хмелю або гранул, інші вважають, що у сортах цього типу є значна кількість ефірної олії. Але така оцінка не об'єктивна і не коректна. Дослідження біохімічного складу шишок та гранул хмелю кращих в світі ароматичних сортів: Клон-18 (Україна), Жатецький (Чехія), Сапфір, Тетнангер (Німеччина), Люблінський (Польща) та гранул хмелю інших сортів, що використовуються на пивзаводах України показали, що основним показником ароматичності хмелю є перевага в смолах частки бета-кислот над часткою альфа-кислот [3, 4, 5]. Це – одна з вирішальних ознак при оцінці пивоварної якості хмелю та гранул. Бета-кислоти самі по собі не гіркі на смак, але в процесі охмелення суслу утворюють сполуки, що мають приємну, м'яку гіркоту, що створюють благородну основу характеру гіркоти пива [6, 7].

**Мета роботи.** Аналіз сучасних способів охмелення пивного сусла.

**Об'єкт досліджень.** Хміль тонкоароматичний, ароматичний, гіркий отриманий в Україні так і зарубіжних країнах. Установки Noptover та Normaster.

**Виклад основного матеріалу.** Основними критеріями для віднесення сорту до певного типу є кількісний та якісний склад гірких речовин, ефірної олії та ксантогумолу, тобто класифікація здійснюється за сортовими ознаками. Чим менше міститься когумулону в складі альфа-кислот, тим краще якість гіркоти пива. Масова частка когумулону в складі альфа-кислот на думку закордонних вчених та пивоварів-спеціалістів для тонкоароматичних сортів не повинна перевищувати 30 %. Найнижчий вміст когумулону в складі альфа-кислот міститься в гранулах хмелю сорту Сапфір – 11,5-14,5 % [8].

Як правило, в гранулах тонкоароматичних і ароматичних сортів представлена каріофіленом, гумуленом та фарнезенем, вміст яких знаходиться в помірних діапазонах, при невеликій кількості мірцену і майже відсутні ефіри ізовалеріанової кислоти [5].

Вміст ефірної олії в ароматичних сортах коливається від 0,5 до 2,0 %, при чому велика частина приходить на фарнезен, що обумовлює одержання пива з тонким ароматом і високими якість [5, 6].

Важливим фактором в хмелювому ароматі пива є якісний склад ефірної олії, тому що її компоненти по-різному впливають на якість пива. Продукти окиснення мірцену надають пиву різкого запаху, між тим фарнезен, гумулен і каріофілен забезпечують благородний аромат. Пиво з тонким, ніжним ароматом можна отримати лише з хмелю з низьким вмістом мірцену і високою часткою сесквітерпенів – гумулену, каріофілену і фарнезену. Цій вимозі найбільше відповідають ароматичні сорти хмелю. Леткі компоненти ефірної олії під час кип'ятіння хмелю в суслі випаровуються до незначної кількості, яку вважають складовою запахом пива. [5, 7, 8]

Відомо [6, 7, 8, 9], що ізогумулон, ізокогумулон та ізоадгумулон мають приблизно однакову ступінь гіркоти. Однак, при кип'ятінні сусла з хмелем ізомеризація гомологів альфа-кислот протікає з різним утворенням ізосполук. Велике значення має при цьому кількісне співвідношення гомологів альфа-кислот. Чеський хміль (сорт Жатецький) характеризується високим вмістом гумулону та адгумулону (до 80%), натомість в німецьких та американських високосмольних сортах, таких як Геркулес, Томагавк переважає когумулон (до 50%) [5, 6].

Таким чином розглянувши коротку характеристику хмелю, як незамінної сировини для пива, потрібно охарактеризувати способи охмелення сусла.

На сьогодні охмелення пивного сусла проводять шляхом сумісного використання тонкоароматичного хмелю з високим вмістом бета-кислот за співвідношенням останніх до альфа-кислот в межах 1,3-1,8 і співвідношенням поліфенолів до альфа-кислот більше одиниці та хмелю спеціальних сортів з підвищеним вмістом ксантогумолу в межах 0,8-1,2% [5, 7, 10].

В технології пива, подібно до процесу ізомеризації альфа-кислот в ізо-альфа-кислоти, при охмеленні сусла до 70% ксантогумолу ізомеризується в ізо-ксантогумол, який має антиканцерогенні властивості. В зв'язку з цим нині в світовій практиці пивоваріння актуальним завданням є підвищення вмісту даної сполуки в пиві, розробка технологій виробництва пива, збагаченого ксантагумолом. За класичною технологією пивоваріння хміль вноситься на стадії кип'ятіння сусла в 2-3 прийоми: через 10 хв після початку кип'ятіння і за 10 хв до кінця кип'ятіння [5, 7]. Для любителів пива з сильним хмельовим ароматом пропонується використовувати додатково холодного (сухого) охмелення, яке дозволяє більш повно екстрагувати хмельову олію без ризику її втрати. Пиво, приготовлене за такою технологією, відрізняється насиченістю аромату хмелю. Для даної технології використовується ароматичний хміль з вмістом  $\alpha$ -кислоти не більше 6%.

Холодне охмелення проводиться на стадії дозрівання готового пива, яке прокачують через апарати холодного охмелення при температурі  $-1^{\circ}\text{C}$ , при тиску 0,5-1,0 атм без перемішування, протягом 5-14 днів. Більш тривала витримка може призвести до появи трав'янистого присмаку [9, 10].

Зазвичай холодне охмеління має на увазі додавання хмелю в ЦКБА або кег після завершення процесів бродіння. Було розглянуто два зарубіжні апарати Hoptower, Hopmaster для холодного охмеління, які відрізняються своєю конструкцією та принципом роботи (рис. 1, табл. 1).

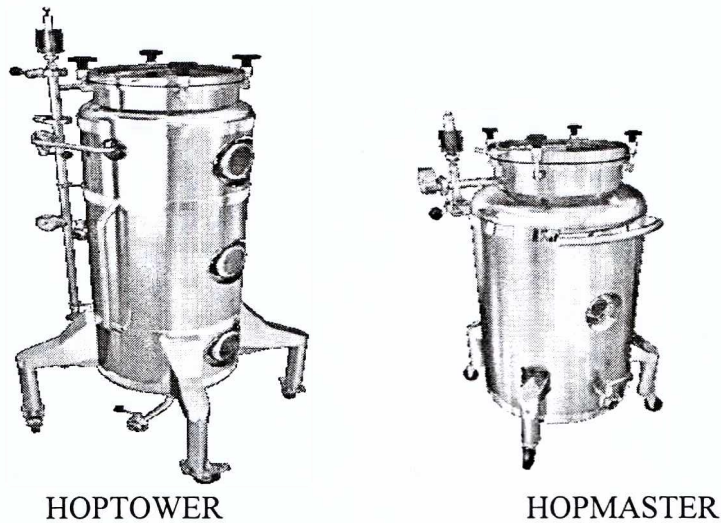


Рис. 1 Обладнання для холодного охмелення

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика обладнання для холодного охмелення**

<i>HOPTOWER</i>	<i>HOPMASTER</i>
<b>Використана сировина</b>	
Гранульований хміль, фрукти та інші ароматичні речовини	Гранульований хміль, шишки хмелю, фрукти та інші ароматичні речовини
<b>Основне призначення обладнання</b>	
Призначене для використання в бродильному відділенні і підключається до ємностей бродіння після завершення первинної ферментації, або до ємностей зберігання після фільтрації пива.	Даний тип обладнання призначений для використання в бродильному відділенні і підключається до ємностей бродіння після завершення первинної ферментації, або до ємностей зберігання після фільтрації пива. Завдяки вбудованій магнітній мішалці, підвищується

Метою холодного охмелення є розчинення ароматичних компонентів в пиві, відомих як ефірні олії, не збільшуючи при цьому гіркоти кінцевого продукту.

Відсоток екстрактивності при скороченому часі контакту. Устаткування функціонує за принципом мінімізації попадання кисню в пивний потік і зведення до нуля пов'язаних з цим руйнують процесів. Фільтруюча кошик перешкоджає попаданню в пиво великих волокон.

Принцип дії таких апаратів полягає в тому, що розміщення вхідних отворів дозволяє перекачувати пиво для активної циркуляції, і завдяки чому утворюється турбулентний потік, та збільшується рівень екстрактивності при скороченому часі контакту в порівнянні додавання хмелю в ЦКБА. Устаткування функціонує за принципом мінімізації попадання кисню в пивний потік і зведення до нуля пов'язаних з цим руйнуючих процесів. Повний потік від емкостей бродіння до обладнання холодного охмеління виконується завдяки роботі насоса і надлишкового тиску [11].

В рамках дослідницької роботи було проаналізовано основні способи та кількість внесення хмелю для холодного охмелення пива. Приготовлене пивне сусло концентрацією 13%, зброджували при температурі 12...16°C, протягом 7 діб та доброджували при температурі 0...1°C.

Тривалість холодного охмеління згідно літературних джерел, досягнення бажаного результату, пиво повинно витримуватися 1...3 доби [12]. Було обрано час у 2 доби. Надмірно довгий настоювання може привести до появи «трав'янистої» присмаку в готовому пиві. Діапазон концентрацій внесеного хмелю з метою визначення оптимальної дози обраний за рекомендаціями зарубіжних пивоварів і на підставі літературного огляду [9, 12].

Було обрано наступні концентрації внесення хмелю: перший зразок – 22 г/дал; другий зразок – 33 г/дал; третій зразок – 44,5 г/дал.

Після дегустаційної оцінки усіх зразків були виявлені їх смакоароматичні профілі. За результатами сенсорного аналізу зразків № 1, 2, 3 дегустатори відзначили наступне, що у першому зразку – незначна зміна смаку та аромату пива. З'явилися фруктові і квіткові відтінки, посилювся запах хмелю. Гіркота практично не змінилася. У другому зразку – значна зміна смаку і аромату пива. В цілому композиція смаку і аромату стала гармонійною. У третьому – значна зміна смаку і аромату пива. Аромат – хмельовий, дуже виражений. За результатами аналізу гіркота змінилася не значно - по відчуттях пиво стало гірким. Згідно дегустаційної оцінки складені сенсорні профілі напоїв (рис 2, 3, 4).



Рис. 2. Смакоароматичний профіль зразка пива № 1 після холодного охмеління



Рис. 3. Смакоароматичний профіль зразка пива № 2 після холодного охмеління



Рис. 4. Смакоароматичний профіль зразка пива № 3 після холодного охмеління

Таким чином, за результатами дегустації була виявлена найбільш оптимальна доза внесення хмелю: 44 г/дал. Ця концентрація дає бажаний результат хмелевої гіркоти у ароматі, не значне посилення смакової гіркоти та покращення загальної картини.

### Висновки:

1. Для охмелення пивного сусла використовують три типи хмелю: тонкоароматичні, ароматичні та гіркі.
2. Для виробництва сортів пива з насиченим хмелевим ароматом рекомендується використовувати ароматичні сорти хмелю з найнижчим вмістом когумолону в складі альфа-кислот – 11,5-14,5%.
3. Для сортів пива з яскраво вираженою ароматикою доцільно замість внесення ароматичного або тонкоароматичного хмелю в кінці кип'ятіння сусла бажано використовувати спосіб сухого охмелення, який дозволяє більш повно екстрагувати ефірну олію без ризику її втрат.
4. За результатами дегустації було встановлено оптимальну дозу хмелю для холодного охмелення пива - 44 г/дал.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас українських сортів хмелю. / Проценко Л.В., Рудик Р.І, Лященко М.І. [та ін.] Інститут сільського господарства Полісся НААН.– О.О. Євенок, 2017. – 74 с.
2. Банк даних біохімічних показників українських сортів хмелю звичайного (*Humulus Lupulus L.*) / Проценко Л.В., Рудик Р.І, Лященко М.І. [та ін.] / Інститут сільського господарства Полісся НААН. – О.О. Євенок, 2015. – 44 с.
3. Лікувальні властивості хмелю / Лященко М., Михайлов М., Галак Г., [та ін.] // Харчова і переробна промисловість. – 2002. № 12. – С. 19 – 20.
4. Kusche M., Stettner G., Stephan A., Mitter W., fnd Kaaltner D., Influence of the new high alpha hop variety Herkules on beer quality. Proceedings of the European Brewery Convention Congress, Venice, 2007, Fachverlag Hans Carl: Nurnberg, Germany, Contribution 24.
5. Кунце, В. Технология солода и пива: пер. з нем. /В. Кунце, Г. Мит.— СПб.: Профессия, 2009.— 1100 с.
6. Лященко Н.И. Биохимия хмеля и хмелепродуктов / Н.И. Лященко.– Житомир: Полісся, 2002. – 384 с.
7. Лященко М.І. Пивоварна якість сортів хмелю української селекції / М.І. Лященко, Л.В. Проценко // Агрпроміслові виробництва Полісся. – 2011 №4. С. 81 – 85.
8. Malowicki M. and Shellhammer T. Factors affecting hop bitter acid isomerization kinetics in a model wort boiling system. Am. Soc. Brew. Chem., 2006, 64, 29 – 32/
9. Лященко Н.И. Физиология и биохимия хмеля / Лященко Н.И., Михайлов Н.Г., Рудик Р.И., - Житомир: Полісся, 2004. – 408 с.
10. Матвеева Н.А. Применение технологии сухого охмеления в пивоварении / Н.А. Матвеева, А.А. Титов // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. - №1. – С. 111 – 118.
11. Інтернет джерело: <https://www.zipbier.com/#products>.
12. Матвеева Н.А. Выбор сорта хмеля для технологии сухого охмеления / Н.А. Матвеева, А.А. Титов // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. - №4. – С. 120 – 125.