



## INVESTIGATION OF THE PROCESS OF EXTRACTION OF TARGET COMPONENTS FROM HOPPER RAW MATERIALS

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ ЦІЛЬОВИХ КОМПОНЕНТІВ ІЗ ХМЕЛЕВОЇ СИРОВИНИ

Zaporozhets Y.V. / Запорожець Ю.В.

*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-2356-2148

Burlaka T.V. / Бурлака Т.В.

*s.t.s. / к.т.н., ст. викладач*

ORCID: 0000-0002-2877-7386

*National University of Food Technologies, Kyiv, Vladimirskaya, 68, 01601*

*Національний університет харчових технологій, м. Київ, вул. Володимирська 68, 01601*

**Анотація.** Хмелярство є важливою галуззю сільськогосподарського виробництва, продукція якої має безліч застосувань, починаючи від пивоваріння і закінчуючи косметологією.

Тривалий час Україна було на 5-му місці у світі після США, Німеччини, Китаю і Чехословаччини по вирощуванні хмелю та виробництві хмелепродуктів. Хмелярство було найважливішою бюджетоутворювальною складовою агропромислового комплексу регіону Полісся України.

Через недосконалість механізму переходу до ринкових умов для сільськогосподарських підприємств у галузі хмелярства стало скорочення виробництва, зниження рівня конкурентоспроможності українського хмелю та витіснення вітчизняних виробників із внутрішнього ринку й традиційного зовнішнього ринку. Зростаюча потреба пивоварів в екстрактах хмелю, які не виробляють в Україні, коливання цін на хмелесировину на світовому і внутрішньому ринках, недостатньо збалансований сортовий склад хмеленасаджень не сприяли нормалізації розвитку галузі в умовах ринкових відносин. На сьогоднішній день, гостро постає задача в невідкладному вжитті заходів для забезпечення розвитку хмелярства та підвищення його конкурентоспроможності для виходу на світовий ринок.

**Ключові слова:** хміль, гранули, гіркі речовини, екстрагування, екстрагент, екстракт.

#### Вступ.

Розвиток переробної галузі промисловості в нових економічних умовах вимагає розв'язання цілого ряду задач, спрямованих на удосконалення екстракційної апаратури, методів її розрахунку та розвиток теорії екстрагування.

Низька ефективність більшості існуючих технологій екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини з високою ступеню її подрібнення характеризується недосконалістю екстракційної апаратури, оскільки дрібно фракційна сировина, або виготовлена із неї маса не має достатньої пористості для протитечійного безперервного екстрагування, погано транспортується і ущільнюється.

Особливо гостро ці питання стоять у пивоварній промисловості, адже раціональне використання хмельової сировини при виробництві екстрактів визначається досконалістю екстракційного обладнання, як фактора, що забезпечує необхідну ступінь вилучення цільових компонентів та якість екстракту.



Проте основні способи екстрагування на сьогоднішній день не можуть забезпечити ринок необхідною кількістю товарних екстрактів, тому в останній час виникла потреба в розробленні нових способів інтенсифікації процесу екстрагування.

У зв'язку з необхідністю удосконалення та інтенсифікації процесу масоперенесення при екстрагуванні виникає питання про створення таких активних режимів взаємодії між рослинною сировиною та екстрагентом, які забезпечували б високу продуктивність та масообмін.

**Метою роботи** є теоретичне і експериментальне дослідження процесу віброекстрагування цільових компонентів із хмелю та створення високоефективного обладнання безперервної дії для отримання хмельових екстрактів.

Для досягнення цього необхідно вирішити такі основні завдання: проаналізувати літературні дані, дослідити фізико-хімічні характеристики цільових компонентів, дослідити механізм вилучення цільових компонентів з метою визначення лімітуючої стадії процесу, вивчити кінетичні закономірності процесу екстрагування.

#### **Матеріали і методи.**

Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів екстрагування рослинної сировини.

#### **Результати і обговорення.**

Хмелярство є важливою галуззю сільськогосподарського виробництва, продукція якої має безліч застосувань, починаючи від пивоваріння і закінчуючи косметологією.

Останні роки функціонування вітчизняної хмелярської галузі фахівці оцінюють як критичні. З 2012 р., хміль в Україні вирощують лише в чотирьох областях, а саме Житомирській, Львівській, Хмельницькій та Рівненській областях. Проте ще у 2004–2005 рр. налічувалось 9 регіонів-виробників хмелю. Впродовж лише 2008–2017 рр. кількість діючих господарств скоротилася з 59 до 19, або в 3,2 разу. За останні 25 років площі вирощування хмелю знизилась з 7,4 тис. га у 1990 р. до 0,4 тис. га у 2017 р., тобто у 18,5 разу.

Незважаючи навіть на відмічену світом високу якість українського хмелю – вітчизняні хмільники відомі вирощуванням найпримхливіших ароматичних сортів, вітчизняне хмелярство втрачає позиції. Основною причиною такої ситуації є те, що пивзаводи купують лише великі партії одного сорту зі стабільними якісними показниками. Переважна більшість вітчизняних хмелегосподарств виробляє хміль одного сорту в обсязі, недостатньому для завантаження гранулятора та забезпечення мінімальної партії поставки. Великі пивоварні компанії з іноземним капіталом обмежили використання української хмелесировини через власну зацікавленість в постачанні хмелепродуктів іноземного виробництва та сьогодні займають монопольне становище на ринку [1].

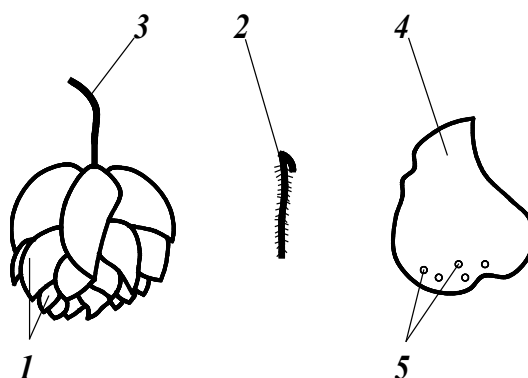
Парадокс полягає в тому, що пивоварні заводи закупають хмелесировину за контрактними цінами значно вищими, ніж вітчизняні хмільники мають



можливість реалізувати свою продукцію. Такий стан зовнішньої торгівлі створює негативну тенденцію перспективі розвитку вітчизняної галузі хмелярства [2].

Під час перероблення хмелю у виробництві пива для забезпечення максимального використання його цінних речовин суттєве значення має будова і склад хмельових шишок. В узагальненому вигляді шишка хмелю (рис.1.) складається з 40-70 квіток 1, розташованих на зігнутому стрижні 2, вкритому волосінням, з квітконіжкою 3. Квітки є туго зібраними зеленими пелюстками-лусками 4, в основі яких розташовані золотисто-жовті зерна лупуліну 5, що містять найбільш цінні гіркі смолисті речовини. За усередненими даними у складі шишки на лупулін припадає 19,81%, пелюстки — 66,85%, стержень — 7,36%, квітконіжку — 5,98%.

У необробленому хмелі цінні зерна лупуліну можуть випадати з шишки і механічно втрачатись, гіркі речовини — окислюватись. Тому хміль після збирання і висушування сульфитується, пресується, а потім іде на виробництво спеціальних хмельових препаратів, які сприяють зниженню втрат цінних речовин в процесі зберігання і безпосередньо під час використання у пивоварінні.



**Рис.1. Будова шишки хмелю:**

1 — квітка; 2 — стержень; 3 — квітконіжка; 4 — пелюсток-луска;  
5 — зерна лупуліну

Гіркі речовини хмелю є ціноутворюючими як найбільш специфічні і характерні для якості пива компоненти хмелю. Причому визначення вартості хмелю і, що навіть більш важливо, дозування його здійснюють за єдиним показником — вмістом альфа-кислот. В той же час для інтенсифікації, більш глибокого використання хмелю у пивоварінні необхідно враховувати і всі інші складові частини його гіркоти.

Гіркі речовини мають, поряд зі смаковими властивостями, дуже високу поверхневу активність і завдяки цьому разом з поліфенолами підвищують суттєвий показник якості пива — стійкість піни. Гіркі речовини також гальмують розвиток в пиві мікроорганізмів і цим сприяють вирішенню актуальної проблеми підвищення стійкості пива в процесі реалізації.

Небажані фізичні і хімічні перетворення хмелю, його старіння в процесі зберігання доводять необхідність виробництва хмельових препаратів, які забезпечують більшу тривалість зберігання в незмінному вигляді цінних для



пивоваріння речовин хмелю. Такими препаратами є порошки, гранули та екстракти хмелю.

Хмельові порошки першої групи виготовляють шляхом подрібнення попередньо висушеного до вологості 3-5% хмелю на молоткових дробарках з наступним гомогенізуванням і фасуванням у полімерну та жерстяну тару. При цьому використовують вакуумування або інертний газ. Можливе також гранулювання або брикетування для зручності користування. Слід зазначити, така технологія має той недолік, що у процесі гранулювання і підвищення при цьому температури до 10% альфа-кислот ізомеризується. Це і ускладнює подальше нормування і оброблення гранул при кип'ятінні суслу з хмелем.

Економія гірких речовин, яка досягається при використанні хмельових порошків, складає 10-15%, в основному, за рахунок більшої поверхні контакту між часточками хмелю і суслим, менших втрат у хмельовій дробині.

Гранули хмелю мають практично такий же вміст корисних речовин для пивоваріння як і шишки хмелю і якістю відповідають вимогам класичного пивоваріння.

Незважаючи на переваги використання гранульованого хмелю в порівнянні з шишковим, коефіцієнт використання  $\alpha$ -кислот і ефірної олії залишається низьким. Висока температура під час гранулювання та деякі інші технічні ускладнення не забезпечують високої стабільності якості гранул.

Розчинники, які використовуються для одержання екстрактів хмелю мають різну здатність екстрагувати складники хмелю як за якістю так і за кількістю. Так, найбільша кількість гірких речовин (до 25%) вилучається метанолом, а найменша – ізооктаном і пентаном. Метанол вилучає з хмелю також ряд сторонніх речовин. Найбільша кількість баластних речовин вилучається ізооктаном, пентаном, гексаном і петролейним ефіром.

За своїми властивостями розчинники, що використовуються для екстрагування шишкового хмелю поділяють на групи. В першу групу входять розчинники, що мають слабку здатність до вилучення гірких речовин всіх фракцій хмелю: пентан, гексан, ізооктан, петролейний ефір і трихлоретилен. Друга група включає етанол, етилацетат, ацетат, які добре вилучають гіркі смоли і дещо гірше —  $\alpha$ -кислоти. Третя група — розчинники метанол, етилхлорид, метиленхлорид, які вилучають достатню кількість смол і забезпечують найбільший вміст в екстрактах  $\alpha$ -кислот порівняно з екстрактами, отриманими іншими розчинниками.

В практиці пивоваріння етанольні екстракти застосовують в кількості до 50% норми гіркоти пива і вносять їх на початку охмеління суслу. Але ефективність використання гірких речовин при охмелінні суслу екстрактами більш висока в порівнянні з шишковим хмелем. Тому перспективи виготовлення етанольних екстрактів мають місце, хоча й не виключають пошук більш досконалих технологій.

З численних переваг екстрагенту слід відзначити високу селективну здатність до екстрагування гірких речовин та ефірної олії, високу ефективність екстрагування, хімічну інертність, можливість здійснювати процес при відносно низьких температурах і вилучати гіркі речовини у незмінному стані,



відносно дешевизну і доступність.

Вуглекислотні екстракти мають дуже високий ступінь чистоти. Вони практично майже не містять твердих смол. При екстрагуванні добувається 95% альфа-кислот і 90% ефірної олії.

Недоліком є необхідність проводити екстрагування при високому тиску, що ускладнює обладнання і технологію виробництва. CO<sub>2</sub>-екстракт також не містить поліфенолів і тому може лише частково замінити нативний хміль.

Прагнення до підвищення ступеню використання хмелю в пивоварінні в останні двадцять років зумовило створення технологій виробництва і використання ізомеризованих хмельових екстрактів, але вони все ще знаходяться в стадії становлення і не мають широкого застосування.

Найбільш придатні способи екстрагування для використання в процесі приготування пивного суслу класифікують на статичні і динамічні. Ефективність будь-якого способу екстракції твердої речовини рідиною залежить перш за все від розчинності речовини і швидкості переходу з однієї фази в іншу. Розчинність можна виміряти, підбираючи відповідний розчинник, в який переходить вибірково необхідна речовина, а присутні домішки залишаються в твердій фазі. Швидкість переходу речовини з твердої фази в розчин визначається, в основному, швидкістю проникнення рідини в тверду фазу, швидкістю дифузії речовини в рідині і швидкістю видалення речовини з поверхні розділу фаз. На відміну від системи двох рідких фаз рівновага на межі твердої та рідкої фаз досягається дуже повільно. Прискорити наближення до рівноважного стану можна шляхом збільшення поверхні твердої фази.

Проте основні способи екстрагування на сьогоднішній день не можуть забезпечити ринок необхідною кількістю товарних екстрактів, тому в останній час розробляються нові способи інтенсифікації процесу екстрагування.

### **Результати і висновки.**

Таким чином, для отримання екстрактів хмелю та їх застосування існує широка номенклатура способів екстрагування, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Але майже немає реальних пропозицій щодо інтенсифікації екстрагування безпосередньо у виробничому процесі пивоваріння

### **Література:**

1. Оцінка сучасного стану галузі хмелярства України / Т. М. Ратошнюк // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. - 2018. - № 6(1). - С. 60-66.
2. Пивна та хмелева галузі України: кон'юнктура та інтеграція / Т. Ю. Приймачук, А. В. Проценко, Р. І. Рудик, Т. А. Штанько // Вісник аграрної науки. - 2018. - № 4. - С. 61-67.

***Abstract.** Hop growing is an important branch of agricultural production, the products of which have many applications, from brewing to cosmetology.*

*For a long time, Ukraine ranked 5th in the world after the United States, Germany, China and Czechoslovakia in the cultivation of hops and the production of hop products. Hop-growing was the most important budget-forming component of the agro-industrial complex of the Polissya region of Ukraine.*





*Due to the imperfection of the mechanism of transition to market conditions for agricultural enterprises in the field of hops, there was a reduction in production, reduced competitiveness of Ukrainian hops and ousting domestic producers from the domestic market and the traditional foreign market. The growing demand of brewers for hop extracts that are not produced in Ukraine, fluctuations in prices for hops in the world and domestic markets, insufficiently balanced varietal composition of hop plantations did not contribute to the normalization of the industry in market conditions. Today, there is an urgent need to take urgent measures to ensure the development of hop growing and increase its competitiveness to enter the world market.*

**Key words:** hops, granules, bitter substances, extraction, extractant, extract.

Статья отправлена: 18.05.2021 г.

© Бурлака Т.В.