

**БІОХІМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ
НОВОГО СОРТУ ХМЕЛЮ ПЕРЛИНА,
РЕКОМЕНДОВАНОГО ДЛЯ
ВИКОРИСТАННЯ У ПИВОВАРІННІ**

Н.А. Кошицька¹, Л.В. Проценко², Й.М. Юрківський³

^{1,3}кандидати сільськогосподарських наук

²кандидат технічних наук

Інститут сільського господарства Полісся

Національної академії аграрних наук України

шосе Київське, 131, м. Житомир, 10007, Україна

e-mail: ¹Ninakoshitska@gmail.com, ²Lidiya.procenko@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-5432-1630, ²0000-0002-7746-0270,

³0009-0008-4501-1519

Надійшла 09.06.2025

Мета. На підставі результатів біохімічного оцінювання сорту хмелю Перлина підтвердити його придатність для використання у пивоварній галузі. **Методи.** Для досліджень, які проводили в акредитованій лабораторії хмелю і пива Інституту сільського господарства Полісся НААН упродовж 2021 – 2024 рр., використовували такі методи: монографічний — для вивчення наявного позитивного досвіду із зазначеного питання, аналізу й синтезу — для вивчення результатів досліджень, узагальнення, систематизації, порівняння та формування висновків. Також застосовували сучасні фізико-хімічні методи визначення біохімічних показників якості хмелю і хмелепродукції, як-от: високоефективна рідинна хроматографія — для визначення кількості та складу гірких речовин, кондуктометрія — для встановлення масової частки α -кислот, гідродистиляція з наступною декантацією — для отримання ефірної олії, капілярна газова хроматографія — для визначення компонентів ефірної олії. **Результати.** Доведено, що сорт хмелю тонкоароматичного типу Перлина має оптимальні для пивоваріння біохімічні та технологічні характеристики, а саме: вміст α -кислот — 4,5–9,2%, β -кислот — 4,0–9,0%, масова частка когумулону в складі α -кислот — 21,3–27,2%, масова частка колупулону в складі β -кислот — 39,2–48,4%, загальна кількість ефірної олії — 1,1–2,3 мл на 100 г сухого хмелю, вміст ксантогумолу — 0,3–0,6%. **Висновки.** Комплексні дослідження дають можливість стверджувати, що за біохімічним складом хміль нового сорту Перлина повністю відповідає критеріям моделі хмелепродуктів для пивоваріння і здатен забезпечити високий рівень конкурентоспроможності виготовленої з нього хмелепродукції.

Ключові слова: хміль, сорти, пивоваріння, гіркі речовини, ефірна олія.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202510-04>

Хміль (*Humulus lupulus* L.) відомий у всьому світі завдяки своєму застосуванню в харчовій промисловості, зокрема в пивоварінні, оскільки саме він надає пиву характерних смаку та аромату [1, 2]. З огляду на його популярність як незамінної пивоварної культури в літературі, звісно, можна знайти багато інформації про біоактивні сполуки, присутні в шишках хмелю [3]. Досить докладно описано основні характеристики культури, умови її екстракції та отримувани в результаті сполуки, використовувани екологічно чисті методи виробництва продукції. Це дає змогу зрозуміти важливість хмелю, сфери його промислового застосування та потенціал для харчової промисловості [4, 5].

У самому процесі пивоваріння останніми роками спостерігається так звана революція крафтового пива — використання нових сортів хмелю з унікальними ефірними оліями [6], які надають пиву аромат citrusів і квітів, пряні, трав'яні, деревні та фруктові нотки, допомагають зберігати готовий продукт, зменшуючи ризик його окислення [7].

Історично так склалося, що найбільші виробники хмелю зосереджені в помірних регіонах Північної півкулі, зокрема в Німеччині, Англії, Чехії, США [8]. Однак останнім часом з'явилися нові регіони виробництва хмелю, як-от: Австралія, Аргентина, Бразилія, привернувши увагу аграріїв до нових умов вирощування хмелю, можливостей підвищення його врожайності та якості [9]. У 2024 р. світові площі хмелю становили 55 тис. га, а лідирують за обсягами його вирощування Німеччина та США [10].

Наразі відомо про понад 100 сортів хмелю, проте пивовари постійно перебувають у пошуку нових сортів з унікальними характеристиками, і в цьому їхні інтереси збігаються з інтересами хмелярів. Найвідоміші ароматичні сорти хмелю — Сапфір (*Saphir*), Херсбрукер (*Hersbrucker*), Шпальтер Селект (*Spalter Select*) — мають низький вміст α -кислот,

у середньому 1,6–6,3%. Вміст β -кислот у зазначених сортах переважає або дорівнює вмісту α -кислот, завдяки чому вони вважаються одними з найзатребуваніших у світі. На пивоварних заводах часто використовують гранули хмелю сортів Традиціон (*Tradition*), Перле (*Perle*), Магнум (*Magnum*), Нортен Бревер (*Northen Brewer*), Каскад (*Cascade*), Мозаїк (*Mosaic*). Проте найвідоміші сорти хмелю, які переважно використовують у крафтовому пивоварінні [10, 11], — це Сімка (*Simcoe*), Цитра (*Citra*) та Амарілло (*Amarillo*). Перший є хмелем подвійного призначення з високим потенціалом гіркоти, із вмістом α -кислот на рівні 12–14%, відносно низькою кількістю β -кислот — 4–5% та 15–20% когумулому. Він має виражений аромат і додає в пиво нотки citrusових фруктів та хвойної свіжості. Сорт Цитра містить близько 12,3% α -кислот і 3,5–4,5% β -кислот, має насичений аромат із нотками грейпфрута, лимона й лайма. Сорт Амарілло містить близько 9% α -кислот, 6–7% β -кислот, вирізняється характерним ароматом квітів і citrusів, що додає пиву нотки апельсина та грейпфрута. Ці сорти наділені найкращими технологічними характеристиками, забезпечують чистий, тонкий і благородний аромат пива. А завдяки своїм чудовим смаковим якість вони застосовуються для виготовлення таких стилів, як американський ель, англійський ель, пшеничне пиво [12, 13].

Як відомо, одним із вирішальних чинників отримання високих і якісних урожаїв хмелю є використання селекційних сортів [14]. Упровадження високопродуктивних сортів дає змогу за мінімальних витрат отримувати вищу врожайність і значно покращити пивоварні якості хмелю. Тому створення високопродуктивних чистосортних насаджень хмелю — першочергове завдання в умовах інтенсифікації та відродження хмелярства в період війни й повоєнної відбудови [15].

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, на 2025 р., зареєстровано 15 сортів хмелю. До сортів селекції Інституту сільського господарства Полісся НААН належать: Альта (*Alta*), Витязь (*Vytiaz*), Заграва (*Zahrava*), Ксанта (*Ksanta*), Малахіт (*Malakhit*), Перлина (*Perlyna*), Промінь (*Promin*), Руслан (*Ruslan*), Слов'янка (*Slov'ianka*). Усі інші — це сорти іноземної селекції: Каскад (*Cascade*), Нортен Бревер Бел (*Northern Brewer Bel*), Перле Бел (*Perle Bel*), Теттнангер Бел (*Thettninger Bel*), Халлertaуер Магнум Бел (*Hallertauer Magnum Bel*), Чінок (*Chinook*) [16]. Проведення порівняльного технологічного оцінювання хмелепродуктів українського та світового виробництва вченими Інституту підтверджує високу якість і конкурентоспроможність сортів хмелю вітчизняної селекції [17].

Мета досліджень — на підставі результатів біохімічного оцінювання сорту хмелю Перлина підтвердити його придатність для використання у пивоварній галузі.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальні роботи проводили у 2021–2024 рр. в акредитованій лабораторії біохімії хмелю і пива Інституту сільського господарства Полісся НААН. Досліджували біохімічні показники якості зразків нового тонкоароматичного хмелю сорту Перлина селекції Інституту. Середня маса проби хмелю для проведення ідентифікації та біохімічних досліджень становила не менше 1 кг.

Застосовували сучасні фізико-хімічні методи аналізу гірких речовин, ефірної олії хмелю і хмелепродуктів, зокрема: високоефективну рідинну хроматографію, капілярну газову хроматографію, спектрофотометрію, інші методи контролю, гармонізовані з методиками Європейської пивоварної конвенції, а також математико-статистичні методи — для оцінювання достовірності отриманих результатів [18–21].

Кількість та якісний склад гірких речовин хмелю. Кількість α -кислот — кондуктометричний показник гіркоти — визначали із застосуванням міжнародного методу Analytica EBC 7.4 [19]. Цей метод базований на кондуктометричному титруванні гексанового екстракту гірких речовин хмелю розчином оцтовокислого свинцю та розрахунку масової частки α -кислот. Уміст і склад α - й β -кислот та ксантогумолу визначали методом високоефективної рідинної хроматографії згідно з міжнародною методикою EBC 7.7 [19]. Гіркі речовини хмелю, α - та β -кислот, включно з їх складовими, як-от: когумулон, колупулон та ксантогумол, екстрагували органічним розчинником — метанолом. Співвідношення між масою хмелю та екстрагентом становило 1 : 10. Хроматографування здійснювали за допомогою рідинного хроматографа Ultimate 3000 з ультрафіолетовим детектором за температури 35 °С. Застосовували колонку розміром 100 × 2,1 мм, що була заповнена сорбентом Pinnacle DB C18 3 мк. Як рухоми фазу використовували розчин метанолу, води та ацетонітрилу у співвідношенні 38 : 24 : 38. Для визначення кількості ксантогумолу застосовували стандарт-еталон ксантогумолу з умістом цієї сполуки 99,8%, для компонентів гірких речовин, α - і β -кислот, — міжнародний еталон ICF-3 [19, 20].

Кількість та якісний склад ефірної олії хмелю. Кількість ефірної олії визначали за міжнародним методом Analytica EBC 7.10, що базується на визначенні її вмісту в мл на 100 г повітряно-сухої речовини методом одержання ефірної олії гідродистиляцією з наступною декантацією та збиранням її у спеціальному уловлювачі [20]. Хімічний склад ефірної олії визначали за використанням газорідинної хроматографії, дотримуючись офіційного методу Analytica EBC 7.12 [21]. Чотири вибрані компоненти ефірної олії (мірцен, каріофілен, фарнезен, гумулен) були ідентифіковані та кількісно визначені за

допомогою капілярного газового хроматографа «Кристал-2000М», оснащеного полум'яно-іонізаційним детектором.

Виділену з шишок хмелю ефірну олію розділяли на окремі сполуки методом газової хроматографії на колонках висотою 50–60 м (Restek Stabilwax[®], виробник США) з використанням 20–30 см³ хроматографічного інертного газу — носія азоту. Умови хроматографування підбирали так, щоб забезпечити розподіл основних компонентів ефірної олії. Температурна програма була такою: 60 °С (витримка 1 хв), 60–190 °С (зростання температури 4 °С/хв), 190–220 °С (витримка в ізотермічному режимі 40 хв). Температура інжектора становила 220 °С, об'єм впорскування — 0,3–0,4 мкл, температура детектора — 250 °С. Результати подавали як відносний відсоток певної сполуки в ефірній олії [18, 21].

Результати досліджень. На основі розроблених науковцями науково-обґрунтованих біохімічних критеріїв пивоварного оцінювання сортів хмелю та хмелепродуктів [18] виведено новий сорт хмелю тонкоароматичного типу Перлина з оптимальними для пивоваріння біохімічними та технологічними характеристиками. На цей сорт хмелю звичайного, створеного методом індивідуального добору з популяції рослин-регенерантів калусних штамів *in vitro* сорту Слов'янка, отримано патент № 230201.

Сорт Перлина, що належить до елітної групи тонкоароматичних та ароматичних сортів хмелю, вирізняється унікальним складом гірких речовин й ефірної олії фарнезенового типу. Він має вищий порівняно з еталонним сортом Слов'янка вміст α -кислот та оптимальне співвідношення (біля 1) β - й α -кислот (табл. 1, рис. 1). Масова частка когумулону в складі α -кислот у досліджувані роки варіювала в межах 21,3–27,2%, колупулону в складі β -кислот — у межах 39,2–48,4%, тобто сорт Перлина має високоякісний склад гірких речовин, що характерно для найкращих сортів світової колекції.

Аромат хмелю сорту Перлина зумовлений збалансованим складом його ефірної олії, кількість якої в окремі роки становила майже 2,3 мл/100 г сухого хмелю. У складі його ефірної олії міститься до 17% фарнезену, а співвідношення гумулену й каріофілену перевищує 3, що характерно для європейських сортів хмелю жатецького типу та забезпечує свіжий трав'яний аромат. Хміль сорту Перлина вирізняється ідеальним балансом між солодкуватим смаком ячмінного солоду та іншими складовими, що визначають стиль і сорт пива. Виготовлений із нього напій має насичений трав'янисто-квітковий аромат, у якому домінують нотки лайма й солодких тропічних фруктів із відчутним смаком стиглого персика.

1. Порівняльна характеристика гірких речовин шишок хмелю тонкоароматичних сортів Перлина та Слов'янка за 2021–2024 рр. (середнє за $n = 3$, $P \geq 0,95$)

Показник	Сорт	
	Перлина	Слов'янка*
Загальна кількість гірких речовин, %	22,0–29,0	22,0–28,0
Вміст α -кислот, %	4,5–9,2	4,0–7,0
Вміст β -кислот, %	4,0–9,0	6,0–9,0
Коефіцієнт ароматичності β/α -кислот	0,9–1,2	1,2–1,8
Масова частка когумулону в складі α -кислот, %	21,3–27,2	21–26
Масова частка колупулону в складі β -кислот, %	39,2–48,4	40–46

*Згідно з паспортними даними сорту (для табл. 1 та 2) [22].

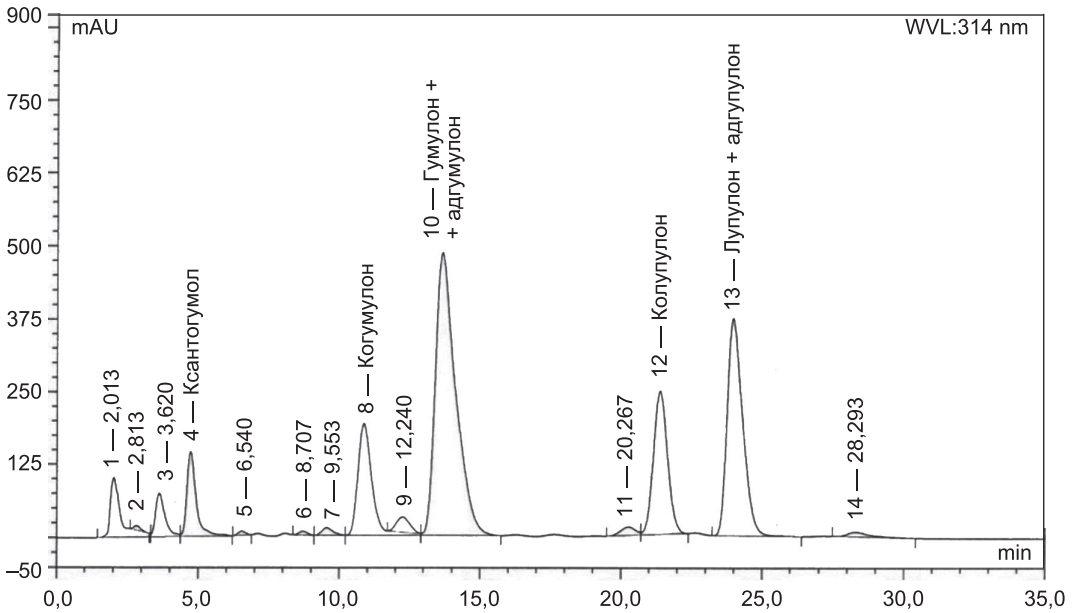


Рис. 1. Хроматограма складу гірких речовин хмелю тонкоароматичного сорту Перлина

Біохімічний склад ефірної олії хмелю сорту Перлина та сорту Слов'янка (для порівняння) наведено в табл. 2.

Продукцію із хмелю сорту Перлина, а це гранули тип 90, широко застосовують на пивоварних підприємствах України. Так, у ТОВ «Бердичівський пивзавод» хміль цього сорту використо-

вують для виготовлення світлого пива «Бердичівське пшеничне». Нормування хмелю для охмеління сусла проводили з розрахунку 60 мг гірких речовин на 1 дм³ сусла. Дегустаційне оцінювання пива засвідчило його високі смакові якості. Пиво має смак збродженого напою з вираженою пшеничною солодкістю в поєднанні з ніжною гіркотою хмелю, гармонійною та збалансованою. Відчуваються тонкий хмелевий аромат і трав'янисті нотки свіжої зелені з квітково-фруктовим відтінком. Загалом пиво «Бердичівське пшеничне» отримало найвищу середню дегустаційну оцінку — 5 балів — за всіма показниками (рис. 2), а саме:

- прозорістю — прозоре з блиском, без помутніння;
- кольором — відповідає типу пива;
- піноутворенням — об'ємна, компактна та стійка піна висотою не менш як 40 мм та стійкістю не менше 4 хв за об'ємного повільного виділення бульбашок CO₂;
- ароматом — відповідає типу пива, чистий, свіжий, добре виражений;

2. Біохімічний склад ефірної олії шишок хмелю тонкоароматичних сортів Перлина та Слов'янка (2021–2024 рр.)

Вміст компонентів	Сорт	
	Перлина	Слов'янка*
Ефірна олія, мл/100 г сухого хмелю	1,1–2,3	1,3–2,0
Мірцен, %	28,3–39,7	30–50
Каріофілен, %	3,5–8,7	4–8
Гумулен, %	10,3–16,0	9–15
Фарнезен, %	12,7–17,5	13–18
Поліфеноли:		
загальні поліфеноли, %	4,0–5,5	4,0–6,0
ксантогумол, %	0,3–0,6	0,3–0,4



Рис. 2. Середня бальна дегустаційна оцінка пива, виготовленого з гранул хмелю сорту Перлина

- смаком — чудовий, повний, чистий, без сторонніх присмаків, гармонійний, відповідає заявленому сорту пива;
- гіркотою — чисто хмелева, м'яка.

Результати такого оцінювання пива «Бердичівське пшеничне» були неодно-

разово підтверджені спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з визначення якості пива, безалкогольних, слабоалкогольних напоїв, зброджених напоїв, мінеральних і питних вод, сиропів та концентратів, що діє в межах ПрАТ «Укрпиво» [23]. Загальна оцінка пива в балах становить 25 (із 25 можливих), а оцінка дегустаційної комісії — чудово.

Урожайність хмелю сорту Перлина у 2023–2024 рр. у господарствах Житомирської, Рівненської та Львівської обл. становила 1,6–2,3 т/га. Упровадження у виробництво цього нового сорту з визначеними згідно з моделлю сорту хмелю біохімічними та господарсько-технологічними критеріями дає можливість отримати з 1 га в 1,5–2 рази більше α -кислот, а завдяки цьому — 10–15 тис. грн чистого прибутку на кожній тонні хмелю.

Висновки

Новий сорт Перлина завдяки своїм біохімічним та технологічним характеристикам позитивно зарекомендував себе в пивоварів. Порівняно з раніше створеним еталонним сортом Слов'янка він має кращі органолептичні та біохімічні показники, а саме: вищий уміст та кращу якість ефірної олії, від якої безпосередньо залежать смакоароматичні властивості пива. Новий сорт відповідає критеріям моделі хмелепродуктів для пивоваріння, як-от: ніжно-хмелевий аромат, колір, що змінюється від

світло-жовто-зеленого до золотисто-зеленого, вміст β/α -кислот на рівні 4,5–9,2%, коефіцієнт ароматичності β/α — 0,9–1,2, уміст поліфенольних сполук — 4,0–5,5% і навантаження їх на 1 г α -кислот понад 2,0, фарнезеновий тип ефірної олії. Розширення асортименту хмелепродукції завдяки впровадженню насаджень хмелю нових сортів із визначеними характеристиками є важливою передумовою забезпечення достатнього рівня конкурентоспроможності української продукції хмелярства на світовому ринку.

Koshytska N.¹, Protsenko L.², Yurkivskiy Y.³
Polissia Institute of Agriculture of NAAS, 131
Kyivske Highway, Zhytomyr, 10007, Ukraine;
e-mail: ¹Ninakoshitska@gmail.com, ²Lidiya.
procenko@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-5432-
1630, ²0000-0002-7746-0270, ³0009-0008-
4501-1519

Biochemical assessment of a new hop variety Perlyna, recommended for use in brewing

Goal. Based on the results of biochemical assessment of the hop variety Perlyna to confirm its suitability for use in the brewing industry. **Methods.** For studies conducted in

the accredited laboratory of hops and beer of the Institute of Agriculture of Polissia of NAAS during 2021–2024, the following methods were used: monographic — to study the existing positive experience on this issue; analysis and synthesis — to study the results of research; generalization; systematization; comparison, and formation of conclusions. Modern physico-chemical methods were also used to determine the biochemical quality indicators of hops and hop products, such as: high-performance liquid chromatography — to determine the amount and composition of bitter substances; conductometry — to determine the mass fraction of α -acids; hydrodistillation with subsequent decantation — to obtain essential oil; capillary gas chromatography — to determine the components of essential oil. **Results.** It was proved that the

grade of hop of fine-aromatic type Perlyna had optimal for brewing biochemical and technological characteristics, namely: content of α -acids — 4.5–9.2%, β -acids — 4.0–9.0%, mass fraction of cogumulone in the composition of α -acids — 21.3–27.2%, mass fraction of colupulone in the composition of β -acids — 39.2–48.4%, total amount of essential oil — 1.1–2.3 ml per 100 g of dry hop, xanthohumol content — 0.3–0.6%. **Conclusions.** Comprehensive studies made it possible to assert that the biochemical composition of hops of the new variety Perlyna fully met the criteria of the model of hop products for brewing, and ensured a high level of competitiveness of the hop products made from it.

Key words: hops, varieties, brewing, bitter substances, essential oil.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202510-04>

Бібліографія

1. Ting P., Ryder D. The Bitter, Twisted Truth of the Hop: 50 Years of Hop Chemistry. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2017. 75(3). P. 161–180. doi: 10.1094/ASBCJ-2017-3638-01

2. Rossini F., Virga G., Loreti P. et al. Hops (*Humulus lupulus* L.) as a Novel Multipurpose Crop for the Mediterranean Region of Europe: Challenges and Opportunities of Their Cultivation. *Agriculture*. 2021. 11. P. 484. doi: 10.3390/zagriculture11060484

3. Bocquet L., Sahpaz S., Hilbert J.L. et al. *Humulus lupulus* L., a very popular beer in gradient an medicinal plant: Overview of its phytochemistry, its bioactivity, and its biotechnology. *Phytochem. Rev.* 2018. 17. P. 1047–1090. doi: 10.1007/s11101-018-9584y

4. Duarte P., Nascimento L., Bandiera V. et al. Exploring the versatility of hops essential oil (*Humulus lupulus* L.): Bridging brewing traditions with modern industry applications. *Industrial Crops and Products*. 2024. 218:118974. doi: 10.1016/j.indcrop.2024.118974

5. Klimczak K., Cioch-Skoneczny M., Duda-Chodak A. Effects of Dry-Hopping on Beer Chemistry and Sensory Properties—A Review. *Molecules*. 2023. 28(18):6648. <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/18/6648>

6. Rodrigues Arruda T., Fontes Pinheiro P., Ibrahim Silva P. et al. Exclusive Raw Material for Beer Production? Addressing Greener Extraction

Techniques, the Relevance, and Prospects of Hops (*Humulus lupulus* L.) for the Food Industry. *Food Bioprocess Technol.* 2022. 15. P. 275–305. doi: 10.1007/s11947-021-02716-w

7. Rutnik K., Knez Hrnčič M., Jože Košir I. Hop Essential Oil: Chemical Composition, Extraction, Analysis, and Applications. *Food Reviews International*. 2021. 38(11). P. 529–551. doi: 10.1080/87559129.2021.1874413

8. Korpelainen H., Pietiläinen M. Hop (*Humulus lupulus* L.): Traditional and Present Use, and Future Potential. *Econ Bot.* 2021. 75. P. 302–322. doi: 10.1007/s12231-021-09528-1

9. Jastrombek J.M., Faguerazz M.M., Pie-rezan N.C. et al. Hop: an emerging crop in subtropical areas in Brazil. *Horticulturae*. 2022. 8. P. 393. doi: 10.3390/horticulturae8050393

10. Німеччина — найбільший виробник хмелю в світі. *Напої. Технології та інновації*. 2024. Вип. 6. <https://techdrinks.info/nimechchyna-najbilshyj-vyrobynyk-hmelyu-v-sviti/>

11. Bober A., Liashenko M., Protsenko L. et al. Biochemical composition of the hops and quality of the finished beer. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020. 14. P. 307–317. doi: 10.5219/1311

12. Protsenko L., Ryzhuk S., Koshitska N. et al. Comparative estimation of the quality of Ukrainian and European hop pellets. *Food science and technology*. 2023. 17(2). P. 38–49. doi: 10.15673/fst.v17i2.2604

13. Найпопулярніші сорти хмелю. <https://hop.net.ua/uk/hops>

14. Кошицька Н.А., Козлик Т.І, Юрківський Й.М. Садивний матеріал та продуктивність хмеленасаджень. *Science and innovation of modern world. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference*. London: Cognum Publishing House, United Kingdom, 2023. P. 21–27. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-science-and-innovation-of-modern-world-23-25-02-2023-london-velikobritaniya-arhiv/>

15. Рижук С.М., Кошицька Н.А., Проценко Л.В., Свірчевська О.В. Конкурентоспроможність хмелепродукції українського виробництва на основі біохімічної та технологічної оцінки. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 8. С. 63–72. doi: 10.31073/agrovisnyk202308-08

16. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, 2025. <https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr>

17. Protsenko L., Ryzhuk S., Liashenko M. et al. Influence of alpha acids hop homologues of bitter and aromatic varieties on beer quality. *Ukrainian food journal*. 2020. 2(9). P. 425–436. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-2-13>

18. Проценко Л.В., Ляшенко М.І., Свірчевська О.В. та ін. Методологія оцінювання хмелю і хмелепродуктів; за ред. Л.В. Проценко. Житомир: Рута, 2020. 72 с. URL: <https://isgpnnaan.org/vidavnicha-diyalnist/226.html>

19. *Analytica-EBC* (Analytica European Brewery Convention). Methods 7.2, 7.4, 7.5, 7.7: 6th ed. Nürnberg: Verlag Hans Carl Getränke-Fachverlag, 2006. <https://brewup.eu/ebc-analytica/hops-and-hop-products/hop-oilcontent-of-hops-and-hop-products/7.5>

20. *Analytica-EBC* (Analytica European Brewery Convention). Section 7 Hops, Method 7.10 — Hop Oil Content of Hops and Hop Products; European Brewery Convention; The Brewers of Europe. 2007. <https://brewup.eu/ebc-analytica/hops-and-hop-products/hop-oilcontent-of-hops-and-hop-products/7.10>

21. *Analytica-EBC* (Analytica European Brewery Convention). Section 7 Hops, Method 7.12 — Hop Essential Oils by Capillary Gas Chromatography Flame Ionization Detection; European Brewery Convention; The Brewers of Europe. 2007. 1. <https://brewup.eu/ebc-analytica/hops-and-hop-products/hop-oilcontent-of-hops-and-hop-products/7.12>

22. Проценко Л.В., Рудик Р.І., Ляшенко М.І. та ін. Атлас українських сортів хмелю. 2017. 74 с. <https://isgpnnaan.org/vidavnicha-diyalnist/231.html>

23. Українська галузева компанія по виробництву пива, безалкогольних напоїв та мінеральних вод ПрАТ «Укрпиво». <http://ukrpivo.com/dokumenty/kerivni-normativni-dokumenty-krayini/normativni-dokumenty-yaki-vikoristovuyut-pid-chas-virobnitstva-piva-ta-solodu/>