

data sharing. Water and heat treatment caused the greatest impact on the output after the first grinding system, since the difference between the minimum and maximum values was the highest (8.5%). However, the smallest water and heat treatment affected the flour output after the second grinding system.

As a result of the study of the process on making flour from spelt grain, there is a high correlation between parameters of water and heat treatment and the output of products. The gradient of grain humidification has the greatest influence on the flour output. The softening duration is less but significantly influences the flour output. The recommended mode of flour production on low-productivity mills using two grinding systems is to humidify grain to the moisture content of  $15 \pm 0.2\%$ . After that, grain should be softened for 2-5 hours. It is recommended to increase the softening duration up to 20-30 hours to increase the flour yield by 1-3%. However, the economic efficiency of using a long-term softening should be set individually for each enterprise.

**Keywords:** spelt grain, flour, technological regime, water-heat treatment

УДК 663.423:633.791

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ГІРКИХ РЕЧОВИН ЛУПУЛІНУ РІЗНИХ СОРТІВ ХМЕЛЮ**

**М. І. ЛЯШЕНКО, доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник**

**Л. В. ПРОЦЕНКО, кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник**

**Р. І. РУДИК, кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник**

**Інститут сільського господарства Полісся НААН**

**А. В. БОБЕР, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації  
продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика  
Національний університет**

**біоресурсів і природокористування України**

**Т. П. ГРИНЮК, науковий співробітник**

**А.С. ВЛАСЕНКО, науковий співробітник**

**Інститут сільського господарства Полісся НААН**

**E-mail: Bober\_1980@i.ua**

**Анотація.** Досліджено кількість та склад гірких речовин, ксанто-гумолу в лупулінових зернах, суміші пилку і лупуліну чоловічих суцвіть та в листках сортів хмелю, які суттєво різняться за цими біохімічними показниками.

*Встановлено, що кількість та склад гірких речовин в лупуліні селекційних сортів не залежить від його кількості в шишках хмелю, а є сортовою ознакою. Визначено, що лупулін ароматичних і гірких сортів містить різну кількість  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот. Водночас співвідношення  $\beta$ -кислот до  $\alpha$ -кислот в ароматичних сортах становить більше одиниці, тоді як в гірких сортах воно значно менше. Визначено, що лупулінові залозки також присутні на пильниках чоловічих суцвіть, на листках їх значно менше і вони менш розвинені. Лупулін в чоловічих суцвіттях, одержаний з різних рослин, суттєво різниться за кількістю  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот, що має важливе значення у селекційному процесі за підбору пар для схрещування. У залозках на листках хмелю гіркі речовини представлені лише  $\beta$ -кислотами, в основному, лупулоном і адлупулоном.*

**Ключові слова:** лупулін, гіркі речовини,  $\alpha$ -кислоти,  $\beta$ -кислоти, ксантогумол, чоловічі суцвіття

**Актуальність.** Аналіз значення генетичних та агротехнічних факторів в зростанні урожайності сільськогосподарських культур у більшості розвинених країнах світу показує, що за останні півсторіччя роль сорту, тобто генетичного фактору, в два рази перевищує значення всіх інших агротехнічних заходів, які впливають на підвищення родючості ґрунтів та покращення умов вирощування рослин. Виходячи з того, що хміль є найбільш специфічним, незамінним і найдорожчим видом сировини для виробництва пива, високоякісну продукцію можна одержати лише за умови використання хмелю окремих селекційних сортів, що пов'язано з особливістю їх біохімічного складу. Показники якості є характерними ознаками сортів, тому при формуванні сортового складу виробничих насаджень основна увага повинна зосереджуватись на найкращих для пивоваріння сортах. Поряд з цим, все більшої актуальності в селекційній роботі набуває напрям створення сортів з підвищеним вмістом гірких речовин.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Відомо, що дані сполуки синтезуються та накопичуються в лупулінових залозках (пельтатних трихомах), які знаходяться на внутрішньому боці лусочок шишок хмелю, а також на зав'язі та веретенці шишки [1]. Лупулінові залозки є багатоклітинними волосками, які утворюються з клітин епідермісу. В процесі життєдіяльності пельтатних трихом в них відбувається синтез біологічно-активних речовин, які виділяються під кутикулу. За значного ступеня наповнення пельтатних залозок гіркими речовинами, ефірною олією та ксантогумолом починає акумулюватися лупулін і залежно від стиглості шишок та погодних умов його утворення мають різну форму, липкі на дотик та набувають золотисто-жовтого забарвлення [2,4].

На пильниках чоловічих суцвіть також присутні лупулінові залозки, на листках їх значно менше і вони менш розвинені. Тому одним із важливих органолептичних показників якості шишок хмелю є кількість та стан лупуліну [2].

Пивоварна якість хмелю та продуктів його переробки за виробництва пива визначаються сортовими властивостями хмелю: біохімічним складом гірких речовин та ефірної олії, строками збирання, технологією та

умовами переробки й зберігання, також нормами і способами внесення їх у сусло. Відомо, що сорти хмелю різняться не лише за вмістом  $\alpha$ -кислот, але й за концентрацією  $\beta$ -кислот, ефірної олії та поліфенолів з розрахунку на 1 г  $\alpha$ -кислот.

З 1990 року багато науковців з різних країн велику увагу приділяють дослідженню пренільованих флавоноїдів хмелю, які мають надзвичайно широкий спектр біологічної активності, зокрема, антиканцерогенні, фітоестрогенні, антиоксидантні, антимікробні і противірусні властивості [7, 10]. Відомо, що до пренілфлавоноїдів хмелю належить понад 20 сполук: ксантогумол, 6-пренілнарінгенін, 8-пренілнарінгенін, 6-геранілнарінгенін, десметілксантогумол, дегідроціклоксантогумол та інші. За даними Stevens et al. [10] найбільшого значення має ксантогумол, вміст якого в хмелі складає 80-90 % від загальної маси пренілхалконів. Наявність ксантогумолу в хмелі було встановлено в 1967 році. Однак через те, що ця сполука знаходилась у фракції твердих смол, яка вважалась небажаною серед гірких речовин за виготовлення пива, їй не приділялось належної уваги і вона практично не досліджувалась.

Про антиканцерогенну дію ксантогумолу вперше повідомлено в березні 1998 року на конференції Американського товариства токсикології в Сіетлі дослідниками з Орегонського університету. За останніми даними вчених Німеччини, Америки, Японії та ін. нині проводяться досить інтенсивні наукові дослідження лікувальних властивостей ксантогумолу. Одержані експериментальні дані свідчать про те, що він досить ефективний за лікування хвороб, спричинених грибами, стафілококами, стрептококами, вірусами герпесу і гепатиту. Ксантогумол також вивчають як потенційний протираковий засіб [6, 8, 9]. У біологічних тестах він виявився найактивнішою сполукою серед пренілфлавоноїдів, особливо за дії на ракові клітини у хворих на рак товстого кишечника, молочної залози, яєчників, простати і крові, при цьому на здорові клітини впливу не виявлено. Stevens and Miranda дослідили, що ксантогумол пригнічує ракові клітини молочної залози в 200 раз активніше порівняно з резвератролом, який міститься в червоному вині [6, 9, 10]. Антиканцерогенна дія ксантогумолу пов'язана з його антиоксидантними властивостями. Ця сполука активує ферменти, що перешкоджають росту пухлин, знешкоджує ракові клітини і стримує ріст метастаз [3, 6]. Також вченими встановлено, що кісткова ресорбція в значній мірі пригнічується, перш за все, ксантогумолом і гумулоном [11]. Дані сполуки одночасно вважаються перспективними терапевтичними засобами за остеопорозу. Антиоксидантні властивості пренілфлавоноїдів запобігають окисненню ліпопротеїдів «low density», в результаті чого знижується ризик виникнення серцево-судинних захворювань [9]. Цитотоксична дія ксантогумолу, дегідроксантогумолу і ізо-ксантогумолу на ракові клітини різних органів людини була відзначена за концентрації від 0,1 до 100 мкм [8].

Співавтором цієї статті М. І. Ляшенко на початку 80-х рр. минулого століття вперше досліджено кількість ксантогумолу в різних вітчизняних сортах хмелю, а також його накопичення в процесі формування та

дозрівання шишок. Концентрація ксантогумолу в шишках хмелю залежить від сорту і коливається від 0,2 до 1,6 %. В українських сортах хмелю Руслан, Ксанта, Чаклун його кількість знаходиться в межах 1,0-1,6 %, тоді як в іноземних сортах – німецькому Таурус та чеському Агнус – максимальний вміст становить 1,0 %.

За охмеління сусла ксантогумол перетворюється на ізоксантогумол, тому в пиві значно переважає останній порівняно з невеликою кількістю ксантогумолу. Використання в пивоварінні сортів хмелю з високим вмістом  $\alpha$ -кислот та вуглекислотних екстрактів, у яких практично немає ксантогумолу, призводить до зниження в пиві цієї цінної для організму людини сполуки.

Особливу увагу серед дослідників було спрямовано на встановлення кореляційної залежності між кількістю лупулінових зерен на приквіткових лусочках шишок хмелю та загальною кількістю гірких речовин [4]. Проте не проводилось досліджень із встановлення кількості  $\alpha$ - й  $\beta$ -кислот і їх складу та ксантогумолу в лупуліні ароматичних і гірких сортів хмелю, які визначають його пивоварну та фармакологічну цінність, а також в чоловічих суцвіттях та листках хмелю.

**Мета цієї роботи** полягала у вивченні кількості та якісного складу  $\alpha$ -,  $\beta$ -кислот і ксантогумолу в лупуліні шишок сортів хмелю, які суттєво різняться за цими біохімічними показниками якості та їхньою присутністю в чоловічих суцвіттях і листках.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводилися протягом 2010-2016 рр. в атестованій лабораторії відділу біохімії хмелю та пива Інституту сільського господарства Полісся НААН.

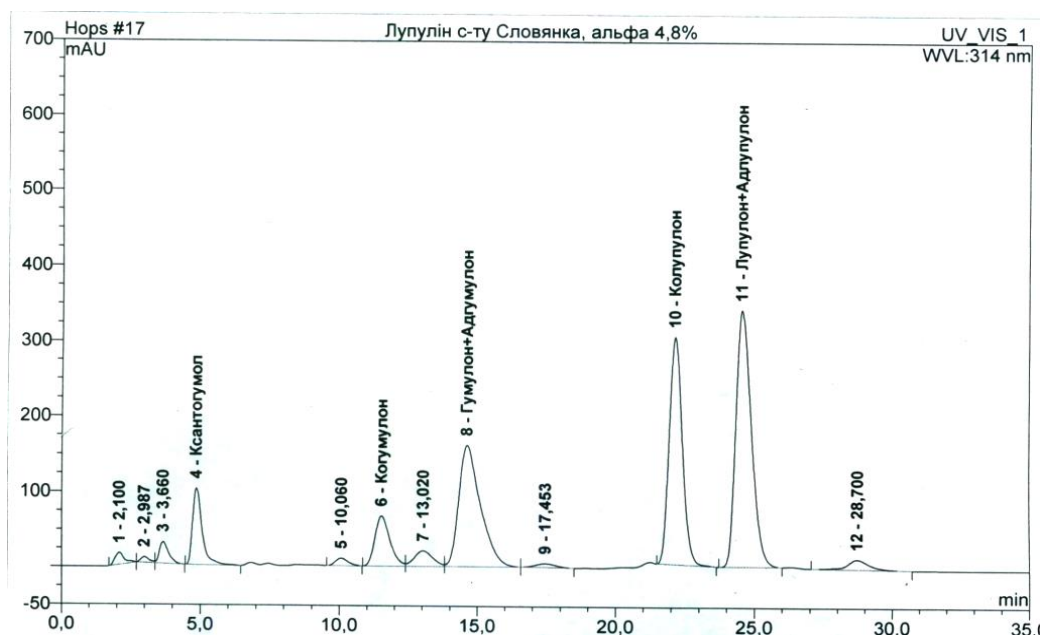
У роботі використовувались лабораторні методи дослідження: сучасні фізико-хімічні методи визначення якісних показників хмелю, спеціальні та загальноприйняті в хмелярській галузі згідно ДСТУ 4099:2009 «Хміль. Правила відбирання проб та методи випробування» [1, 5]. Також було застосовано математико-статистичні методи з використанням дисперсійного і кореляційно–регресивного аналізу для оцінки достовірності отриманих результатів досліджень.

Досліджувалися зразки хмелю ароматичних і гірких сортів, вирощених на дослідному полі Інституту. Відбір зразків хмелю кожного сорту проводили у фазі повної технічної стиглості. Зразки відбиралися не менше, ніж з десяти кущів із середнього ярусу рослин згідно чинного стандарту [5]. Маса середньої проби для ідентифікації та біохімічних досліджень складала не менше 1 кг сухого хмелю. Зразки хмелю висушували до стандартної вологості 9-12 %.

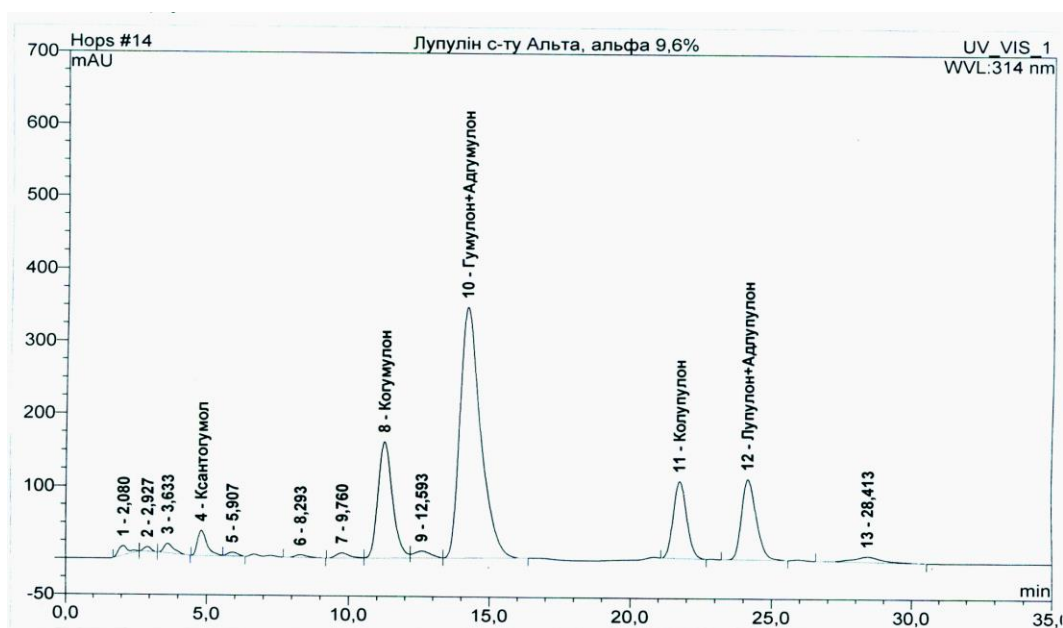
Чистий лупулін хмелю одержували шляхом просіювання маси пелюсток технічно стиглих шишок через сито з діаметром отворів 0,25 мм, а з чоловічих суцвіть отримували суміш пилку і лупуліну. Вміст і склад  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот та ксантогумолу визначали методом високоефективної рідинної хроматографії [1, 5].

**Результати дослідження та їх обговорення.** У результаті проведених досліджень визначено вміст та якісний склад гірких речовин і ксантогумолу лупуліну ароматичних та гірких сортів хмелю. Хроматограми

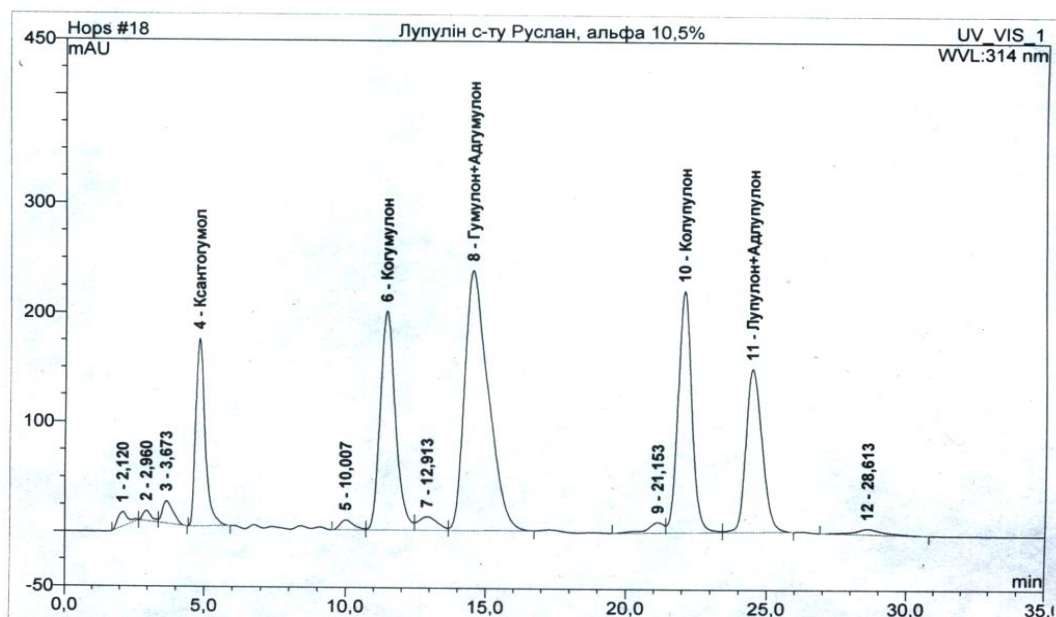
складу гірких речовин і ксантогумолу лупуліну тонкоароматичного сорту Слов'янка, гіркого – Альта та гіркоароматичного сорту з високим вмістом ксантогумолу Руслан представлені на рис.1-3.



**Рис. 1. Хроматограма складу гірких речовин лупуліну тонкоароматичного сорту Слов'янка:** вісь абсцис – час виходу компонентів гірких речовин (хв); вісь ординат – величина сигналу, (mAU)



**Рис. 2. Хроматограма складу гірких речовин лупуліну гіркого сорту Альта:** вісь абсцис – час виходу компонентів гірких речовин (хв); вісь ординат – величина сигналу, (mAU)



**Рис. 3. Хроматограма складу гірких речовин лупуліну сорту Руслан:**  
вісь абсцис – час виходу компонентів гірких речовин (хв); вісь ординат –  
величина сигналу, (mAU)

Кількість та склад гірких речовин лупуліну шишок хмелю ароматичних та гірких сортів наведено в табл. 1.

**1. Склад гірких речовин лупулінових зерен шишок ароматичних та гірких сортів хмелю**

Показники	Сорти хмелю							
	Клон 18	Слов'янка	Серебрянка	Заграва	Промінь	Руслан	Альта	Магнум
Когумулон, %	3,3	3,7	4,9	6,1	9,4	11,2	8,5	11,0
Гумулон + адгумулон, %	11,0	12,3	18,5	20,2	27,5	19,6	24,8	27,4
α-кислоти, %	14,3	16,0	23,4	26,3	36,9	30,8	33,3	38,4
Когумулон в складі α-кислот, %	23,3	23,1	20,9	23,2	25,5	36,2	25,6	28,6
Колупулон, %	8,9	17,2	10,6	14,1	10,4	13,0	6,1	7,4
Лупулон + адлупулон, %	11,2	20,8	15,4	17,9	9,9	9,4	6,3	8,2
β-кислоти, %	20,1	38,0	26,0	32,0	20,3	22,4	12,4	15,6
Колупулон в складі β-кислот, %	44,3	45,3	40,8	43,9	51,2	58,0	48,8	47,4
β-кислоти : α-кислоти	1,41	2,38	1,11	1,21	0,55	0,73	0,37	0,41
Сума α- і β-кислот, %	34,4	54,0	49,4	58,4	57,2	53,2	45,7	54,0
Частка α-кислот від кількості α-і β-кислот, %	41,6	29,6	47,4	45,2	64,5	57,9	72,9	71,1
Ксантогумол, %	1,13	1,88	1,41	1,57	1,72	3,0	0,65	1,16

Результатами попередніх досліджень встановлено, що кількість  $\alpha$ -кислот залежно від селекційного сорту хмелю коливається від 1 до 18 %, а  $\beta$ -кислот – від 2 до 12 % [1, 2]. Це свідчить про те, що кількість  $\alpha$ -кислот у лупуліні ароматичних сортів хмелю значно менша (14,3-26,3 %) порівняно із сортами гіркого типу (30,8-38,4 %), тоді як кількість  $\beta$ -кислот, навпаки, більше в лупуліні сортів ароматичного типу – 20,1-38,0 % за 12,4-22,4 % – у гірких сортах. Саме тому співвідношення кількості  $\beta$ - і  $\alpha$ -кислот в ароматичних сортах більше одиниці, тоді як у сортах гіркого типу воно значно менше. У дослідженому лупуліні частка  $\alpha$ -кислот від загальної кількості  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот залежно від селекційного сорту коливається в межах 29,6-72,9 %. Таким чином, за кількістю лупуліну не можна прогнозувати вміст  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот. Так, у сорті Аромат Полісся у шишках в окремі роки містилася значна кількість лупуліну, проте, вміст  $\alpha$ -кислот міг не перевищувати 2 %.

Вивчення складу  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот продемонструвало, що частка когумулону в  $\alpha$ -кислотах і колупулону – в  $\beta$ -кислотах значно варіює і є сортовою ознакою. Отже, певний вміст і якісний склад  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот є одними з основних біохімічних показників як пивоварної якості, так і ідентифікації селекційних сортів хмелю.

Вперше методом вискоефективної рідинної хроматографії проаналізовано кількісний вміст ксантогумолу в лупуліні різних сортів. Встановлено, що залежно від сорту його кількість коливається від 0,65 % у сорту Альта до 3,0 % у сорту Руслан. Оскільки ксантогумол має інтенсивний жовтий колір, то від його наявності в лупуліні змінюється забарвлення лупуліну від світло-жовтого до золотисто-жовтого.

Досліджено також гіркі речовини суміші пилку і лупуліну чоловічих суцвіть хмелю. У результаті показано, що кількість  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот та їхній склад у різних рослинах суттєво відрізняються (табл. 2.).

Так, кількість  $\alpha$ -кислот у вивчених рослинах варіювала від 0,22 до 5,14 %,  $\beta$ -кислот – від 0,34 до 5,63 %, частка когумулону в складі  $\alpha$ -кислот зростала майже вдвічі (22-44 %), а колупулону в складі  $\beta$ -кислот становила від 32 до 68 %. Отже, в селекційному процесі за підбору пар для схрещування необхідно враховувати результати цих досліджень.

## 2. Кількість та якісний склад $\alpha$ - й $\beta$ -кислот в чоловічих суцвіттях хмелю (суміш пилку і лупуліну), %

Номер чоловічої рослини	Вміст, %			
	$\alpha$ -кислот	$\beta$ -кислот	когумулону в складі $\alpha$ -кислот	колупулону в складі $\beta$ -кислот
22-52	0,22	0,34	41,0	68,0
A-224	1,18	0,52	34,0	54,0
4-25	2,14	1,28	22,0	32,0
4-26	3,27	2,32	31,0	50,0
A-225	5,14	5,63	34,0	41,0

У листках хмелю в залозках виявлено лише  $\beta$ -кислоти, однак, їхня кількість значно коливалася залежно від селекційного сорту (табл. 3).

### 3. Вміст $\beta$ -кислот в листі на бокових гілках хмелю, мг на 100 г сухої речовини

Сорти хмелю	Вміст, мг на 100 г сухої речовини		
	$\beta$ -кислот	колупулоу в складі $\beta$ -кислот	лупулоу + адлупулоу в складі $\beta$ -кислот
Клон 18	9,8	21,4	78,6
Слов'янка	32,1	28,0	72,0
Житран	140,7	26,7	73,3
Зміна	57,3	28,0	72,0
Гайдамацький	55,0	32,9	67,1
Поліський	9,8	21,4	78,6

З даних табл. 3 видно, що кількість  $\beta$ -кислот у листках на бічних гілках різних сортів хмелю дуже різняться. Найбільше  $\beta$ -кислот у листках ароматичного сорту Житран, найменше їх у сортів Клон 18 і Поліський. Необхідно відмітити, що в листках склад  $\beta$ -кислот відносно постійний із значною перевагою кількості лупулоу і адлупулоу над колупулоном.

**Висновки і перспективи.** Кількісний вміст та склад  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот, когумулоу в лупуліні селекційних сортів не залежить від його кількості в шишках хмелю, а є сортовою ознакою. Майже половину маси лупуліну становлять  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислоти.

Серед досліджених сортів хмелю найбільше ксантогумолу встановлено в лупуліні сорту Руслан.

Лупулін в чоловічих суцвіттях, одержаний з різних рослин, суттєво різниться за кількістю  $\alpha$ - і  $\beta$ -кислот. Частка когумулоу в складі  $\alpha$ -кислот і колупулоу в  $\beta$ -кислотах, як і в лупуліні шишок хмелю, суттєво змінюється в окремих рослинах.

В залозках на листках хмелю гіркі речовини представлені лише  $\beta$ -кислотами, причому, в основному лупулоном і адлупулоном.

#### Список використаних джерел

1. Ляшенко Н. И. Биохимия хмеля и хмелепродуктов / Н. И. Ляшенко. – Житомир: Полісся, 2002. – 388 с.
2. Ляшенко Н. И. Физиология и биохимия хмеля / Н. И. Ляшенко, Н. Г. Михайлов, Р. И. Рудык. – Житомир: Полісся, 2004. – 408 с.
3. Ляшенко М. І. Лікувальний потенціал хмелю і пива / М. І. Ляшенко, М. Г. Михайлов // Агропромислове виробництво Полісся. – 2010. – №3. – С. 50-54.
4. Поліщук І. Б. Цитологічне вивчення локалізації генезису корисних речовин у генеративних органах хмелю / І. Б. Поліщук // Хмелярство. – 1992. – Вип. 15. – С. 4-9.
5. Хміль. Правила відбирання проб та методи випробування: ДСТУ 4099:2009. – [Чинний від 2011-07-01] – К.: Держспоживстандарт України 2010. – 32 с. – (Національний стандарт України).



6. Biendl, M. Arzneipflanze Hopfen. Deutsches Hopfenmuseum Wolnzach / M. Biendl, C. Pinzl // Wolnzach. – 2007. – 127 p.
7. Kammhuber K. Stand der Erkenntnisse zum Hopfeninhaltsstoff Xanthohumol. / K. Kammhuber, C. Zeidler, E. Seigner // Brauwelt. – 1998. – 138. – P. 1633-1636.
8. Miranda C. L. Antiproliferative and cytotoxic effects of prenylated flavonoids from hops (*Humulus lupulus*) in human cancer cell lines Original Research Article / C. L. Miranda, J. F. Stevens, A. Helmrich, M. C. Henderson, R. J. Rodriguez, Y. H. Yang, M. L. Deinzer, D. W. Barnes, D. R. Buhler // Food Chem. Toxicol. – 1999. – 37, N 4. – P. 271-285.
9. Miranda C. L., Antioxidant and prooxidant action of prenylated and nonprenylated chalcones and flavanones in vitro / C. L. Miranda, J. F. Stevens, V. Ivanov, M. McCall, B. Frei, M. L. Deinzer, D. R. Buhler // J. Agric. Food Chem. – 2000. – 48, N 9. – P. 3876-3884.
10. Stevens, J. F. Chemistry and biology of hop flavonoids. / J. F. Stevens, C. L. Miranda, D. R. Buhler, M. L. Deinzer // Journal American Society Brewing Chemists. – 1998. – 56 (4). – P. 136-145.
11. Tobe, H. et. al.: Bone resorption inhibitors from hop extract / H. Tobe. //Biosci. Biotech. Biochem. – 1997. – 61. – P. 158.

### References

1. Lyashenko N. I. (2002). Byokhymiya khmel'ya y khmeleproduktov [Hops and hop products biochemistry]. Zhitomir: Polissja, 388.
2. Lyashenko N. I., Mihaylov N. G., Rudik, R. I. (2004). Fiziologiya i biohimiya hmelya [Physiology and biochemistry hop]. Zhitomir: "Polesye", 408.
3. Lyashenko N. I., Mykhajlov M. G. (2010). Likuvalnyi potentsial khmel'iu i pyva [The therapeutic potential of hops and beer]. Agropromyslove vyrobnytstvo Polissja: Zbirnyk naukovykh prats', 3, 50–54.
4. Polishchuk I. B. (1992). Tsytologichne vyvchennia lokalizatsii henezysu korysnykh rehovyn u heneratyvnykh orhanakh khmel'iu [Cytological study of the genesis of the localization of nutrients in the generative organs of hops]. Khmeljarstvo, 15, 4–9.
5. Hop. Sampling rules and testing methods DSTU 4099: 2009. – [Effective from 2011-07-01] (2010). / [Khmil. Pravyla vidbyrannia prob ta metody vyprobuvannia DSTU 4099:2009. – [Chynnyi vid 2011-07-01]] K.: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 32,(National Standard of Ukraine).
6. Biendl M., Pinzl C. (2007). Arzneipflanze Hopfen. Deutsches Hopfenmuseum Wolnzach. Wolnzach, 127.
7. Kammhuber K., Zeidler C., Seigner E. (1998). Stand der Erkenntnisse zum Hopfeninhaltsstoff Xanthohumol. Brauwelt, 138, 1633–1636.
8. Miranda C. L., Stevens J. F., Helmrich A., Henderson M. C., Rodriguez R. J., Yang Y. H., Deinzer M. L., Barnes D. W., Buhler D. R. (1999). Antiproliferative and cytotoxic effects of prenylated flavonoids from hops (*Humulus lupulus*) in human cancer cell lines Original Research Article. Food Chem. Toxicol, 37,4, 271–285.
9. Miranda C. L., Stevens J. F., Ivanov, V., McCall M., Frei B., Deinzer M. L., Buhler D. R. (2000). Antioxidant and prooxidant action of prenylated and nonprenylated chalcones and flavanones in vitro. J. Agric. Food Chem, 48, 9, 3876–3884.
10. Stevens J. F., Miranda C. L., Buhler D. R., Deinzer M. L. (1998). Chemistry and biology of hop flavonoids. Journal American Society Brewing Chemists, 56,4, 136–145.

11. Tobe H. et. al.: (1997). Bone resorption inhibitors from hop extract. Biosci. Biotech. Biochem, 61,158.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРЬКИХ ВЕЩЕСТВ ЛУПУЛИНА РАЗНЫХ СОРТОВ ХМЕЛЯ

Н. И. Ляшенко, Л. В. Проценко, Р. И. Рудык, А. В. Бобер, Т. П. Гринюк,  
А. С. Власенко

**Аннотация.** Исследовано количество и состав горьких веществ и ксантогумола в лупулиновых зернах, смеси пыльцы и лупулина мужских соцветий, в листьях сортов хмеля, которые существенно различаются по этим биохимическим показателям.

Установлено, что количество и состав горьких веществ в лупулине селекционных сортов не зависит от его количества в шишках хмеля, а является сортовым признаком. Определено, что лупулин ароматических и горьких сортов содержит разное количество  $\alpha$ - и  $\beta$ -кислот, при этом соотношение  $\beta$ -кислот к  $\alpha$ -кислотам в ароматических сортах составляет больше единицы, тогда как в горьких сортах оно значительно меньше. Установлено, что лупулиновые железки также присутствуют на пыльниках мужских соцветий, но на листьях их значительно меньше и они менее развиты. Лупулин в мужских соцветиях, полученный из разных растений, существенно отличается по количеству  $\alpha$ - и  $\beta$ -кислот, что имеет важное значение в селекционном процессе при подборе пар для скрещивания. В железках на листьях хмеля горькие вещества представлены только  $\beta$ -кислотами, в основном, лупулоном и адлупулоном.

**Ключевые слова:** лупулин, горькие вещества,  $\alpha$ -кислоты,  $\beta$ -кислоты, ксантогумол, мужские соцветия

## RESEARCH OF BITTER SUBSTANCES OF LUPULIN IN DIFFERENT TYPES OF HOPS

M. I. Ljashenko, L. V. Protsenko, R. I. Rudyk, A. V. Bober, T. P. Hryniuk,  
A.S. Vlasenko

**Abstract.** There was investigated the quantity and structure of bitter substances and xanthohumol in lupulin grains, in a mixture of blossom dust and lupulin in man's racemes and in a leaf of hop. It was found, that the quantity and structure (composition) of bitter substances in a lupulin of selection varieties does not depend on its quantity in hop cones, and that it is a varietal attribute. It was found, that lupulin glands also are present on anthers of man's racemes, also on a leaf but in much lesser quantity and less educed there. Lupulin from the man's racemes, received from different plants, essentially differs in quantity of alpha and beta- acids. In petal glands (Ferri lactases) on a leaf of hop plant bitter substances are presented only by beta-acids, basically lupulone and adlupulone.

**Keywords:** lupulin grains, bitter substances, alpha-acids, beta-acids, xanthohumol, man's racemes