

УДК 663.423: 663:41:633.791

Л.В. Проценко,  
кандидат технічних наукР. І. Рудик,  
кандидат  
сільськогосподарських наукМ. Г. Михайлов,  
кандидат технічних наукО. В. Черненко,  
Т. П. Гринюк  
А. С. ВласенкоІнститут сільського  
господарства Полісся НААН

аналогам, а саме: гранули хмелю сортів Клон 18 за біохімічними та технологічними показниками відповідають характеристикам гранул чеського сорту Жатецький, гранули, виготовлені з гіркого сорту Альфа, за біохімічними показниками відповідають гранулам німецького сорту Магnum, а гранули таких сортів, як Слов'янка та Заграва за складом і якістю гірких речовин та ефірної олії значно перевищують світові аналоги. **Висновки.** З проведених досліджень видно, що оптимальне поєднання ароматичних і гірких речовин в шишках хмелю української селекції та висока технологічність обладнання для грануляції забезпечує гранулам відмінні пивоварні якості. На основі порівняльної біохімічної характеристики гранул хмелю тип 90, вироблених в Україні та країнах Європи, встановлено відповідність якості українських хмелепродуктів світовому рівню.

**Ключові слова:** гранули хмелю тип 90, технологічна оцінка, якість, гіркі речовини, сорти хмелю.

**Вступ.** Основними продуктами переробки хмелю, які використовують українські виробники пива, є хмельові препарати: гранули тип 90, гранули тип 45, збагачені дупуліном, ізомеризовані гранули, екстракти: етанольні, вуглекислотні, ізомеризовані, редуруючі, хмельова олія і емульсії ефірних олій [1, 2].

В Україні, в основному, хміль переробляють у гранули тип 90, які практично не відрізняються за біохімічними показниками від шишкового хмелю. Перевагою використання хмельових гранул перед шишковим хмелем є те, що при охмелінні сула поліпшується дисперсія, екстракція і ізомеризація альфа-кислот, які знаходяться в гранулах хмелю [1, 3, 4]. Гранульований хміль зручніше дозувати як при пакуванні, так і при охмелінні сула [5, 6]. Економія хмелю при їх використанні складає близько 10%. До того ж, об'ємна маса гранульованого хмелю значно менша, ніж спресованого, тож зменшуються транспортні й складські витрати. В теперішній час лінії виробництва гранульованого хмелю повністю механізовані й автоматизовані [1, 6].

Попередніми дослідженнями вітчизняних та закордонних вчених [1, 2, 6-12, 15] було встановлено, що пиво, виготовлене з гранул хмелю або інших хмельових препаратів пев-

## ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГРАНУЛ ХМЕЛЮ УКРАЇНСЬКОГО ТА ЗАКОРДОННОГО ВИРОБНИЦТВА

**Вступ.** В Україні хміль, в основному, переробляють у гранули тип 90, які практично не відрізняються за біохімічними показниками від шишкового хмелю. Мета дослідження полягала у визначенні комплексної технологічної оцінки якості гранул хмелю тип 90 українського та закордонного виробництва. **Методи.** Використано сучасні фізико-хімічні методи визначення якісних показників гранул хмелю, спеціальні та загальноприйняті в хмелярській галузі, зокрема: вискозоефективну рідинну хроматографію, газову хроматографію, спектрофотометрію та математико-статистичні з використанням дисперсійного і кореляційно-регресивного аналізу для оцінки достовірності отриманих результатів досліджень. **Результати.** Визначено, що вміст та якісний склад гірких речовин, ефірної олії, поліфенольних сполук та ксантогумолу в гранулах хмелю українського виробництва стабільний та відповідає паспортним даним сорту хмелю, з якого були виготовлені гранули. Доведено, що вони за своїми характеристиками відповідають світовим

аналогам, а саме: гранули хмелю сортів Клон 18 за біохімічними та технологічними показниками відповідають характеристикам гранул чеського сорту Жатецький, гранули, виготовлені з гіркого сорту Альфа, за біохімічними показниками відповідають гранулам німецького сорту Магnum, а гранули таких сортів, як Слов'янка та Заграва за складом і якістю гірких речовин та ефірної олії значно перевищують світові аналоги. **Висновки.** З проведених досліджень видно, що оптимальне поєднання ароматичних і гірких речовин в шишках хмелю української селекції та висока технологічність обладнання для грануляції забезпечує гранулам відмінні пивоварні якості. На основі порівняльної біохімічної характеристики гранул хмелю тип 90, вироблених в Україні та країнах Європи, встановлено відповідність якості українських хмелепродуктів світовому рівню.

**Ключові слова:** гранули хмелю тип 90, технологічна оцінка, якість, гіркі речовини, сорти хмелю.

них селекційних сортів, значно різняться за характером гіркоти, смаком та ароматом. Це пов'язано з особливістю біохімічного складу гірких речовин, поліфенольних сполук та ефірної олії хмелю ароматичних та гірких сортів. Різне співвідношення компонентів цих сполук по-різному впливає на смакові і ароматичні властивості пива. Тому підбір гранул хмелю, виготовлених з сортів з оптимальним складом гірких речовин для одержання пива з відмінною та якісною гіркотою є питанням, актуальним для пивоварів Асоціації Америки [9,15], європейських пивоварів [8] та українських виробників пива [12].

**Мета дослідження** полягала у визначенні комплексної технологічної оцінки якості гранул хмелю тип 90 українського виробництва та встановленні їх конкурентоспроможності на основі біохімічних критеріїв.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводились у 2012-2015 роках в атестованій лабораторії відділу біохімії хмелю та пива Інституту сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук України та виробничих умовах гранулювання хмелю в ТОВ «Холпштайнер Україна».

В роботі використовувались сучасні міжнародні фізико-хімічні методи аналізу гірких

речовин хмелю і хмельових препаратів та продуктів їх перетворення в процесі пивоваріння: вискоєфективна рідинна хроматографія, спектрофотометрія, а також методи контролю, гармонізовані з методиками Європейської Пивоварної Конвенції [2, 9, 10].

Досліджували якісні показники гранул хмелю тип 90, відібрані із партій гранул відповідних сортів, виготовлених на сучасному грануляторі німецької фірми «ПРОБСТ» потужністю 500 кг гранул за годину ТОВ «Хопштайнер Україна».

Маса середньої проби для ідентифікації та біохімічних досліджень складала не менше 1 кг гранул хмелю. Досліджували 7-10 зразків від партій гранул кожного сорту хмелю. Органолептичні показники гранул хмелю визначали згідно з чинним стандартом ДСТУ 7028:2009 Гранули хмелю. Технічні умови.

Методи досліджень кількості та якісного складу гірких речовин гранул хмелю. Кількість альфа-кислот – кондуктометричний показник гіркоти, визначали за міжнародним методом Аналітика ЕВС 7.5. Метод базований на кондуктометричному титруванні діетиловано-ефірного екстракту гірких речовин хмелю розчином оцтовокислого свинцю та розрахунком масової частки альфа-кислот. Вміст і склад альфа-, бета-кислот та ксантогумолу – методом вискоєфективної рідинної хроматографії згідно з міжнародною методикою ЕВС 7.7. [2, 5, 11, 12]. Гіркі речовини хмелю: альфа- та бета-кислоти та їх складові, зокрема когумулон, колупулон та ксантогумол з гранул хмелю екстрагували органічним розчинником – метанолом. Співвідношення між масою гранул хмелю та екстрагентом становило 1:10. Кількість альфа- та бета-кислот та вміст когумулону в складі альфа-кислот визначали методом вискоєфективної рідинної хроматографії. Хроматографування здійснювали за допомогою рідинного хроматографа Ultimate 3000 з УФ детектором за температури 35 °С. Використовували колонку розміром 100 x 2,1 мм, що була заповнена сорбентом Plaque DB C18 3 мк. В якості рухомої фази використовували розчин метанолу, води та ацетонітрилу в співвідношенні 38:24:38. Для кількісного визначення ксантогумолу використовували стандарт-еталон ксантогумолу з вмістом даної сполуки 99,8%, для компонентів гірких речовин: альфа- і бета-кислот – міжнародний еталон ICF-3.

Методи досліджень кількості та якісного складу ефірної олії хмелю. Кількість ефірної олії визначали за методом Гінзберга [2,5]. Метод базується на визначенні вмісту ефірної олії в см<sup>3</sup> на 100 г повітряносухої речовини шляхом одержання ефірної олії гідродистилляцією з наступною декантацією та збиранням її у спеціальному уловлювачі.

Якісний склад ефірної олії визначали методом газорідинної капілярної хроматографії на 50-60 м капілярних кварцових колонках на

хроматографі "Кристал 2000 М" з ПДД детектором. Метод полягає у фракціонуванні ефірної олії. Температура термостата програмується від 70 °С до 220 °С зі швидкістю 4 °С за хвилину з наступним витримуванням в ізотермічному режимі 40 хвилини. Після виходу хроматографа на оптимальний режим вводиться проба ефірної олії хмелю в кількості від 0,1 мкл до 0,4 мкл. Витрата хроматографічного інертного газу (аргону, азоту, гелію) становить від 20 см<sup>3</sup> до 30 см<sup>3</sup>, водню – 30 см<sup>3</sup> за хвилину. Температура камери для введення проби ефірної олії становить 220 °С, а детектора – 250 °С. Умови хроматографування підбирають таким чином, щоб забезпечити розподіл основних компонентів ефірної олії: мірцену, каріофілену, фарнезену і гумулену.

Результати досліджень. Нині в Україні є сучасні підприємства з якісної переробки хмелю. Зокрема, ТОВ «Хопштайнер Україна» має чи не найкращий в Європі цех з виробництва гранул хмелю тип 90, що може переробляти 1600 тонн «зеленого золота» за сезон, тобто втричі більше, ніж вирощує нині вся українська галузь. Підприємство, що розташоване в Житомирській області, на сучасному обладнанні німецької фірми «Пробст», може щогодини виробляти 500-550 кг високоякісних гранул хмелю. На підприємстві впроваджена система управління якістю, яка відповідає вимогам ДСТУ ISO 9001:2009. З 2008 року на даному підприємстві налагоджено виробництво гранул хмелю за удосконаленою науковцями Інституту сільського господарства Полісся НААН технологією, по оптимізації масової частки вологи гранульованого хмелю до 7-8%, що дало змогу покращити біохімічні показники гранул хмелю та подовжити термін їх зберігання.

Нами досліджено комплексну технологічну оцінку якості гранул хмелю тип 90, вироблених в Україні та країнах Європи і придатність їх використання до пивоваріння з урахуванням хімічного складу на основі ідентифікації гірких речовин, ксантогумолу та ефірної олії. Дослідження проводились в лабораторних умовах та умовах пивоварних заводів України. В табл. 1 та 2 наведено показники якості та критерії, за якими визначалась біохімічна оцінка гранул хмелю, а саме: за кількістю та складом гірких речовин та ефірної олії. Біохімічні показники якості представлено на прикладі партій гранул ароматичного вискоємольного найбільш розповсюдженого в Україні сорту хмелю Заграва.

Із аналізу даних представленої таблиці бачимо, що партії гранул хмелю мають стабільний вміст вологи та альфа-кислот. Вміст альфа-кислот в гранулах сорту Заграва коливається від 6,3% до 7,1%. Враховуючи ту обставину, що у гранулах хмелю цього сорту велика питома вага бета-кислот в загальному показнику гіркоти хмелю, при нормуванні

### 1. Вміст та склад гірких речовин та ксантогумолу в зразках від партій гранул хмелю тип 90 сорту Заграва (середнє за 2013 р.)

| № з/п | Показники якості гранул хмелю                          | № зразка від партій гранул хмелю |      |      |      |      |      |      |      |      | Середнє |
|-------|--|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
|       |  | 1                                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |         |
| 1     | Масова частка вологи, %                                | 7,8                              | 8,2  | 7,9  | 8,3  | 8,4  | 7,9  | 8,2  | 8,0  | 7,9  | 8,1     |
| 2     | КПГ (масова частка $\alpha$ -кислот, метод ЕВС 7.5), % | 6,9                              | 6,8  | 6,9  | 6,3  | 6,4  | 6,5  | 6,8  | 6,9  | 7,1  | 6,7     |
| 3     | Масова частка $\alpha$ -кислот, метод ЕВС 7.7, %       | 6,6                              | 6,4  | 6,3  | 5,8  | 6,0  | 6,0  | 6,2  | 6,4  | 6,8  | 6,3     |
| 4     | Масова частка $\beta$ -кислот, метод ЕВС 7.7, %        | 6,8                              | 6,5  | 6,3  | 6,8  | 7,0  | 6,7  | 6,0  | 6,4  | 6,4  | 6,5     |
| 5     | Співвідношення $\beta$ -та $\alpha$ -кислот            | 1,06                             | 1,02 | 1,00 | 1,12 | 1,16 | 1,11 | 0,96 | 1,00 | 0,94 | 1,03    |
| 6     | Когуmulон в складі $\alpha$ -кислот, %                 | 25,1                             | 26,2 | 26,3 | 24,8 | 26,8 | 26,3 | 26,2 | 25,5 | 26,7 | 26,0    |
| 7     | Когуmulон в складі $\beta$ -кислот, %                  | 44,5                             | 44,4 | 45,3 | 46,1 | 48,2 | 46,3 | 44,0 | 44,7 | 45,4 | 45,4    |
| 8     | Ксантогумол, %   | 0,38                             | 0,42 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,36 | 0,40 | 0,42 | 0,39 | 0,40    |
| 9     | Індекс окислення гірких речовин (індекс старіння)      | 0,33                             | 0,28 | 0,31 | 0,35 | 0,31 | 0,37 | 0,32 | 0,34 | 0,32 | 0,33    |

його в пивоварінні за Технологічною Інструкцією гіркота пива була дещо надлишкова, що дає можливість проводити нормування гранул хмелю даного сорту з економією його до 10%, маючи при цьому прекрасні смакові якості пива.

Вміст ефірної олії (табл. 2) в гранулах хмелю коливається від 2,0 до 2,5%, Ефірна олія представлена каріофіленом, гумуленом та фарнезенем при відносно невеликій кількості мірцену, що обумовлює одержання пива з тонким хмелевим ароматом і високими смаковими якостями.

Показник співвідношення вмісту бета-кислот до альфа-кислот, що складає 0,92-1,16, та кількість і склад ефірної олії свідчать про високу технологічну оцінку гранул хмелю даного сорту.

В результаті проведених досліджень було визначено комплексну біохімічну оцінку гра-

нул хмелю тип 90, виготовлених з українських та закордонних сортів хмелю, характеристика яких наведена в табл. 3.

Дослідження біохімічного складу шишок та гранул хмелю країн в світі ароматичних сортів: Клон 18 (Україна), Жатецький (Чехія), Люблінський (Польща) та гранул хмелю інших сортів, які використовуються на пивоварних заводах України, показали, що в тонкоароматичних та ароматичних сортах хмелю та гранулах, виготовлених з них, кількість гірких речовин коливається від 14 до 27%. Основним ціноутворюючим фактором є вміст в гранулах хмелю альфа-кислот. Їх в даних сортах – 3-8%, що становить 25-30% від загальної кількості гірких речовин. Характерна особливість цих сортів полягає в тому, що поряд з високим вмістом гірких речовин, особливо в гранулах сортів Слов'янка та Національний, є значна перевага в смолах част-

### 2. Вміст та склад ефірної олії в зразках від партій гранул хмелю тип 90 сорту Заграва (середнє за 2013 р.)

| № з/п | Показники якості гранул хмелю | № зразка від партій гранул хмелю |      |      |      |      |      |      |      |      | Середнє |
|-------|-------------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
|       |                               | 1                                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |         |
| 1     | Ефірна олія, %                | 2,1                              | 2,5  | 2,2  | 2,4  | 2,0  | 2,2  | 2,5  | 2,4  | 2,5  | 2,3     |
| 2     | Склад ефірної олії, %, в т.ч. |                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |         |
|       | - мірцен                      | 36,3                             | 38,2 | 38,9 | 35,7 | 36,4 | 36,2 | 35,5 | 37,7 | 36,1 | 36,7    |
|       | - каріофілен                  | 6,2                              | 6,0  | 6,4  | 6,6  | 6,5  | 6,8  | 6,8  | 6,9  | 6,1  | 6,4     |
|       | - фарнезен                    | 12,3                             | 12,2 | 12,8 | 12,4 | 12,2 | 12,7 | 12,7 | 12,1 | 13,1 | 12,5    |
|       | - гумулен                     | 16,3                             | 15,3 | 15,9 | 16,7 | 16,2 | 16,8 | 16,7 | 17,3 | 16,5 | 16,4    |

ки бета-кислот над часткою альфа-кислот. Тобто, у них зберігається позитивний коефіцієнт ароматичності між змістом бета- та альфа-кислот, що складає більше 1. Це – одна з вирішальних ознак при оцінці пивоварної якості хмелю та гранул. Бета-кислоти не гіркі на смак, але в процесі охмеління суслу утворюються сполуки, які мають приємну, м'яку гіркоту. Однією з основних властивостей бета-кислот є висока антисептична дія, що важливо для підвищення стійкості пива при зберіганні. Також 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. Масова частка когумулоу в складі альфа-кислот на думку вчених Німеччини, Чехії, Сполучених Штатів Америки, Словенії та пивоварів-спеціалістів для тонкоароматичних сортів не повинна перевищувати 30%. В ароматичних сортах хмелю української селекції високоякісний склад гірких речовин поєднується з тонким ароматом, характерним для кращих європейських сортів, таких як Клон 18, Жатецький, Люблінський.

Особливо високі пивоварні якості має тонкоароматичний високосмольний сорт хмелю Слов'янка (дивись табл. 3). В даному сорті міститься велика кількість гірких речовин та найкраще співвідношення бета-кислот до аль-

фа-кислот. Така закономірність зберігається впродовж багатьох років і є сортовою особливістю. Показник співвідношення між бета- та альфа-кислотами, кількість і унікальний склад гірких речовин та ефірної олії в поєднанні з іншими компонентами характеризують гранули даного сорту як особливо цінну, тонкоароматичну форму хмелю для пивоваріння. Пиво, виготовлене з гранул сорту Слов'янка має високі смакові якості. Для нього характерна легка та ніжна гіркота. При проведенні дегустацій за участю провідних спеціалістів ПАТ "Оболонь", компанії "Укрпиво" та інших пивоварних заводів України, пиво, виготовленого з гранул хмелю сорту Слов'янка, неодноразово отримувало оцінку "відмінно".

Подібні властивості мають гранули хмелю сорту Національний. Для даного сорту характерний найбільш високий в тонкоароматичній групі вміст альфа-кислот та досить стабільний показник співвідношення між бета- й альфа-кислотами. Має надзвичайно низький вміст когумулоу 20-23% в складі альфа-кислот, що є сортовою ознакою. Ефірна олія представлена значною кількістю фарнезену. Таке поєднання ароматичних і гірких речовин в шинках хмелю визначає відмінні пивоварні якості гранул даного сорту.

Слід відмітити високу пивоварну оцінку гранул хмелю сорту Клон 18. Якісний склад гірких речовин, ефірної олії та поліфеноль-

### 3. Біохімічні показники гранул хмелю тип 90 вітчизняного виробництва (середні за 2012-2015 роки)

| № п/п                                | Гранули сорту хмелю     | Вміст $\alpha$ -кислот, % ДСТУ | Вміст $\beta$ -кислот, %, ЕВС 7.7 | $\beta/\alpha$ , ЕВС 7.7 | Вміст ефірної олії, % | Когумулон в складі $\alpha$ -кислот, % | Колупулон в складі $\beta$ -кислот, % |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------|--|---------------------------------------|
| Гранули тонкоароматичного типу хмелю |                         |                                |                                   |                          |                       |  |                                       |
| 1                                    | Клон – 18 (Україна)     | 4,3                            | 4,6                               | 1,24                     | 0,35                  | 26,8                                   | 42,1                                  |
| 2                                    | Жатецький (Чехія)       | 3,5                            | 3,9                               | 1,22                     | 0,33                  | 24,3                                   | 42,3                                  |
| 3                                    | Люблінський (Польща)    | 5,7                            | 4,5                               | 0,87                     | 0,28                  | 26,8                                   | 47,1                                  |
| 4                                    | Слов'янка (Україна)     | 5,6                            | 7,0                               | 1,37                     | 1,12                  | 22,6                                   | 42,7                                  |
| 5                                    | Національний (Україна)  | 6,8                            | 7,3                               | 1,17                     | 0,87                  | 21,7                                   | 45,5                                  |
| Гранули ароматичного типу хмелю      |                         |                                |                                   |                          |                       |  |                                       |
| 6                                    | Заграва (Україна)       | 6,7                            | 6,3                               | 1,03                     | 2,3                   | 22,3                                   | 45,4                                  |
| 7                                    | Гайдамацький (Україна)  | 3,8                            | 4,0                               | 1,31                     | 0,65                  | 29,7                                   | 50,7                                  |
| Гранули гіркового типу хмелю         |                         |                                |                                   |                          |                       |  |                                       |
| 8                                    | Поліський (Україна)     | 9,0                            | 3,8                               | 0,48                     | 1,27                  | 28,3                                   | 45,8                                  |
| 9                                    | Нортені Бретер (Англія) | 9,8                            | 4,5                               | 0,52                     | 1,12                  | 27,7                                   | 45,7                                  |
| 10                                   | Альга (Україна)         | 12,6                           | 4,5                               | 0,52                     | 1,51                  | 25,8                                   | 44,9                                  |
| 11                                   | Магnum (Німеччина)      | 14,3                           | 7,0                               | 0,55                     | 1,81                  | 28,2                                   | 44,8                                  |

них сполук даного сорту дає можливість отримати, в поєднанні з хмелепродуктами (особливо при використанні вуглекислотних екстрактів високосмольних гірких сортів), модель хмелю, що має оптимальний хімічний склад для пивоваріння. Вміст альфа-кислот в гранулах даного сорту становить 2,5-5,0%. Вони мають гарне співвідношення (більше 1) між кількістю бета- та альфа-кислот, яке спостерігається в найкращих сортах світової колекції. Поєднання такого складу гірких сполук і ефірної олії дає можливість отримувати відмінну якість гіркоти пива. Висока дегустаційна оцінка пива з гранул хмелю сорту Клон 18 засвідчила, що воно має ніжний хмельовий аромат і гарний смак.

Аналіз гранул хмелю, вироблених в Україні та хмелярських країнах Європи показує, що українські сорти за технологічною оцінкою

не тільки не поступаються іноземним, а й за багатьма показниками перевершують їх. Порівнюючи характеристику гранул хмелю сорту Клон 18 та сорту Жатецький (табл. 4), бачимо, що для даних сортів характерний майже однаковий вміст гірких речовин. В обох сортах кількість бета-кислот перевищує вміст альфа-кислот, тобто зберігається позитивний коефіцієнт ароматичності. Ефірної олії в даних сортах до 1%. Ефірна олія представлена каріофіленом, гумуленом та фарнезенном.

Гранули гірких сортів характеризуються різким хмельовим ароматом та високим вмістом альфа-кислот. Кількість бета-кислот значно нижча, ніж в ароматичному хмелі. Гранули гіркого сорту Поліський мають критерії, подібні до відомого англійського сорту Нортерн Бревер. Ці сорти подібні за кількістю

#### 4. Порівняльна характеристика гранул тонкоароматичних сортів хмелю Клон 18 та Жатецький

| Показники якості                        | Сорт хмелю           |                      |
|---|----------------------|----------------------|
|   | Клон 18<br>(Україна) | Жатецький<br>(Чехія) |
| Гіркі речовини, %                       | 12-18                | 13-20                |
| Альфа-кислоти, %                        | 2,5-5,0              | 3,0-5,5              |
| Бета-кислоти, %                         | 2,5-5,5              | 3,5-6,5              |
| Когумулон, %<br>(у складі альфа-кислот) | 24-28                | 23-27                |
| Колулулон, %<br>(у складі бета-кислот)  | 40-44                | 39-45                |
| Загальні поліфеноли, %                  | 3,0-5,5              | 4,0-5,0              |
| Ксантогумол, %                          | 0,4-0,5              | 0,3-0,5              |
| Ефірна олія, %                          | 0,3-0,5              | 0,3-0,6              |
| Мірцен, %                               | 20-30                | 25-40                |
| Каріофілен, %                           | 8-12                 | 6-9                  |
| Гумулен, %                              | 25-35                | 15-25                |
| Фарнезен, %                             | 15-20                | 14-20                |

#### 5. Порівняльна характеристика гірких сортів хмелю Альта та Магнум

| Показники якості                     | Сорт хмелю         |                       |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------|
|                                      | Альта<br>(Україна) | Магнум<br>(Німеччина) |
| Альфа-кислоти, %                     | 9,0-13,5           | 11,0-16,0             |
| Бета-кислоти, %                      | 4,0-5,5            | 5,0-7,0               |
| Когумулон, % (у складі альфа-кислот) | 23-29              | 21-29                 |
| Загальні поліфеноли, %               | 3,0-4,0            | 2,0-3,0               |
| Ксантогумол, %                       | 0,4-0,5            | 0,4-0,5               |
| Ефірна олія, %                       | 1,5-1,8            | 1,6-2,6               |

та складом гірких речовин, ефірної олії, поліфенолів та ксантогумолу. Можна рекомендувати їх для самостійного використання як в пивоварінні, так і в поєднанні з ароматичними сортами. Високосмольний сорт Альта має критерії, подібні до відомого німецького сорту Магнум, продукти якого користуються попитом у пивоварів, але має трохи менше

гірких речовин. Самостійне використання гранул хмелю гіркого типу Альта та Магнум не дозволяє отримати гіркоту пива відмінної якості. Ці сорти придатні для виробництва продуктів переробки хмелю. Можна рекомендувати їх використання в поєднанні з ароматичними сортами, дотримуючись при цьому певної технології.

## ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень на основі порівняльної біохімічної оцінки встановлена конкурентоспроможність гранул хмелю тип 90 українського виробництва з гранулами хмелю тип 90, вироблених в хмелярських країнах Європи. Доведено, що українські хмелепродукти за своїми характеристиками відповідають світовому рівню.

1. Кількісний вміст та якісний склад гірких речовин, ефірної олії, поліфенольних сполук та ксантогумолу в гранулах хмелю українського виробництва стабільний та відповідає паспортним даним сорту хмелю, з якого були виготовлені гранули.

2. Гранули хмелю тип 90 ароматичних та гірких сортів за біохімічними та технологічними показниками відповідають вимогам ДСТУ 707028:2009 Гранули хмелю Технічні умови.

3. За своїми характеристиками українські хмелепродукти відповідають світовим анало-

гам, а саме: гранули хмелю сортів Клон 18 та Злато Полісся за біохімічними та технологічними показниками відповідають характеристикам гранул чеського сорту Жатецький, гранули, виготовлені з гіркого сорту Альта за біохімічними показниками відповідають гранулам німецького сорту Магнум, а гранули таких сортів, як Слов'янка та Заграва, за складом та якістю гірких речовин та ефірної олії значно перевищують світові аналоги та є унікальними.

4. Оптиміальне поєднання ароматичних і гірких речовин в шишках хмелю української селекції та висока технологічність обладнання для грануляції забезпечує гранулам відмінні пивоварні якості. На основі порівняльної біохімічної характеристики гранул хмелю тип 90, вироблених в Україні та країнах Європи, встановлено відповідність якості українських хмелепродуктів світовому рівню.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Вольфганг Кунце Технологія солода и пива /Кунце Вольфганг. – Санкт-Петербург: Профессия, 2001. – с. 911
2. Ляшенко Н.И. Биохимия хмеля и хмелепродуктов / Н.И. Ляшенко. - Житомир: Полісся, 2002. – 388 с.
3. Narziß, L., Abriß der Bierbrauerei. 7th ed., Wiley-VCH: Weinheim, 2005, pp. 163–170.
4. Biendl M., Pinzl S. Arzneipflanze Hopfen. Deutsches Hopfenmuseum Wolnzach: Wolnzach, 2007. – 127 p.
5. Ермолаева Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия /Г.А. Ермолаева – Санкт-Петербург: Профессия, 2004. – с. 535
6. Ляшенко М.І. Ефективність використання гранульованого хмелю в пивоварінні /М.І.Ляшенко, Л.В. Проценко, М.Г. Михайлов //Хмелярство. – К.: Урожай. – 2007. – Вип. 22. – С. 11-16.;
7. Hanke, S., Untersuchungen zum Einfluss der Hopfungstechnologie auf die Geschmacksstabilität und Harmonie untergäriger Biere. Dissertation, Technische Universität München: Freising, 2010.
8. Kusche, M., Stettner, G., Stephan, A., Mitter, W. and Kaltner, 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: Nürnberg, Germany, CD ROM 2007, Contribution 24
9. Shellhammer, T., Bitter quality of beer as affected by isochumulone levels. Proceedings of the World

- Brewing Congress, San Diego, Master Brewers Association of the Americas, St. Paul, USA, CD ROM 2004, Contribution O-20.
10. Pavlovič V, Pavlovič M, Čerenak A, Košir IJ, Čeh B, Rozman Č, Turk J, Pazek K, Krofta K, Gregorič G, Environment and weather influence on quality and market value of hops. Plant Soil Environ, 2012, 58:155-160
11. Srečec S, Zechner-Krpan V, Marag S, Špoljarič I, Mršić G, Morpho-genesis, volume and number of hop (*Humulus lupulus* L.) glandular trichomes and their influence on alpha-acids accumulation in fresh bracts of hop cones. Acta Bot Croat, 2011, 70:1-8
12. Проценко Л. Чи має перспективу український хміль? //Л. Проценко, Р. Рудик, І. Пасічник// Зерно і хліб. К: 2014. – № 2. – С. 67 - 70
13. Biendl M., Virant M. and Varjú P., Determination of iso-alpha-acids, alpha- and beta-acids in isomerised hop pellets by HPLC. J. Inst. Brew., 2004, 110, 242–243.
14. Jaskula, B., Goiris, K., De Rouck, G., Aerts, G. and De Cooman, L., Enhanced quantitative extraction and HPLC determination of hop and beer bitter acids. J. Inst. Brew., 2007, 113, 381–390
15. Sandro Cocuzza, Anton Lutz, and Konrad Müller-Auffermann, Influence of Picking Date on the Initial Hop Storage Index of Freshly Harvested Hops, Technical quarterly published by the Master Brewers Association of the Americas, Number 2, 2013, pp. 66-71