

## ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ТА ЯКОСТІ СИРОВИНИ ХМЕЛЮ НА ВИХІД ГІРКИХ РЕЧОВИН В ХМЕЛЬОВОМУ ВІДВАРІ

*Досліджено процес впливу кількості та якості сировини хмелю на вихід гірких речовин у хмельовому відварі, протягом 60-хвилинної екстракції. Розглянуто залежність накопичення гірких речовин хмельового відвару від вмісту в ньому альфа-кислот та кількості хмелю взятого для його приготування. Встановлено та розраховано середній показник виходу гірких речовин у хмельовому відварі для використання в хлібопекарському виробництві, що дозволить розширити асортимент хлібобулочних виробів та збагатити їх біологічно активними сполуками.*

### Постановка проблеми

Сучасна хлібопекарська промисловість передбачає виготовлення ряду сортів хліба з використанням ароматичних добавок. Серед цих добавок є шишки хмелю. Процес випічки хліба на основі хмелю починається з приготування хмельового відвару.

Гіркі речовини, що містяться в хмелі і так цінуються у пивоварінні [1, 2] в залежності від їх кількості можуть по-різному впливати на смак хлібобулочних виробів. Наявність надлишкової гіркоти може негативно вплинути на органолептичні якості хліба, надаючи йому гіркуватого присмаку [3]. В пивоварінні слідкують за виходом гірких речовин, проводять нормування внесення хмелю та контроль за режимом охмеління сусла. Проте в хлібопекарському виробництві таких досліджень проводилось дуже мало. Нами не виявлено даних щодо оптимальних концентрацій гірких речовин у хмельовому відварі, який слід використовувати для приготування хліба. Виходячи із цього, одним із завдань наших досліджень було вивчення впливу якості та кількості сировини хмелю на вихід гірких речовин у хмельовому відварі.

### Аналіз результатів останніх досліджень

Хліб на хмельовій заквасці сприяє активному виділенню з підшлункової залози, печінки, жовчного міхура ферментів та інших, необхідних для повноцінного харчування речовин, які покращують моторику кишківника [3]. Людина, яка вживає такий хліб, значно рідше хворіє гострими респіраторними захворюваннями, у неї покращується самопочуття, відновлюється імунітет [3].

Хміль, що входить до складу композиції тіста – лікарська рослина з

протизапальною, болетамувальною, бактерицидною та антиалергійною дією. При додаванні його в хліб активується процес виготовлення закваски та тіста, готові вироби мають приємний аромат здорового хліба. Фітонциди, які входять до складу хмелю, пригнічують розвиток плісені на поверхні виробів, продовжуючи терміни реалізації хліба до 120 годин [4].

Гіркі речовини – важлива складова шишок хмелю. На використання гірких речовин, як засіб, що підсилює секрецію підшлункового соку та збуджує апетит, вказав Павлов та Браун [5, 6]. Таймер відмітив седативну та антибіотичну властивість гірких речовин хмелю [7].

Гумулон, що входить до складу альфа-кислот хмелю, крім антибіотичних властивостей по відношенню до бактеріальної мікрофлори, гальмує ріст деяких шкідливих грибків [8]. Що стосується токсичної дії, про безпечність гірких речовин можна говорити лише при невисоких їх концентраціях у розчині. При надмірній їх кількості ще задовго до того, як досягається шкідлива концентрація, з'являється як попередження неможливо гіркий смак [2].

На жаль, хміль у хлібопекарській галузі використовують ще дуже мало. На нашу думку, його слід ширше використовувати в сільських та районних пекарнях, насамперед, у зонах вирощування хмелю. Це дозволило б урізноманітнити асортимент хлібобулочних виробів, збагативши їх біологічно активними сполуками хмелю, краще задовольнити потреби населення в цьому головному харчовому продукті і підняти престиж нашого українського хмелю.

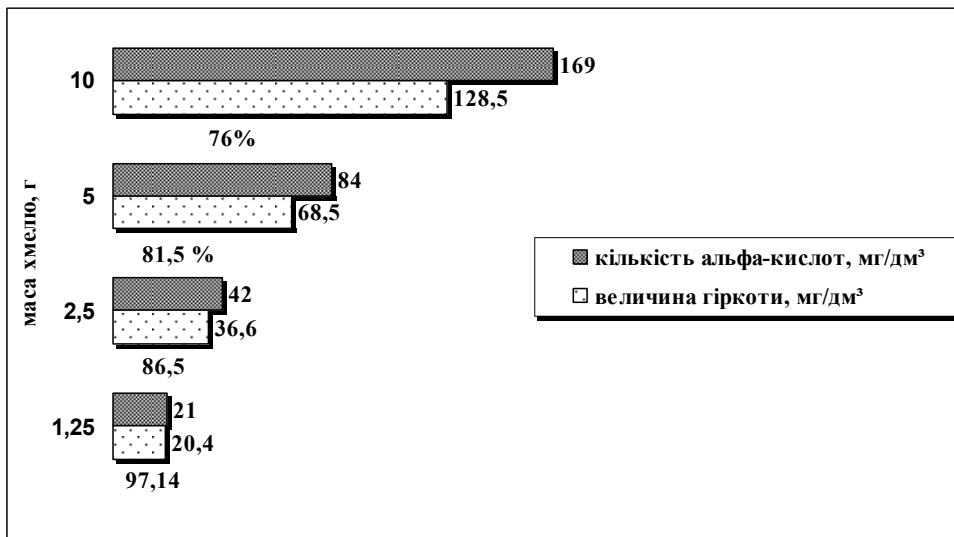
### **Мета та методика досліджень**

Під час розрахунку кількості хмелю для отримання хмельового відвару з нормованою концентрацією гірких речовин, необхідно знати середній їх вихід у хмельовій заквасці при певних умовах приготування відвару. Тому нами був досліджений вплив кількості та якості сировини хмелю на вихід гірких речовин у хмельовому відварі при 60-хвилинній екстракції хмелю.

Для цього використовували ароматичні та гіркі сорти хмелю, в яких вміст альфа-кислот, визначений кондуктометричним методом [2], складав: у хмелі сорту Злато Полісся 1,9 %; сорті Гайдамацький – 4,4 % та сорті хмелю Оболонський – 9,7 % до СР (сухої речовини). З кожного сорту хмелю готували чотири відвари з різними дозуваннями хмелевої сировини: 1,25 г; 2,5 г; 5 г і 10 г в 1 дм<sup>3</sup> води. У кожному зразку відвару розрахунковим шляхом була вирахована загальна кількість внесених альфа-кислот з наважками хмелю в мг на 1 дм<sup>3</sup> й експериментально визначена кількість гірких речовин, що утворилась [2].

### **Результати досліджень**

Вплив кількості альфа-кислот хмелю сорту Злато Полісся на вихід гірких речовин у хмельовому відварі, представлений на рис. 1.



**Рис. 1. Вплив кількості альфа-кислот хмелю сорту Злато Полісся на вихід гірких речовин у хмелювому відварі**

Аналізуючи дані, представлені на рис. 1, спостерігали наступну тенденцію: при збільшенні наважки нативного хмелю збільшувалась кількість внесених альфа-кислот та величина гірких речовин у хмелювому відварі, а вихід гірких речовин у ньому зменшувався. Так, при виготовленні хмелювого відвару з найменшої кількості хмелю, маса якого становила 1,25 г, вихід гіркоти складав 97,14 % від внесеної кількості альфа-кислот у даний зразок відвару, а в хмелювому відварі, що був виготовлений з додаванням найбільшої маси хмелю, вихід гірких речовин склав всього 76,0 %.

Рівняння, за допомогою якого виражається кореляційний зв'язок між кількома ознаками, в даному випадку – наважкою хмелю, вмістом гірких речовин та кількістю альфа-кислот, є рівнянням множинної регресії і має вигляд:  $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$ , де  $y$  – величина гіркоти, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_1$  – кількість альфа-кислот, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_2$  – показник маси використаного хмелю, г;  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнти регресії показують, на скільки зміниться величина гіркоти при зміні кожного фактора на одиницю його виміру, при фіксованих значеннях інших факторів, включених до рівняння. Для зразка, виготовленого з відвару сорту хмелю Злато Полісся, згідно [9], кореляційно-регресійне рівняння має такий вигляд:  $y = 37,5 - 31,4x_1 + 16x_2$ .

Коефіцієнт множинної кореляції знаходимо із співвідношення:  $R = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,9981} = 0,999$ . Таке близьке до 1 значення свідчить про високу тісноту зв'язку між величиною гірких речовин та досліджуваними факторами.

Вплив кількості альфа-кислот сорту хмелю Гайдамацький на вихід гірких речовин у хмелювому відварі представлений на рис. 2.

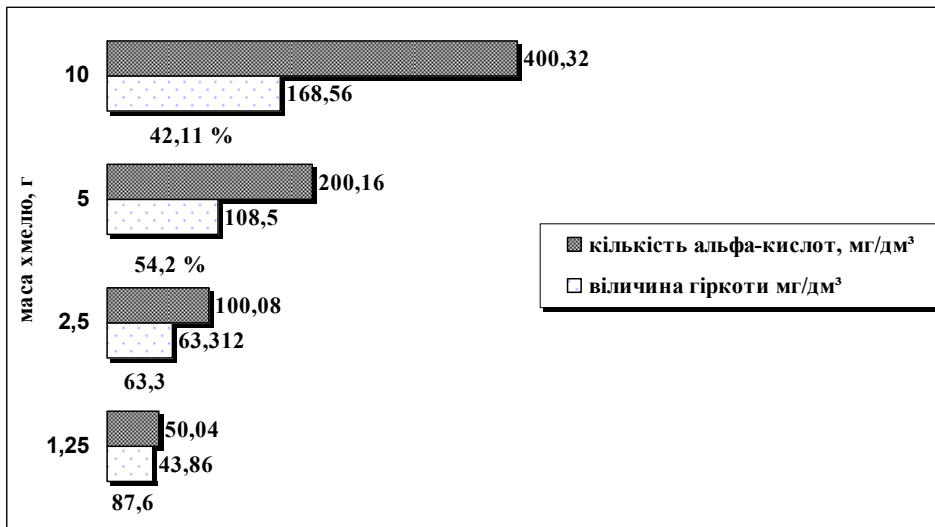


Рис. 2. Вплив кількості альфа-кислот хмелю сорту Гайдамацький на вихід гірких речовин у хмелювому відварі

Як видно з даних, отриманих при використанні хмелю сорту Гайдамацький, збільшення маси наважки хмелю призвело до зменшення виходу гірких речовин у хмелювому відварі, аналогічно попередньому досліді. Максимальний вихід гірких речовин, що складав 87,6 %, був отриманий при використанні хмелювого відвару, з масою хмелю 1,25 г. Мінімальний вихід гіркоти 42,11 %, був у хмелювому відварі, де маса хмелю дорівнювала 10 г.

Для зразка, виготовленого з відвару хмелю сорту Гайдамацький кореляційно-регресійне рівняння має такий вигляд:

$$y = 41,996 - 8,8312x_1 + 10,15x_2$$

Коефіцієнт множинної кореляції, який є показником тісноти зв'язку між величиною гірких речовин та досліджуваними факторами, знаходимо таким чином:  $R = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,9994} = 0,9996$ .  $R$  прямує до 1, то можна стверджувати, що зв'язок тісний.

Вплив кількості альфа-кислот сорту хмелю Оболонський на вихід гірких речовин у хмелювому відварі представлений на рис. 3.

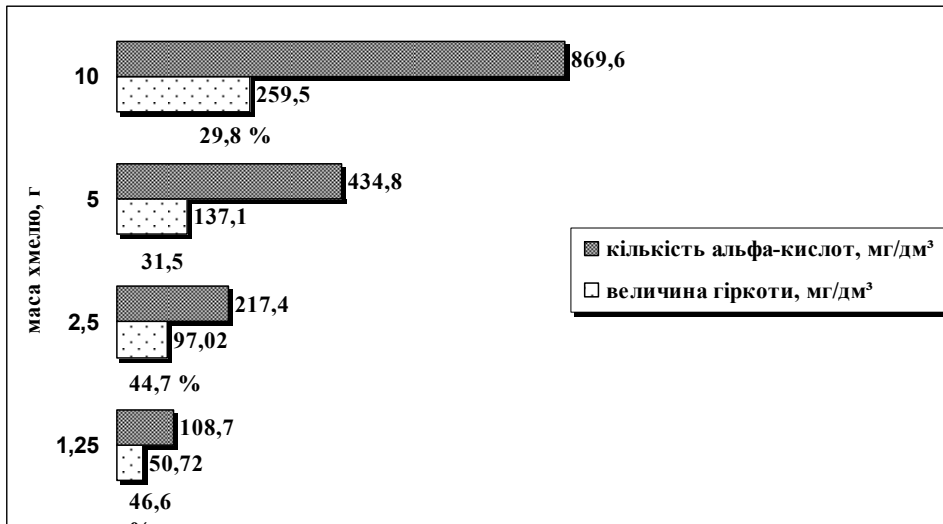


Рис. 3. Вплив кількості альфа-кислот хмелю сорту Оболонський на вихід гірких речовин у хмелювому відварі

Аналізуючи результати дослідження, в якому для приготування хмелювого відвару використовувався хміль гірко сорту Оболонський з високим вмістом альфа-кислот, було встановлено, що при виготовленні хмелювого відвару з 1,25 г хмелю, вихід гірких речовин становив 46,6 %, при збільшенні наважки хмелю до 10 г вихід гірких речовин склав 29,8 %.

У даному випадку кореляційно-регресійне рівняння має вигляд:

$$y = 190,23 - 157,62x_1 + 81,525x_2.$$

Коефіцієнт множинної кореляції, знайдене із співвідношення:  $R = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,9983} = 0,9991$ , близьке до 1 і свідчить про високу тісноту зв'язку між величиною гірких речовин та досліджуваними факторами.

Коефіцієнт множинної детермінації  $R^2$  [9] показує, чому дорівнює варіація величини гірких речовин, яка пояснюється варіацією включених до рівняння факторів. При дослідженні хмелювого відвару виготовленого з хмелю сорту Злато Полісся  $R^2 = 99,81\%$ , при дослідженні зразка виготовленого з хмелю сорту Гайдамацький  $R^2 = 99,94\%$  та в третьому зразку хмелювого відвару, виготовленого з хмелю сорту Оболонський  $R^2 = 99,83\%$ .

Після розкладання загального обсягу варіації величини гірких речовин хмелювого відвару за факторами, були отримані значення кожного фактора для всіх зразків хмелювого відвару.

Для першого зразка хмелювого відвару із 99,81 % загального коливання величини гіркоти 6,9% пояснюється наважкою хмелю, 92,91 % – величиною альфа-кислот; для другого зразку – із 99,94 % загального коливання величини

гіркоти 20,94 % пояснюється наважкою хмелю, 79 % – величиною альфа-кислот; для третього зразку 99,83 % загального коливання величини гіркоти 43,03 % пояснюється наважкою хмелю, 56,8 % – величиною альфа-кислот.

### **Висновки**

1. Отримані результати досліджень показують, що за 60 хвилин екстракції хмелю з різним вмістом альфа-кислот вихід гірких речовин у хмельовому відварі коливається від 29,8 до 97,4 %. Середній вихід гірких речовин у досліджуваних зразках хмельового відвару склав 61,34 %.

2. Чим вищий вміст альфа-кислот у сорті хмелю, з якого був виготовлений хмельовий відвар, тим менший вихід гірких речовин у ньому.

3. Із зменшенням маси хмелю, який був взятий для приготування кожного зразка відвару, вихід гірких речовин збільшується.

### **Перспективи подальших досліджень**

Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення оптимального співвідношення концентрації гірких речовин та поліфенольних сполук у хмельовому відварі, який буде проявляти максимальну бактерицидну дію на шкідливі мікроорганізми, такі як пліснявий грибок та картопляну паличку, що погіршує якість хлібобулочних виробів.

### **Література**

- 
1. *Ермалаєва Г.А.* Применение хмеля в пивоварении / *Г.А. Ермалаєва* // Пиво и напитки. – 1999. – №3. – С. 16–17.
  2. *Ляшенко Н.И.* Биохимия хмеля и хмелепродуктов / *Н.И. Ляшенко*. – Житомир: Полесье, 2002. – 385 с.
  3. *Герасимчук В.И.* Хмель в медицине, быту и народном хозяйстве / *В.И. Герасимчук, И.Г. Рейтман, И.С. Єжов* – К.: Урожай, 1994. – 350 с.
  4. Дослідження впливу хмелю на мікрофлору хліба / *В.Г. Юрчак, В.П. Рак, Н. Грегірчак та ін.* // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2009. – № 6 (55). – С. 45–47.
  5. *Braun H.* Heilpflanzen – Lexikon für Ärzte und Apotheker / *H. Braun*. – Stuttgart, 1981. – 4 Auflage – P.270.
  6. *Pahlow M.* Das grose buch der Heilpflanzen / *M Pahlow*. – München, 1979. – P. 140
  7. *Teuscher E.* Pharmakognosie / *E. Teuscher*. – Braunschweig. – 1972. – Teil. II – P. 450
  8. Хмель и его использование / *А.А. Годованый, Н.И. Ляшенко, И.Г. Рейтман, И.С. Єжов*. – К.: Урожай, 1990. – 336 с.
  9. *Мармоза А.Т.* Методичні рекомендації щодо застосування кореляційно-регресійного аналізу в курсовому та дипломному проектуванні та наукових дослідженнях / *А.Т. Мармоза, С.В. Чугаєвська*. – Житомир, 2004. – 34 с.
-