

Секція 2 ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 643. 33: 635. 965

О.І. Черевко, д-р техн. наук

Л.В. Кіптела, д-р техн. наук

О.Є. Загорулько, канд. техн. наук

Д.В. Постолюк, асист.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНЦЕНТРУВАННЯ ХМЕЛЕВИХ ЕКСТРАКТІВ

Rozглянуто переваги роботи роторного плівкового апарата під час концентрування хмелевих екстрактів. Досліджено процес концентрування хмелевих екстрактів у роторному плівковому апараті.

Rassmotreny preimushchestva raboty rotornogo plichenogo apparata pri koncentruванні хмелевих екстрактів. Исследован процесс концентрування хмелевих екстрактів в роторном пленочном аппарате.

Advantages of work of rotor pellicle vehicle are considered at the concentration of intoxicating extracts. The process of concentration of intoxicating extracts is investigational in a rotor pellicle vehicle.

Постановка проблеми у загальному вигляді. У сучасних економічних умовах на всіх етапах виробництва та переробки харчової сільськогосподарської сировини велика увага приділяється створенню та освоєнню нових ресурсозберігаючих технологій, а також удосконаленню існуючих технологічних процесів. Серед них особливу роль відіграє концентрування хмельових екстрактів. Одним із важливих компонентів пива є хміль. Завдяки вмісту гірких речовин, ефірної олії, поліфенолів він є незаміною сировиною для виробництва пива. Саме хміль найбільшою мірою зумовлює характерні специфічні властивості пива: поряд із неповторними смаковими та ароматичними якістьми воно набуває здатності протистояти помутнінню в процесі зберігання, поліпшуються піноутворення і піностійкість напою.

Хміль вносять в пивне сушло в процесі затирання і кип'ятять у сушловарильному апараті. Метою кип'ятіння сушля з хмелем є стабілізація його складу, упарювання до встановленої концентрації, екстрагування з хмелю ароматичних і гірких речовин, інактивація ферментів, коагуляція білків та стерилізація сушля для забезпечення чистого бродіння й одержання стійкого продукту.

Останнім часом все менше пивоварних підприємств використовують натуральний шишковий хміль, а застосовують хміль-продукти, що надає суттєвих переваг [1]:

- використовуючи гомогени хміль-продукти можна отримати рівномірну гіркоту пива;
- хміль-продукти можна зберігати практично необмежений час, це надає можливість регулювати запаси хмелю отримані у сприятливі для врожаю роки. Одночасно забезпечується незалежність від коливання цін на ринку хмелю;
- можна підвищити вихід гірких речовин;
- хміль-продукти потребують менших витрат на їх транспортування та зберігання;
- застосування хміль-продуктів приводить до непотрібності хміль-віддільників;
- хміль-продукти можна дозувати автоматично.

Під час виробництва екстракту хмелю етанолом звичайний хміль сепарують від важких і металевих домішок, змішують з етанолом, подрібнюють на дробарці та подають в екстрактор, де спирт збагачується компонентами хмелю. Отриманий таким чином розчин, так звана «міцела», містить усі цінні складові. Екстракція етанолом цінних для пивоваріння компонентів з хмелю набула широкого застосування. Установлено, що при однаковій тривалості екстракції з тонкоподрібненого хмелю (порівняно з грубоподрібненим) витягується на 19% речовин більше, у тому числі на 5% загальних смол і на 19,3% дубильних речовин. Основна кількість (90%) витягується спиртом за першу годину екстракції, потім збільшення концентрації відбувається повільно. Далі показано, що разі збільшення співвідношення спирт:хміль з 4:1 до 12:1 (за масою) кількість речовин, що екстрагуються, зростає в середньому на 10%, зокрема загальних смол на 4%. В інтервалі температур 30...40°C спирт міцністю 96% витягує в середньому близько 6% дубильних речовин від вмісту їх у початковому хмелі. Установлено, що рН=5,3 є сприятливим показником для витягання 96% спиртом загальних смол і дубильних речовин хмелю. При рН вище 5,3 спостерігається зниження загальної кількості речовин, що екстрагуються, зокрема загальних смол і дубильних речовин. Проте отриманий розчин потрібно сконцентрувати. Для цього можна застосувати роторний плівковий апарат (РПА).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. РПА має низку істотних переваг перед апаратами іншого типу: менша тривалість процесу (зазвичай десятки секунд), більш висока інтенсивність термообробки продуктів, значно менші габаритні розміри. Використання РПА дозволяє знизити термічну дію на термолабільні екстракти хмелю. Концентрування екстракту здійснюється при

залишковому тиску в корпусі апарата 7,98...13,30 кПа, при цьому температура кипіння екстракту в РПА складає 35...45°C. Завдяки малому часу перебування і низькотемпературним умовам концентрування в РПА втрачаються α -кислоти, які є основним показником якості хмелевих екстрактів, практично повністю виключаються [2].

Мета та завдання статті. Обґрунтування можливості застосування РПА для концентрування хмелевих екстрактів і визначення режимів роботи апарата.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час концентрування хмелевих екстрактів використання РПА порівняно з апаратами іншого типу дозволить підвищити ефективність обробки, яка полягає в тому, що формування плівкового плину продукту і його інтенсивна турбулізація здійснюються під впливом лопатей, розташованих на валу обертового ротора. У результаті цього гідродинаміка плину оброблюваного продукту в РПА є більш активною, а інтенсивність теплофізичних процесів більш високою [3].

Виходячи з вищевикладеного, виникла необхідність провести експерименти, що доведуть раціональність використання РПА для концентрування хмелевих екстрактів.

Об'єкт дослідження – процес виробництва концентрованих хмелевих екстрактів.

Предмет дослідження – хмелеві екстракти, а також РПА, що використовується для процесу концентрування хмелю.

Експерименти проводилися на експериментальній установці, що являє собою РПА у вигляді вертикального циліндра, який обігрівається електронагрівачем. У середині циліндра знаходиться ротор з центральним валом. Вал ротора приводиться в обертання електродвигуном через клинопасову передачу. Конструкція апарата передбачає використання різних роторних пристроїв. Використовувався ротор з шарнірно закріпленими лопатями. Вакуум в апараті підтримувався за допомогою вакуум-насоса. Контроль температури робочої поверхні здійснювався терморезисторами за допомогою пульта управління. Запис показів температури здійснювався за допомогою цифрового пристрою пульта управління режимами роботи РПА. Регулювання витрати вихідного продукту здійснювалося за допомогою вентилів.

Програма експериментальних досліджень режимів роботи під час концентрування хмелевих екстрактів у РПА включала встановлення залежності між ступенем розподілу продукту $K_p = V_{\text{кон}}/V_{\text{вих}}$, де $V_{\text{кон}}$, $V_{\text{вих}}$ – об'єми концентрату хмелевого екстракту та вихідного хмелевого екстракту, та основними параметрами, що

впливають на процес, середньої температури робочої поверхні (t , °C), вакууму створюваному усередині апарата – p , кПа.

Під час досліджень використовувався хмелевий екстракт отриманий за допомогою 50% водно-спиртового розчину.

В експерименті були використані такі значення вхідних параметрів: середня температура поверхні, що передає тепло $\bar{t}_1 = 30^\circ\text{C}$, $\bar{t}_2 = 40^\circ\text{C}$, $\bar{t}_3 = 50^\circ\text{C}$; тиск $p = 7 \dots 14$ кПа. Температура подачі продукту $t_n = 20 \dots 25^\circ\text{C}$.

Сімейство кривих $K(W)$ надає повну інформацію про ведення процесу, що показано на рисунку. За невеликих витрат ($W = 0,2 \dots 0,6$ мл/с) апарат працює з недовантаженням при мінімальних товщинах рідинних плівок, відбувається майже повне видалення вологи і продукт пригоряє до поверхні теплообміну. В області підвищених витрат ($W = 2 \dots 2,5$ мл/с) процес іде нестабільно і фактично відбувається нагрівання продукту з мінімальним ступенем випарювання. Найбільш стабільне видалення вологи з вихідного продукту відбувається в середній області ($W = 0,8 \dots 1,8$ мл/с), де швидкість зміни вихідного параметра максимальна.

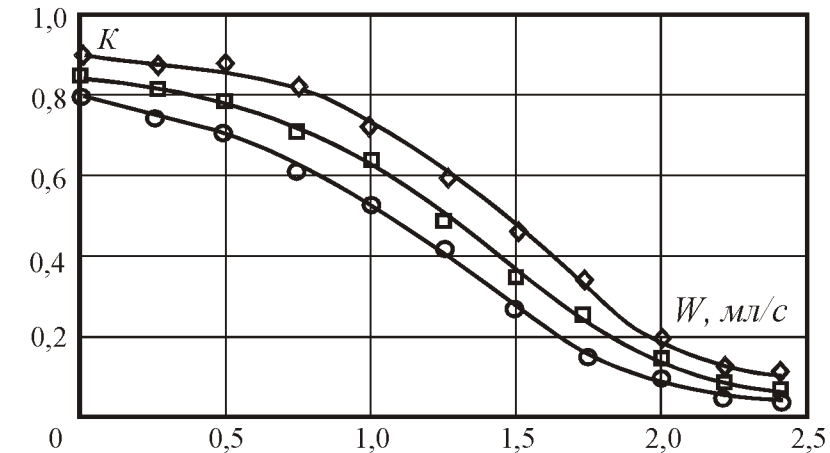


Рисунок – Залежність коефіцієнта розподілу продукту K від витрати W при \diamond - $t = 30^\circ\text{C}$; \square - $t = 40^\circ\text{C}$; \circ - $t = 50^\circ\text{C}$

Експериментальні залежності $K(W)$ з точністю 3% апроксимуються регресивною залежністю

$$K = a_0 + a_1(W - x_0) + a_2(W - x_0)^3 + a_3(W - x_0)^5,$$

де $x_0=1,38$ – точка перегину функції $K(W)$; a_0, a_1, a_2, a_3 – коефіцієнти рівняння.

На підставі результатів проведених досліджень було спроектовано і виготовлено дослідно-промисловий зразок РПА-200-0,82 для концентрування екстракту хмелю. Таким чином, питомі енерговитрати для РПА складають 544 кДж/кг, що в 1,4 разу менше, ніж у вакуум-випарному апараті. В апараті удосконалено конструкцію плівкоутворюючого елемента та електричний нагрівальний блок. По висоті апарата розташовано дві секції нагрівальних блоків, які мають індивідуальне живлення, що дозволяє регулювати тепловий потік по висоті. Конструктивний розрахунок апарата показав, що при висоті колони 1,3 м і її внутрішньому діаметрі 0,2 м товщина плівки продукту складає 1,9 мм, а продуктивність апарата 100 кг/год. Рівномірність і цілісність плівки забезпечуються лопатями ротора, що обертаються з частотою 200 хв⁻¹. Потужність електронагрівачів при зазначених умовах повинна складати до 11,7 кВт, потужність приводу ротора 1,5 кВт. Час перебування порції продукту в апараті не перевищує 60 с залежно від в'язкості продукту. Апарат компактний, займає малу площу, зручний в експлуатації та добре відповідає умовам роботи малих підприємств.

Висновки. Проведений аналіз технологічного процесу дозволив визначити галузь використання роторних апаратів для ефективної концентрації хмелевих екстрактів. Подальші дослідження можна провести з вивчення структурно-механічних характеристик хмелевих екстрактів, що необхідно для ефективних розрахунків роторного апарата та допоміжного обладнання.

Список літератури

1. Вольганг, К. Технология солода и пива [Текст]: [пер. с нем.], / К. Вольганг – СПб.: Профессия, 2001. – 911 с.
2. Василинец, И. М. Роторные пленочные аппараты в пищевой промышленности [Текст] / И. М. Василинец, А. Т. Сабуров. – М. : Агропромиздат, 1989.–136 с.
3. Перспективи застосування роторного плівкового апарата в харчовій промисловості [Текст] / О. І. Черевко [та інші.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ – Х., 2007. – Вип. 2 (6). – С. 83–87.

Отримано 30.09.2009. ХДУХТ, Харків.

© О.І. Черевко, Л.В. Кіптела, О.Є. Загоруйко, Д.В. Постольнік, 2009.