

УДК 663.4

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПИВА****Таран В.М., Ліфанова Л.О.**

Національний університет харчових технологій

У представленій роботі показана технологія виробництва безалкогольного пива в цілому, після чого – метод випарювання алкоголю з алкогольного пива. Запропоновано обладнання випарного апарату з природньою циркуляцією, виносним кип'ятильником і сепаратором для розділення пива та парів спирту, яке раніше не використовувалося при виробництві безалкогольного пива, проведений системний аналіз. У подальшій перспективі більш глибокі дослідження з моделюванням процесу деалкоголізації.

**Ключові слова:** деалкоголізація, безалкогольне пиво, переривання бродіння.

**Постановка проблеми.** Був проведений системний аналіз сучасної технології виробництва безалкогольного пива, опрацьовані переваги і недоліки кожного з методів. Сучасно найчастіше використовується метод випарювання. При розгляді лінії виробництва деалкоголізованого пива, слабким місцем даного методу виявилась вакуум-випарна установка, а саме те, що необхідно довгий час витримувати пиво під впливом високих температур.

Глибокий аналіз сучасних конструктивних та технологічних рішень наштовхнув на розгляд нової для харчової промисловості конструкції випарного апарату.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Попри широкий попит на даний вид напоїв, у спеціалізованій літературі технологічний процес виробництва пива описаний поверхнево. Кунце В. описав всі існуючі методи і технологічне обладнання [1].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Дослідження відноситься до пивобезалкогольної галузі. Безалкогольне пиво – напій, отриманий внаслідок деалкоголізації пива, схожий на нього за органолептичними властивостями, в ньому міститься від 0,2 до 1,5% алкоголю. Актуальністю даної теми є те, що безалкогольне пиво набуває все більшого поширення у світі, внаслідок багатьох причин, основна із них – пропаганда здорового способу життя. Відомо, що пиво є досить корисним продуктом. До складу пива входять вода, дріжджі, хміль та со-

лод. Пророщений ячмінь, він же солод, багатий на повільні вуглеводи, рослинні білки і мінеральні солі. У складі хмеля є ферменти, які чинять дезінфікуючий і заспокійливий вплив на організм. При правильному і делікатному виробництві, всі ці якості притаманні і деалкоголізованому пиву.

**Формулювання цілей статті.** Метою є глибокий аналіз сучасних конструктивних та технологічних рішень та розгляд нової для харчової промисловості конструкції випарного апарату, яка підходить для деалкоголізації пива, з подальшим моделюванням процесу деалкоголізації.

**Основний матеріал дослідження.** Існують три методи виробництва безалкогольного пива:

- Переривання бродіння;
- Мембранний;
- Термічний.

**1. Метод переривання бродіння**

Найчастіше виробництво безалкогольного пива базується на видаленні спирту з традиційного алкогольного пива. Проте при методі переривання бродіння ключовим є недопущення утворення спирту, або ж переривання процесу коли концентрація мінімальна.

При перериванні процесу бродіння виникає проблема, а саме: не відбувається зміни смаку сусла на смак пива. У результаті на виході напій схожий на суміш сусла і пива з солодкуватим смаком.

Щоб з самого початку не допустити або знизити ймовірність виникнення такого присмаку, необхідно звертати увагу на наступні моменти:

- початкова екстрактивність сусла має бути 7-8%;
- засип на 8-15% повинен складатися зі світлого карамельного солоду;
- кип'ятіння сусла повинно протікати досить довго, щоб з нього встигли випаритись характерні для сусла ароматичні речовини, особливу увагу необхідно звертати на леткі карбонільні з'єднання (альдегіди), котрі і носять в собі смак сусла;
- повинен бути правильно обраний штамм дріжджів, за критерієм утворення побічних продуктів,
- дуже важливим є момент, в який буде відбуватися розбавлення сусла після закінчення процесу кип'ятіння;
- дуже важливу роль грає величина рН такого пива, при ступені зброджування 10% рН пива буде порядку 6,0 або трохи нижче, що й спричиняє появу суслового смаку.

Спростити цей етап можливо: існують іммобілізовані дріжджі, вони прискорюють процес бродіння, так як збільшується площа контакту клітин з середовищем, стає можливим управління процесом і зупинка у необхідний момент. Дріжджі зафіксовані на носії, це може бути будь що: керамічні буси, целофан, або ж кільця Рашига.

Технологічно є можливість обійти цей етап взагалі, так як він є досить складним і потребує ретельного виконання. На даний час існує багато запатентованих штамів дріжджів, які не дають утворюватися спирту під час бродіння.

При контакті дріжджів з суслом при низьких температурах, утворення спирту залишиться у допустимих нормах, проте буде дещо втраченим смак.

### 2. Мембранний метод

Мембранні методи деалкоголізації пива виконують за допомогою перекачування пива через мембрани з ацетилцелюлози, з проникною здатністю тільки для молекул певних речовин, у нашому випадку – спирту. Широко використовується метод зворотнього осмосу і діалізу.

Зворотній осмос – це спосіб поділу розчинів шляхом їх фільтрування через напівпроникні мембрани, що пропускають розчинник і затримують молекули або іони розчинених речовин.

Пиво після деалкоголізації методом зворотнього осмосу зазнає змін у своєму хімічному складі, так як при видаленні спирту з пива вимиваються також інші компоненти, що мають розміри молекул близькі до води і спирту. Більше того, процес зворотнього осмосу протікає під великим надлишковим тиском, що призводить до збільшення температури пива.

Щодо діалізу, можна відмітити, що тенденція по досягненню рівноваги по обидві сторони мембрани є рушійною силою процесу. Процес відрізняється від осмосу, але молекули вуглеводів, спиртів та ін. проникають через мембрану до досягнення рівноваги, без всякого впливу тиску і при низькій температурі [2].

### 3. Термічний метод

Термічний метод деалкоголізації базується на випарюванні алкоголю з пива, шляхом нагрівання. Відомо, що температура кипіння води 100°C, а спирту 78,37°C, тому при нагріванні спочатку почне випаровуватися спирт. Проте високі температури чинять доволі таки негативний вплив на смакові якості пива, тому що разом зі спиртом

випаровуються деякі екстрактивні складові, що в подальшому відображається на смаку. Для того щоб зменшити вплив температур на продукт знижують тиск. Усім відомим є факт того, що температура кипіння рідини залежна від тиску. При деалкоголізації пива під вакуумом, в розрідженому просторі при абсолютному тиску від 0,04 до 0,2 бар, можливо досягти температур випаровування у межах від 30°C до 55°C, що чинить на пиво делікатніший вплив і майже не змінює його смакових характеристик. Проте, слід пам'ятати про те, що випарювання слід виконувати поетапно з технологічними паузами, аби запобігти довгому перебуванню пива в несприятливому для нього середовищі.

Щоб досягти певного вирівнювання смаку, вміст спирту знижують до 0,3% об., а потім піднімають до дозволених 0,5% об. шляхом додавання пива на стадії молодого пива або готового до розливу пива. Ароматичні речовини знову потрапляють в пиво і частково вирівнюють смак.

Сучасно найчастіше використовується метод випарювання. При розгляді лінії виробництва деалкоголізованого пива, слабким місцем даного методу виявилась вакуум-випарна установка, а саме необхідність того, що шкідливо витримувати довгий час пиво під впливом високих температур, тому процес проходить наступним чином: Під впливом відцентрових сил пиво тонким шаром протікає між тарілками відцентрового вакуумно-випарного апарату і нагрівається насиченою парою, що подається в подвійну стінку відцентрового випарника. Спирт випаровується, в той час як частково деалкоголізоване пиво видавлюється назовні і відводиться через розподільну шайбу.

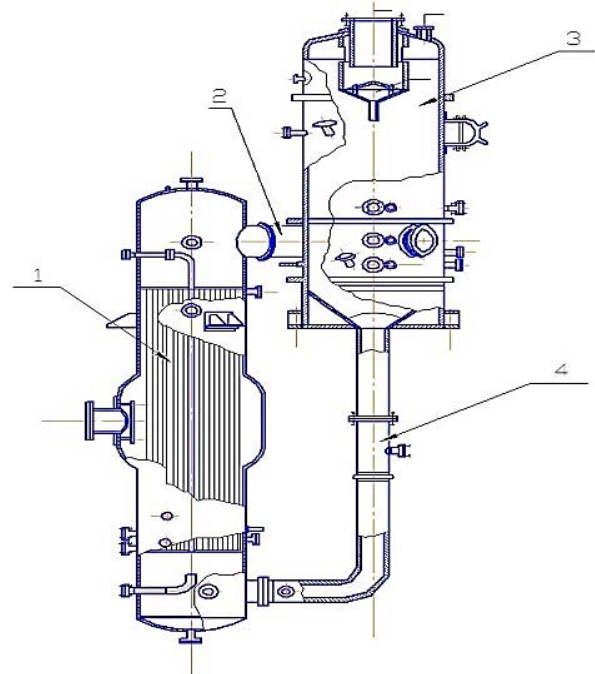


Рис. 1. Випарний апарат

У даній системі працюють під вакуумом при температурі 30-34°C, щоб чинити на продукт якомога делікатний вплив. Весь процес займає менше 10 с, але повинен бути повторений кілька разів.

Запропонований апарат має виносний кип'ятильник 1 і сепаратор 3. У кип'ятильнику,

Таблиця 1

**Переваги і недоліки методу переривання бродіння**

Метод переривання бродіння	
Переваги	Недоліки
Пиво не піддається термічній обробці	Складність дотримання технології
	Смак сусла у безалкогольному пиві

Таблиця 2

**Переваги і недоліки мембранного методу**

Мембранний метод	
Переваги	Недоліки
Зберігається смак та властивості пива	Пиво зазнає змін у своєму хімічному складі, так як при видаленні спирту з пива вимиваються також інші компоненти, що мають розміри молекул близькі до води і спирту.
	Процес зворотнього осмосу протікає під великим надлишковим тиском, що призводить до збільшення температури пива
	Найдорожчий із методів

Таблиця 3

**Переваги і недоліки термічного методу**

Термічний метод	
Переваги	Недоліки
Оптимальний варіант поєднання ціна-якість	Пиво піддається впливу низького тиску та високих температур
Досить простий метод з технологічної точки зору	Необхідний час, на охолодження пива, під час технологічних пауз

що складається з пучка труб, що обігріваються зовні паром, утворюється парорідинна суміш, що надходить в сепаратор по трубі 2. У сепараторі відбувається відділення парів спирту від рідини, яка по циркуляційній трубі 4 повертається в кип'ятильник і охолоджується за рахунок холодної рубашки з розсолом. Труби кип'ятильника можуть досягати значної довжини (до 7 м), що сприяє інтенсивній циркуляції. Зі збільшенням довжини труб зростає різниця мас парорідинної суміші в них і рідини в циркуляційній трубі. Розташування кип'ятильника окремо від сепаратора зручно для ремонту і чищення труб. Можливо до сепаратора приєднати два або більше кип'ятильників, з яких один

можна вимкнути для ремонту або очищення, не зупиняючи всього апарату.

**Висновки з даного дослідження.** Глибокий аналіз сучасних конструктивних та технологічних рішень наштовхнув на розгляд нової для харчової промисловості конструкції випарного апарату, яка підходить для деалкоголізації пива. Випарний апарат з природньою циркуляцією, виносним кип'ятильником і сепаратором для розділення пива та парів спирту замінює сучасне випарне обладнання та виграє на його фоні за рахунок економічності, оптимальності та ергономічних показників. Доцільним є дослідження та використання даного обладнання на виробництві, а також подальший розгляд технології.

**Список літератури:**

1. Кунце В. Технологія солоду і пива. пер. с нім. – СПб изд-во «Профессия», 2009. – 912 с.
2. Оганнисян В. Г. Мембранные методы деалкоголизации пива / Оганнисян В. Г., Петрова Н. А., Тамазян Г. А. // Мир пивоварения. – 2011. – № 3 (2). – С. 13-21.
3. Ахназарова С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии // С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1985. – 319 с.
4. Балашов В. Е. Справочник по производству безалкогольных напитков / В. Е. Балашов. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 368 с.
5. Бемфорт Ч. Новое в пивоварении / Ч. Бемфорт. Издательство «Профессия» Санкт-Петербург, 2009. – 520 с.
6. Глазер В. Как произвести хорошее безалкогольное пиво / В. Глазер // Пиво и напитки, 2003. – № 2. – С. 22-24.
7. Кавецкий Г. Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г. Д. Кавецкий, Б. В. Васильев. – М.: Колос, 1999. – 551 с.
8. Колчева Р. А. Химико-технологический контроль пиво-безалкогольного производства / Р. А. Колчева, К. А. Калуняц. – М.: Агропромиздат, 1988. – 290 с.

**Таран В.М., Лифанова Л.О.**

Национальный университет пищевых технологий

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПИВА**

### **Аннотация**

В представленной работе были рассмотрены технологии производства безалкогольного пива в целом, после чего остановились на методе выпаривания алкоголя из алкогольного пива, так как он является оптимальным симбиозом цены, вкуса и качества. Предложено оборудование испарительного аппарата с естественной циркуляцией, выносным кипятильником и сепаратором для разделения пива и паров спирта, которое ранее не использовалось при производстве безалкогольного пива, проведен системный анализ. В дальнейшей перспективе более глубокие исследования с моделированием процесса деалкоголизации.

**Ключевые слова:** деалкоголизация, безалкогольное пиво, прерывание брожения.

**Taran V.M., Lifanova L.O.**

National University of Food Technologies

## **SYSTEM ANALYSIS PRODUCTION TECHNOLOGY OF NON-ALCOHOLIC BEER**

### **Summary**

In this work were considered non-alcoholic beer production technology in general, and then stopped and started explores the method of evaporating the alcohol from alcoholic beer. Thermal method is the optimum symbiosis of price, taste and quality. The proposed equipment evaporative unit with natural circulation, external reboiler and a separator for separating beer and alcohol vapour. This apparatus had not been used in the production of non-alcoholic beer. In the longer term, will be more in-depth research with the modelling process dealcoholation.

**Keywords:** dealcoholation, non-alcoholic beer, interruption of fermentation.