

УДК 663.126.001.57

Люлик В.Л., Сидоров Ю.І., Новіков В.П., Влязло Р.Й.
ДУ “Львівська політехніка”, кафедра ТБСНБ

РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КСІА ТА ПОРІВНЯННЯ ЇЇ З ДІЮЧИМ ВИРОБНИЦТВОМ

©Люлик В.Л., Сидоров Ю.І., Новіков В.П., Влязло Р.Й., 2000

Розрахована модель ферментаційного відділення виробництва хлібопекарських дріжджів потужністю 120 тонн за добу з подачею повітря струминно-інжекційним методом. Показано, що концентрацію дріжджів у культуральній рідині можна підняти до 322 кг/м³, що дає можливість скоротити об'єм апаратури в 3-4 рази і збільшити рентабельність.

Is designed a model branch of fermentation of production of yeast by power of 120 tons per day with submission of air by jet-injected method. Is shown, that the concentration of yeast in a liquid can be lifted up to 322 kg/m³, that gives possibility to reduce volume of the equipment in 3-4 times and to increase profitability.

Не дивлячись на те, що потреба в хлібопекарських дріжджях в основному задовольняється діючими потужностями, роботи в галузі створення нових технологій, удосконалення існуючих продовжуються і залишаються актуальними. Тим більше, що хлібопекарські дріжджі можуть використовуватись не тільки за прямим призначенням, але й як джерело білка, вітамінів та інших цінних речовин у харчуванні людини, як каталітичний комплекс в органічному синтезі (наприклад, у процесах біоконверсії кетонів у вторинні спирти) тощо.

Один з напрямів підвищення ефективності виробництв – створення технологій одержання культуральних рідин (КР) з дуже високою концентрацією дріжджів. Використання звичайних ферментерів типу ВДА дозволяє одержувати КР з концентрацією дріжджів не більше 100...120 кг/м³ (тут і далі концентрації дріжджів наведені в перерахунку на пресовані дріжджі з вмістом абсолютно сухої біомаси 25 %). Це пов'язано з неможливістю досягнення високих об'ємних коефіцієнтів масопередачі по кисню. На наш погляд, видатних успіхів досягнуто в технології, яка була розроблена на початку 90-х років у С.-Петербурзьському інституті холодильної промисловості [1, 2]. Завдяки тому, що аераційний кисень у КР подається інжекційним методом у кожухотрубних струминно-інжекційних апаратах (КСІА) концентрацію дріжджів можна підняти до 435 кг/м³. Це дозволяє в 3-4 рази збільшити продуктивність дріжджевиросувальних апаратів. Коефіцієнт масопередачі по кисню в КСІА досягає 9,5...12 кг О₂/м³ год (1,5-3 в апаратах ВДА). Ступінь утилізації кисню досягає 25...28 % (5...10 % в апаратах ВДА).

Оскільки ця технологія відпрацьована лише в лабораторних умовах та на пілотній установці з робочим об'ємом апаратів від 27 до 40 дм³, було цікаво розробити модель

повномасштабного виробництва потужністю 120 тонн пресованих дріжджів за добу і порівняти показники цієї моделі з діючими виробництвами.

За основну характеристику прийняли концентрацію дріжджів в КР близькою до 300 кг/м^3 . Принцип дії апарата збережено. Розрахунок матеріальних балансів проведено шляхом складання і вирішення інтегральних стехіометричних рівнянь [3]. Не дивлячись на те, що в експерименті ступінь конверсії досягала 100 %, для розрахунків прийняли 85 % (для першої та другої стадій вирощування дріжджів) та 95 % для останньої.

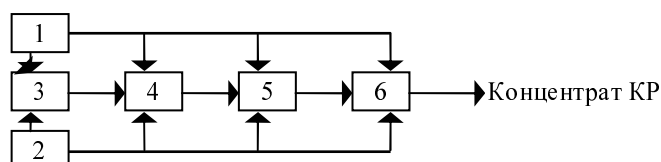


Рис.1. Блок-схема модельного виробництва.

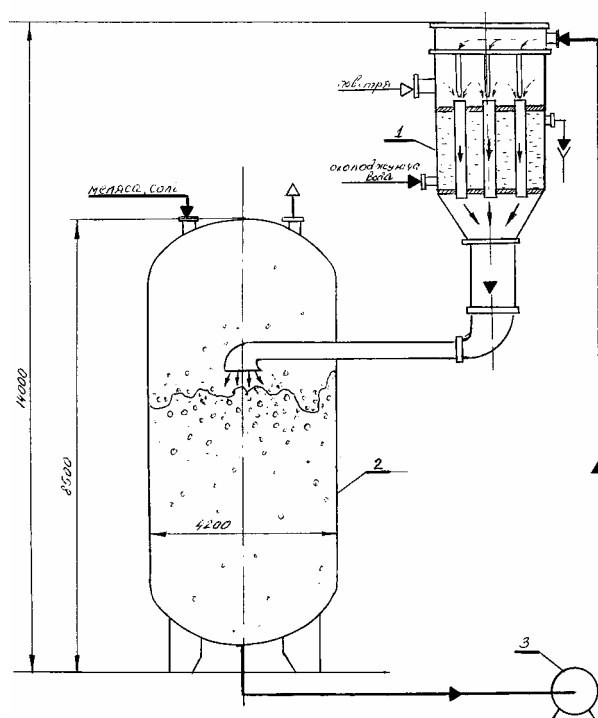


Рис.2. Принципова схема конструкції КСІА.

1 – кожухотрубний інжектор, 2 – приймальна ємкість об'ємом 125 м^3 , 3 – циркуляційний насос.

В блоці апаратури (рис.1) 1 мелясу з вмістом цукру 48 % розбавляють до концентрації цукру 25 %, нагрівають гострою парою до $95 \text{ }^\circ\text{C}$, витримують 1,5 години (цей процес ведуть у двох поперемінно діючих апаратах), відкачують, перепускаючи розбавлену мелясу через теплообмінник, (в якому вона нагрівається до $125 \text{ }^\circ\text{C}$), витримувач, (в якому гаряча меляса витримується біля 15 с), холодильник (в якому стерильна гаряча меляса охолоджується до $80 \text{ }^\circ\text{C}$), кларифікатори (в яких відділяється осад). Освітлена стерильна гаряча меляса надходить у буферну ємкість, з якої за потребою її забирають насосом, перепускають через холодильник, в яких вона охолоджується до $33 \text{ }^\circ\text{C}$, і спрямовують у дріжджевирощувальну апаратуру. В блоці апаратури 2 готують розчини підживлюючих солей (діамонійсульфату, діамонійфосфату, хлориду калію, сульфату магнію семиводного, кукурудзяного екстракту), а також піногасник. У дріжджевирощувальні апарати розчини солей надходять за допомогою плунжерних насосних агрегатів типу НД. В блоці 3 готують суспензію посівних дріжджів, використовувачи готові маточні дріжджі, які повинні зберігатись у вигляді пресованих дріжджів в складських холодильниках при $0 \text{ }^\circ\text{C}$. У блоці 4 проводять першу стадію вирощування дріжджів приточним методом, використовувачи один КСІА. Концентрація дріжджів за 13 годин притоку зростає з $19,2 \text{ кг/м}^3$ до 118 кг/м^3 . Одержану КР передають на блок з двох КСІА 5, в яких продовжується приток меляси і розчинів живильних солей. Концентрація дріжджів за 13 годин притоку зростає зі 118 до 257 кг/м^3 . Далі КР передають на блок 6, що складається з

чотрьох КСІА. За 13 годин притоку концентрацію дріжджів піднімають до 322 кг/м^3 . В останній блок входять також сепаратори, за допомогою яких одержують концентрат дріжджів. Всі блоки працюють як незалежні періодичні виробництва з періодом технологічної стадії 18 годин.

Проведені конструкторські розрахунки КСІА (рис.2). За суттю кожухотрубний інжектор є вертикальним кожухотрубним теплообмінником. Циркуляційним насосом КР подають у верхню частину теплообмінника і через спеціальні сопла розподіляють по трубах, вмонтованих у трубну решітку. Всього таких труб, що мають зовнішній діаметр 80 мм – 217. Самоплином КР проходить труби, засмокчуючи повітря. Оскільки в міжтрубний простір подається охолоджуюча вода, в приймальну ємкість КР надходить охолодженою до $33 \text{ }^\circ\text{C}$. Циркуляційний насос розрахований на звільнення усього вмісту ємкості не більше, ніж за 60 с. (Встановлені циркуляційні насоси Д6300-27 продуктивністю $1,75 \text{ м}^3/\text{с}$, що використовуються на АЕС).

Детальні розрахунки, схеми, креслення наведені в магістерській кваліфікаційній роботі: Люлик В.Л. “Розробка та апаратурне оформлення одержання хлібопекарських дріжджів у висококонцентрованої культуральної рідини”. Львів: ДУ “Львівська політехніка”, кафедра ТБСНБ, 1999 (на правах рукопису).

Основні характеристики виробництва

| | |
|---|---------------|
| Кількість дріжджевищувальних апаратів..... | 7 (18) |
| Згальний об'єм апаратів, м^3 | 875 (2250) |
| Виробнича площа, зайнята дріжджевищувальною апаратурою, м^2 | 1890 (~ 5000) |
| Енерговитрати, $\text{кВт}\times\text{год}/\text{тонна АСБ}$ | 2,6 (1,3÷1,7) |
| Цехова собівартість, $\text{грн}/\text{тонна пресованих дріжджів}$ | 534,8 (761,3) |

(в дужках – показники діючого виробництва)

Виявлено, що основними перевагами спроектованої моделі є компактність виробництва, а відтак менші капіталовкладення в апаратуру, будівлю, контрольно-вимірювальну апаратуру, амортизаційні витрати, витрати охолоджуючої води, аераційного повітря, відсутність компресійної апаратури. Водночас встановлення надпотужних циркуляційних насосів приводить до збільшення питомих енерговитрат, хоча і при цьому рентабельність виробництва збільшується. Крім того, у спеціалістів викликає сумнів, що використання КСІА не ускладнить підтримку належної стерильності виробництв

1. Тишин В.Б., Новоселов А.Г., Анисимов С.А. *Культивирование хлебопекарных дрожжей в высококонцентрированных средах // В сб.: Машины, агрегаты, процессы и аппараты пищевой технологии / Ленингр. технол. ин-т холод. пром-сти. Л., 1990. С.22-27. 2. А. с. 1214180 СССР. Струйно-инжекционный сатуратор / В.Б.Тишин, Н.В.Авакян, С.Х.Ибрагимов, А.Г.Новоселов. Открытия. Изобрет. 1989. № 3. 3. Сидоров Ю.И., Лубенець В.И., Картофлицька А.П. *Складання інтегральних стехіометричних рівнянь біотехнологічних процесів і основних матеріальних балансів. Приклади розрахунків: Метод. вказівки. Львів, 1995. 19 с.**