

УДК 663.123 (045)

**В.В. Рідкоус, к.т.н.  
Е.В. Кондратенко, студ.****ЗАЛЕЖНІСТЬ БРОДИЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ СУХИХ ПИВОВАРНИХ ДРІЖДЖІВ  
РАСИ SAFBREW S-33 ВІД УМОВ ЇХ ПІДГОТОВКИ**

*Розглянуто способи підготовки сухих пивоварних дріжджів раси Safbrew S-33 для виробничих потреб, з метою досягнення ними максимальної бродильної активності.*

*In this research article there is the examination of kinds of ways for preparation of dry brewer's yeast of Safbrew S-33 race for production needs with the aim for yeast to reach the maximum of fermentation activity.*

**пиво, пивоваріння, бродильна активність, сухі пивоварні дріжджі, *Saccharomyces cerevisiae* Safbrew S-33****Вступ**

Пиво відоме людству близько 4800 років і сьогодні є одним із найбільш уживаних слабоалкогольних харчосмакових напоїв.

Поряд з водою, ячмінним солодом та хмелем дріжджі є основною сировиною для виробництва пива.

Пивоварні дріжджі являють собою одноклітинні мікроорганізми (недосконалі гриби), які розвиваючись в охмеленому суслі без доступу кисню повітря (в стадії бродіння) утворюють із цукрів сусла етиловий спирт, вуглекислий газ та ароматичні продукти обміну речовин, перетворюючи таким чином пивне сусло в пиво.

Близько 200 смакових речовин пива формується за рахунок життєдіяльності дріжджів.

На сьогодні все більшу популярність у світі, в тому числі в Україні, набуває створення мініпивоварень продуктивністю від 250 до 1000 л пива на добу. Мініпивоварні займають площі від 50 до 200 м<sup>2</sup> і, як правило, розташовуються в допоміжних приміщеннях ресторанів, барів та торговельних центрів. Оскільки в таких приміщеннях буває важко виконати всі вимоги для створення відділення чистої культури дріжджів, зручно використовувати сухі культури дріжджів, які легко приготувати в умовах мініпивоварні.

**Аналіз досліджень і публікацій**

Головною характеристикою виробничих дріжджів є їх висока бродильна активність та мікробіологічна чистота [1].

На підтримання цих показників дріжджів і спрямована робота мікробіолога на великому пивоварному виробництві. Але в умовах мініпивоварні одним із дієвих заходів по підтриманню вищезазначених показників є використання для першої генерації бродіння сухих пивоварних дріжджів.

Дріжджі є живими організмами, тому вкрай необхідно знати способи їх приготування, з метою відновлення їх максимальної бродильної активності [2].

Першим етапом приготування сухих пивоварних дріжджів є їх регідрація – процес обводнення дріжджових клітин з метою відновлення їх життєдіяльності.

На другому етапі – активної життєдіяльності дріжджів, повинні бути створені такі умови, при яких обмін речовин у дріжджових клітинах спрямовується бродінням, здійснюючи тим самим інтенсивне заброджування пивного сусла.

Поділ приготування дріжджів на етапи є доволі умовним, оскільки вже на стадії регідрації дріжджів закладається і механізм обміну речовин в дріжджових клітинах.

Джордж Клейтон Коул, технічний директор Американської дріжджової компанії, рекомендує, повільно помішуючи, висипати сухі дріжджі у воду з температурою 38–41 °С, витримати 15–20 хв, після чого температуру регідратованих дріжджів довести до температури сусла та додати дріжджі у насичене киснем сусло.

Виробник дріжджів Coopers рекомендує регідратувати дріжджі шляхом розведення у теплій воді. Далі дріжджі, не перемішуючи, необхідно витримати 15 хв, після чого ретельно перемішати та через 5 хв задалі у сусло.

Компанія Lallemand/Danstar рекомендує регідратувати сухі дріжджі, розсипаючи їх по поверхні стерилізованої води при гідромодулі 1:10 та температурі 30-35 °С. Фірма не рекомендує використовувати дистильовану воду або сусло, оскільки це може знизити життєздатність дріжджів. Дріжджі не розмішуючи необхідно залишити на поверхні води на 15 хв, після чого ретельно перемішати і знову залишити на 10 хв.

Температуру дріжджової суспензії необхідно знижувати до температури сусла, вносячи порціями сусло 1 раз на 5 хв. Не рекомендується чекати на природне остигання дріжджової суспензії, оскільки це може призвести до появи мутованих клітин і стати причиною неповного зброджування сусла та небажаних присмаків.

Сухі дріжджі містять достатню кількість запасних вуглеводів та ненасичених жирних кислот, тому немає потреби аерувати сусло, щоб почати активне розмноження дріжджових клітин [2].

### Виклад основного матеріалу

Об'єктом наших досліджень були сухі пивоварні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси Safbrew S-33 виробництва французької фірми Fermentis корпорації Lesaffre.

**Мета** дослідження – виявлення впливу різних способів підготовки сухих пивоварних дріжджів раси Safbrew S-33 на їх бродильну активність.

Згідно з паспортом на дріжджі, температура бродіння дріжджів раси Safbrew S-33 становить 15–24 °С.

Визначення бродильної активності дріжджів проводили на лабораторній установці, яка являє собою скляну пляшку об'ємом 500 см<sup>3</sup> з гвинтовою пробкою, під'єднаною за допомогою гнучкого шланга до манометра – мембранного напороміра з максимальним тиском 1000 кгс/м<sup>2</sup>.

У пляшку наливали 380 см<sup>3</sup> чисто солодового охмеленого сусла з масовою концентрацією сухих речовин у суслі 10 %, куди доливали 20 см<sup>3</sup> суспензії регідратованих дріжджів та перемішували.

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при зброджуванні дріжджами цукрів сусла на стадії його заброджування визначали за зростанням тиску у вільному об'ємі пляшки. Секундоміром фіксували час зростання тиску в пляшці за оцифрованими значеннями шкали манометра, а при досягненні максимального значення тиску за шкалою манометра, надлишковий тиск вуглекислого газу з пляшки швидко випускали в атмосферу, відкручуючи пробку пляшки на 1–2 с, і, не зупиняючи секундомір, фіксували нове наростання тиску вуглекислого газу в пляшці з “нуля” шкали манометра.

Для кожного досліді проводили 10–12 таких замірів, після чого проводили обробку первинних результатів досліді, перераховуючи тиск в об'єм виділеного CO<sub>2</sub> на 1 г сухих дріжджів:

$1000 \text{ кгс/м}^2 = 28,5 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$ .

Динаміку виділення CO<sub>2</sub> від тривалості бродіння сусла показано на рис. 1–3.

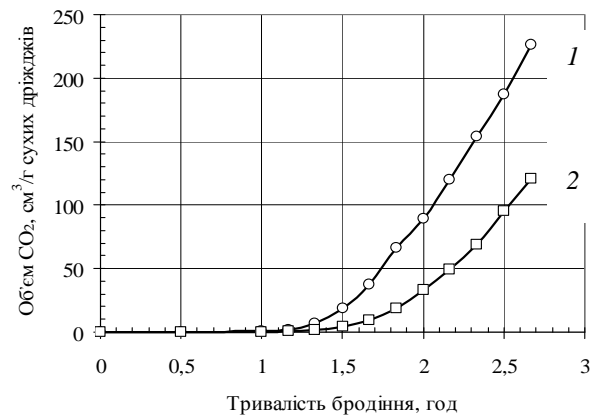


Рис. 1. Залежність бродильної активності сухих пивоварних дріжджів від середовища регідратації:

- 1 – регідратація у суслі;
- 2 – регідратація у воді

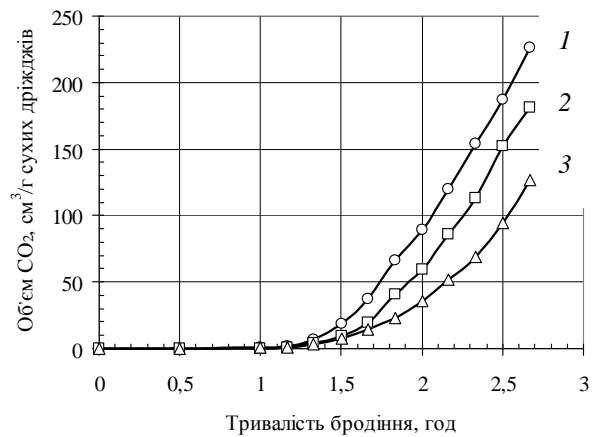


Рис. 2. Залежність бродильної активності сухих пивоварних дріжджів від впливу фізичних факторів при їх регідратації:

- 1 – за рекомендацією фірми-виробника;
- 2 – інтенсивне механічне перемішування;
- 3 – перемішування за допомогою ультразвуку

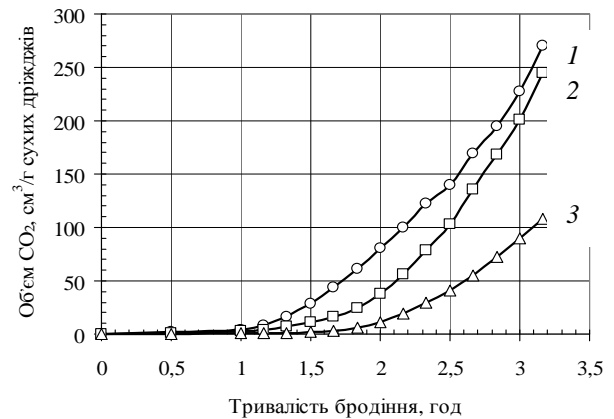


Рис. 3. Залежність бродильної активності сухих пивоварних дріжджів від впливу розчинених у суслі газів:

- 1 – вуглекислий газ;
- 2 – аргон;
- 3 – повітря (кисень)

Норма задачі сухих дріжджів становила 2,0 г на 400 см<sup>3</sup> сусла і відповідала рекомендаціям фірми-виробника по задачі сухих дріжджів у зброджуване сусло на пивзаводі.

Для достовірності результатів дослідів кожен експеримент повторювали 11 разів [3]. На рис. 1–3 показано середньозважені значення 11 дослідів.

Регідратацію сухих дріжджів проводили за рекомендаціями фірми-виробника при гідромодулі 1:10. По поверхні 20 см<sup>3</sup> води чи сусла тонким шаром розсипали 2,0 г сухих дріжджів, витримували 30 хв для зволоження, перемішували, ще витримували 30 хв та після повторного перемішування додавали в сусло.

Регідратацію та визначення бродильної активності дріжджів проводили при температурі 20,0 °C. Було проведено три серії експериментів.

У першій серії експериментів було поставлено за мету виявити вплив середовища при регідратації дріжджів на їх бродильну активність.

Для регідратації сухих дріжджів використовували прокип'ячену водопровідну воду (на якій готували і сусло) або чисто солодове охмелене сусло з масовою концентрацією сухих речовин 10 %.

Хід регідратації сухих дріжджів та визначення їх бродильної активності проводили за описаною методикою.

Як видно з результатів експериментів (рис. 1), бродильна активність дріжджів після їх регідратації у воді (крива 2) була нижча, ніж при регідратації у суслі (крива 1). Це, можливо, пов'язано з більшою величиною осмотичного тиску при регідратації дріжджів у воді, наслідком якого є більш швидке проникнення води всередину дріжджових клітин, та отримання ними більш сильного шоку, що й призводить до зниження їх бродильної активності.

Навпаки, при обводненні дріжджових клітин у суслі бродильна активність дріжджів була вищою. Це може бути пов'язано з меншою швидкістю проникнення води всередину дріжджових клітин з сусла.

Для перевірки гіпотези була поставлена серія експериментів.

У другій серії експериментів було поставлено за мету виявити вплив фізичних факторів при регідратації дріжджів (для інтенсифікації обводнення дріжджових клітин) на їх бродильну активність. Для регідратації сухих дріжджів використовували чисто солодове охмелене сусло з масовою концентрацією сухих речовин у суслі 10 %.

Під час регідратації перемішування дріжджової суспензії здійснювали або вище наведеним рекомендованим фірмою-виробником способом, або зразу ж після внесення сухих дріжджів у сусло, відповідно через 30 і 60 хв від початку їх внесення, як механічним способом, так і ультразвуком.

Визначення бродильної активності дріжджів проводили за описаною методикою.

Як видно з результатів експериментів (рис. 2), бродильна активність дріжджів при їх регідратації рекомендованим фірмою-виробником способом (крива 1) була вища, ніж при інтенсивному механічному перемішуванні (крива 2), а тим більше – при перемішуванні ультразвуком (крива 3). З наведених двох серій експериментів випливає, що будь-яка інтенсифікація процесу обводнення сухих дріжджових клітин на стадії регідратації (за рахунок середовища, чи фізичної дії), однозначно призводить до зниження їх бродильної активності.

У третій серії експериментів було поставлено за мету виявити вплив розчинених у суслі газів на бродильну активність дріжджів. Для регідратації використовували чисто солодове охмелене сусло з масовою концентрацією сухих речовин у суслі 10 %, а саму регідратацію сухих дріжджів проводили рекомендованим фірмою-виробником способом.

Визначення бродильної активності дріжджів проводили за описаною методикою, причому, 380 см<sup>3</sup> охолодженого і налитого в скляну пляшку сусла попередньо насичували киснем повітря, вуглекислим газом або аргоном при тонкому розпиленні відповідного газу за допомогою титанового розпилювача та інтенсивному перемішуванні сусла до повного його насичення відповідним газом протягом 15–20 хв при витраті газу 380 см<sup>3</sup>/хв.

Як видно з результатів експериментів (рис. 3), бродильна активність дріжджів при насиченні сусла киснем повітря при його розброджуванні була найнижчою (крива 3), а при насиченні вуглекислим газом – найвищою (крива 1).

Для чистоти експерименту і створення тільки анаеробних умов сусло насичували інертним газом аргоном (крива 2). При цьому бродильна активність дріжджів була вищою, ніж при насиченні сусла киснем повітря, але нижчою, ніж при насиченні сусла вуглекислим газом. Це є доказом того, що вуглекислий газ не тільки запускає процес обміну речовин дріжджових клітин по шляху бродіння, але і як кінцевий метаболіт анаеробіозу, додатково стимулює цей процес.

## Висновки

Досягненню високої бродильної активності сухих пивоварних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси Safbrew S-33 на стадії заброджування сусла у виробництві пива сприяють такі способи їх підготовки при температурі заброджування сусла.

1. Регідrataцію сухих дріжджів бажано проводити в суслі, яке в подальшому буде зброджуватись цими дріжджами.
2. Обводнення дріжджових клітин потрібно здійснювати природним шляхом, розсипаючи сухі дріжджі по поверхні сусла.

3. Заброджування сусла необхідно проводити без його попередньої аерації.

## Література

1. *Нарцисс Л.* Краткий курс пивоварения / Людвиг Нарцисс / пер. с нем. А. А. Куреленкова. – СПб.: Профессия, 2007. – 640 с.
2. *Клейтон Коун Д.* Секретная история о сухих дрожжах / Коун Д. Клейтон, Т. Томпкинс, Т. Фишборн // *Zymurgy*. – 1993. – Vol. 22, No 2. – P. 28–35.
3. *Колчева Р.А.* Достижения в технологии солода и пива / Р.А. Колчева. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 360 с.
4. *Жвирблянская А. Ю.* Дрожжи в пивоварении / А. Ю. Жвирблянская, В. С. Исаева. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 247 с.

Стаття надійшла до редакції 02.02.09.