

УДК 663.45

Харандюк Т. В., аспірант, **Косів Р. Б.**, к. т. н., доцент,
Березовська Н. І., к. х. н., доцент, **Паляниця Л. Я.**, к. х. н., доцент ©
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДРІЖДЖОВИХ КЛІТИН НА ЗБРОДЖУВАННЯ ВИСОКОГУСТИННОГО ПИВНОГО СУСЛА

Досліджено вплив концентрації дріжджових клітин на швидкість бродіння та ступінь збродження пива за участю низового штаму пивних дріжджів *Saflager W-34/70*. Визначено фізико-хімічні показники молодого пива, отриманого при досліджуваних концентраціях дріжджів.

Виявлено, що при внесенні 22,5–50 млн. клітин на 1 см³ швидкість бродіння сусла відрізнялась незначно та була вищою, ніж при нормах внесення дріжджів 15 і 7,5 млн. клітин на 1 см³, за яких збільшувалась тривалість затримки бродіння. При збільшенні концентрації дріжджів від 7,5 до 15 млн. клітин в 1 см³ вміст етанолу в молодому пиві та ступінь його збродження збільшувались несуттєво. При нормі внесення 22,5 млн. клітин на 1 см³ спостерігали утворення максимальної кількості етанолу та досягнення максимального значення ступеня збродження. При підвищенні концентрації до 30 і 50 млн. клітин в 1 см³ ці показники були незначно нижчими. При всіх досліджуваних нормах внесення дріжджів, крім 7,5 млн. клітин на 1 см³, вміст віцинальних дікетонів був в межах норми для пива перед стадією добродження та дозрівання.

Встановлено, що для збродження 16 %-го пивного сусла з адекватною швидкістю та отримання молодого пива з відповідними фізико-хімічними показниками оптимальна норма внесення дріжджів становить 22,5 млн. клітин на 1 см³ сусла.

Ключові слова: пиво, дріжджі низового бродіння, високогустинне пивоваріння, концентрація дріжджових клітин, інтенсифікація бродіння.

УДК 663.45

Харандюк Т. В., аспірант, **Косів Р. Б.**, к. т. н., доцент,
Березовская Н. И., к. х. н., доцент, **Паляныця Л. Я.**, к. х. н., доцент
Национальный университет «Львовская политехника», м. Львов, Украина

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК НА СБРАЖИВАНИЕ ВЫСОКОПЛОТНОГО ПИВНОГО СУСЛА

Исследовано влияние концентрации дрожжевых клеток на скорость брожения и степень сбраживания пива с участием низового штамма пивных дрожжей *Saflager W-34/70*. Определены физико-химические показатели молодого пива, полученного при исследуемых концентрациях дрожжей.

Вывявлено, что при внесении 22,5–50 млн. клеток на 1 см³ скорость брожения сусла отличалась незначительно и была выше, чем при нормах внесения дрожжей 15 и 7,5 млн. клеток на 1 см³, при которых увеличивалась продолжительность задержки брожения. При увеличении концентрации дрожжей от 7,5 до 15 млн. клеток в 1 см³ содержание этанола в молодом пиве и степень его сбраживания увеличивались незначительно. При норме внесения 22,5 млн. клеток на 1 см³ наблюдали образование максимального количества этанола и достижение максимального степени сбраживания. При повышении концентрации до 30 и 50 млн. клеток в 1 см³ эти показатели были незначительно ниже. При всех исследуемых нормах внесения дрожжей, кроме 7,5 млн. клеток на 1 см³, содержание вицинальных дикетонов было в пределах нормы для пива перед стадией дображивания и созревания.

Установлено, что для сбраживания 16%-го пивного сусла с адекватной скоростью и получения молодого пива с соответствующими физико-химическим

показателям оптимальная норма внесения дрожжей составляет 22,5 млн. клеток на 1 см³ сусла.

Ключевые слова: пиво, дрожжи низового брожения, высокоплотное пивоварения, концентрация дрожжевых клеток, интенсификация брожения.

UDC 663.45

Kharandiuk T. V., PhD student, **Kosiv R. B.**, PhD, Associate Professor, **Berezovska N. I.**, PhD, Associate Professor, **Palianytsia L. Ia.**, PhD, Associate Professor
National University «Lviv Polytechnic», Lviv, Ukraine

EFFECT OF CONCENTRATION OF YEAST CELLS ON THE FERMENTATION OF HIGH GRAVITY BEER WORT

The effect of the concentration of yeast cells on fermentation rate and the degree of beer fermentation involving lager brewing yeast strain Saflager W-34/70 was studied. physical and chemical characteristics of the young beer obtained with studied concentrations of yeasts were determined.

It was found that the fermentation rate of wort with the yeast pitching rate of 22,5–50 million cells per 1 cm³ differed slightly and was higher than with the pitching rate of 15 and 7,5 million cells in 1 cm³, which increased the delay of fermentation. With the increasing of yeast cells concentrations in the wort at the start of fermentation from 7,5 to 15 million cells in 1 cm³, content of ethanol in young beer and its degree of fermentation were increased slightly. Pitching rate of 22,5 million cells per 1 cm³ stimulated the formation of the maximum quantity of ethanol and achieving the maximum degree of fermentation. When the yeast concentration increased to 30 and 50 million cells in 1 cm³ these parameters were slightly lower. At all investigated pitching rates of yeast, except 7,5 million cells per 1 cm³, the content of vicinal diketones was in the normal range for young beer before the maturation stage.

It was established that to achieve the fermentation of 16 % beer wort with adequate fermentation rate and to get the young beer with relevant physico-chemical parameters, the optimal pitching rate is 22,5 million cells per 1 cm³ of wort.

Key words: beer, lager brewing yeast, high gravity brewing, concentration of yeast cells, the intensification of fermentation.

Вступ. Для нарощування потужності пивоварних виробництв у даний час вводять технологічні зміни в класичну технологію пива, прискорюючи такі технологічні операції, як фільтрацію, бродіння, доброджування. Можливість пришвидшити ферментацію – це питання, яке постійно цікавить пивоварів.

Процес бродіння починається з введення дріжджів у початкове сусло. Від норми внесення дріжджів залежать швидкість бродіння та ступінь зброджування [1]. Підвищення норми внесення дріжджів – найпростіший спосіб пришвидшити бродіння без негативних наслідків.

Актуальність теми. Одним із сучасних методів підвищення ефективності виробництва пива є зброджування сусла з високою концентрацією сухих речовин – високогустинне пивоваріння (ВГП). Його переваги – зменшення витрат енергоносіїв, ефективніше використання обладнання, зменшення собівартості пива, підвищення продуктивності виробництва [2].

Зниження бродильної активності дріжджів в умовах високогустинного пивоваріння внаслідок впливу стресових умов середовища на дріжджові клітини може нівелювати позитивний економічний ефект ВГП [3, 4]. Для подолання такого недоліку слід вжити заходів, які дозволяють збільшити швидкість бродіння, зокрема збільшити норму внесення дріжджів [7].

Кількість внесених дріжджів повинна бути такою, щоб при початковій температурі сусла 5–6 °С перші ознаки бродіння з'явилися протягом 12–16 год. Звичайна норма внесення дріжджів ставить приблизно 15 млн. клітин в 1 см³. Така норма внесення дріжджів може бути знижена в біологічно чистому суслі та за вищих

температур сусла при внесенні дріжджів. Підвищена норма рекомендована для сусла, сильно інфікованого термобактеріями, для холодніших бродильних цехів і неізолюваних бродильних резервуарів.

На норму внесення дріжджів впливає їх фізіологічний стан. Тривале зберігання дріжджів потребує збільшення їх дозування. У сусло для темного, густого та міцного пива вносять підвищену норму дріжджів, оскільки сусло для темного пива має знижений вміст амінокислот і несприятливий склад цукрів, а в інших варіантах осмотичні характеристики сусла чинять на дріжджі негативну дію. Якщо початкове сусло не вдається в достатній мірі забезпечити киснем, то необхідно також збільшити кількість дріжджів.

Норма внесення дріжджів має суттєвий вплив не лише на швидкість бродіння та ступінь зброджування, а й на кількість і склад побічних продуктів бродіння, які відіграють вирішальну роль у забезпеченні якості готового пива. Так, при підвищеній нормі введення дріжджів знижується утворення вищих спиртів, а швидкість розпаду діацетила сильно залежить від концентрації дріжджів в молодому пиві. Тому актуальним є пошук оптимальної норми внесення дріжджів у сусло в умовах високогустинного пивоваріння.

Мета і завдання дослідження – дослідити вплив концентрації дріжджових клітин на зброджування висококонцентрованого пивного сусла, визначити оптимальну норму внесення дріжджів.

Матеріали і методи. Об'єктами досліджень обрано пивні дріжджі низового бродіння штаму W-34/70, які показали кращі осмо- та спирто-толерантні властивості [5]. Дріжджі культивували на пивному неохмеленому стерильному суслі з концентрацією сухих речовин (СР) 10 % у три етапи при послідовному пересіванні (10 см^3 , 50 см^3 і 200 см^3) за температури $25 \text{ }^\circ\text{C}$ впродовж 24 год. на кожній стадії. Надалі проводили зброджування охмеленого сусла (200 см^3) концентрацією 16% СР при температурі $12 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 7 діб з внесенням дріжджів до досягнення їх концентрації в суслі (млн. клітин в 1 см^3): 7,5, 15, 22,5, 30 і 50. Процес бродіння контролювали за масою виділеного вуглекислого газу. У молодому пиві визначали рН, кислотність, ступінь зброджування, вміст екстракту, етанолу та віцинальних дікетонів (ВДК) за прийнятими в галузі методиками [6].

Результати дослідження. Для інтенсифікації процесу бродіння в технології ВГП досліджували вплив норми внесення дріжджів на динаміку зброджування 16 %-го сусла (рис. 1).

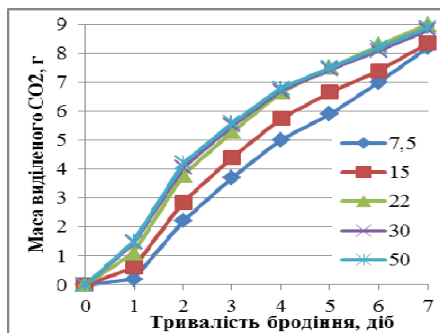


Рис. 1. Динаміка головного бродіння висококонцентрованого сусла при різних концентраціях дріжджів (млн. клітин на 1 см^3)

Результати досліджень показали, що при внесенні 22,5–50 млн. клітин на 1 см^3 сусла швидкість бродіння відрізнялась незначно, адже кути нахилу кривих були близькими. При концентраціях 15 і 7,5 млн. клітин в 1 см^3 бродіння відбувалось значно повільніше.

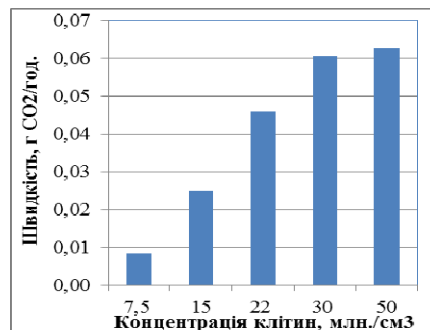


Рис. 2. Залежність початкової швидкості бродіння високогустинного сусла від концентрації дріжджів (млн. клітин в 1 см^3)

Значна відмінність швидкостей зброджування досліджуваних зразків спостерігалась на 1-у добу бродіння (рис. 2). Така динаміка початкового етапу процесу пов'язана зі збільшенням тривалості затримки бродіння – періоду часу між внесенням дріжджів і видимим початком бродіння. При звичайному бродінні дріжджові клітини розмножуються, поки не досягнуть оптимальної концентрації, при якій зброджувані цукри швидко споживаються, перш ніж дріжджі осядуть із суспензії та перейдуть в стан спокою. Внесення недостатньої кількості дріжджів приводить до того, що дріжджі припиняють розмноження, перш ніж буде досягнута оптимальна концентрація клітин, при цьому бродіння затягується. Крім цього, при затримуванні бродіння сушло найбільш вразливе до зараження мікроорганізмами, такими як бактерії або дикі дріжджі.

Для пошуку оптимальної норми внесення дріжджів порівнювали фізико-хімічні показники молодого пива, отриманого при різних її значеннях (табл.).

Таблиця

Фізико-хімічні показники молодого пива

Показники молодого пива	Концентрація дріжджових клітин, млн. клітин в 1 см ³				
	7,5	15,0	22,5	30,0	50,0
Вміст екстракту (% мас.):					
видимий	4,76	4,56	4,01	4,27	4,05
дійсний	6,70	6,69	6,24	6,46	6,27
Вміст етанолу, % мас.	4,65	4,70	4,93	4,84	4,91
Ступінь зброджування (%):					
видимий	70,25	70,79	74,31	72,70	74,04
дійсний	58,12	59,20	62,01	60,73	61,80
pH	4,378	4,246	4,224	4,259	4,291
Кислотність, см ³ розчину 1 моль/дм ³ NaOH/100 см ³	3,2	3,5	2,9	3,2	3,0
Вміст ВДК, мг/дм ³	0,34	0,27	0,3	0,29	0,27

При всіх нормах внесення дріжджів отримано зразки молодого пива, які за фізико-хімічними показниками повністю відповідають нормам для пива, одержаного з 16 %-го сусла: вміст дійсного екстракту 6,24–6,7 % мас. (в готовому пиві не більше 6% мас., в молодому пиві – на 1–1,5 % більше), вміст етанолу від 4,65 до 4,93 % мас. (не менше 4,2 % мас.), величина pH 4,224–4,378 (не вище 4,5), кислотність 2,9–3,5 см³ 1 моль/дм³ розчину NaOH на 100 см³ (2,5–4,5).

Встановлено, що при збільшенні концентрації дріжджів від 7,5 до 15 млн. клітин в 1 см³ вміст етанолу в молодому пиві та ступінь його зброджування збільшувались несуттєво. При нормі внесення 22,5 млн. клітин на 1 см³ спостерігали утворення максимальної кількості етанолу та досягнення максимального значення ступеня зброджування. При підвищенні концентрації до 30 і 50 млн. клітин в 1 см³ ці показники були незначно нижчими. Проте внесення надмірної кількості засівних дріжджів може мати негативні наслідки: може відбуватися автоліз дріжджів, у результаті якого пиво набуватиме присмаку дріжджів; збільшення втрат хмелевих речовин і зниження рівня естерів, а, як наслідок, погіршення органолептичних властивостей пива; збільшення тривалості освітлення пива. При всіх досліджуваних нормах внесення дріжджів, крім 7,5 млн. клітин на 1 см³, вміст ВДК був в межах норми для пива перед стадією доброджування та дозрівання (менше 0,3 мг/дм³).

Висновок. Для зброджування 16 %-го пивного сусла з адекватною швидкістю та отримання пива з відповідними фізико-хімічними показниками оптимальна норма внесення дріжджів становить 22,5 млн. клітин на 1 см³ сусла.

Перспективи подальших досліджень. Окрім норми внесення дріжджів, суттєвий вплив на ефективність бродіння сусла чинять температура, концентрація сусла та тривалість процесу. Тому важливо визначити оптимальні значення цих параметрів при їх сумісній дії.

Література

1. Net effect of wort osmotic pressure on fermentation course, yeast vitality, beer flavor, and haze [Text] / K. Sigler, D. Matoulková, M. Dienstbier, P. Gabriel. // Microbiol Biotechnol. – 2009. – P. 1027–1035.

2. Evaluation of fermentation parameters during high-gravity beer production. [Text] / R. Almeida, J. Silva, U. Lima. // Brazilian Journal of Chemical Engineering. – 2001. – P. 459–465.
3. High gravity brewing—an inducer of yeast stress [Text] / P. Pratt–Marshall, S. Brey, S. deCosta. // Brewer's Guardian. – 2002. – С. 22–26.
4. Changes in the Yeast Metabolism at Very High–Gravity Wort Fermentation [Text] / J. Patkova, D. Smogrovicova, P. Bafncova, Z. Domeny. // Folia Microbiol. – 2000. – С. 335–338.
5. Вплив концентрацій сухих речовин та етанолу на бродильну активність пивних дріжджів [Текст] / Т. Харандюк, Р. Косів, Л. Паляниця, Н. Березовська, Н. Паньків // Матеріали 81-ої Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблеми харчування людства у ХХІ столітті». — Київ, 2015. — Ч. 1. — С. 226–227.
6. Меледина Т. В. Физиологическое состояние дрожжей: Учебное пособие. [Текст] / Т. В. Меледина, С. Г. Давыденко, Л. М. Васильева. — СПб: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. — 48 с.
7. Сучасні способи активації процесів розмноження та ферментації пивоварних дріжджів [Текст] / М. В. Карпутіна, З. М. Романова, В. М. Сидор, Д. Д. Карпутіна // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2012. – Вип. 28. – С. 125–130.

References

- Sigler, K., Matoukova, D., Dienstbier, M., Gabriel, P. (2009). Net effect of wort osmotic pressure on fermentation course, yeast vitality, beer flavor, and haze [Text] / Microbiol Biotechnol. 1027–1035.
- Almeida R., Silva J., Lima U. (2001). Evaluation of fermentation parameters during high-gravity beer production. [Text] / Brazilian Journal of Chemical Engineering. 459–465.
- Pratt–Marshall, P., Brey, S., deCosta, S. (2002). High gravity brewing—an inducer of yeast stress [Text] / Brewer's Guardian. 22–26.
- Patkova, J. Smogrovicova, D., Bafncova, P., Domeny Z. (2000). Changes in the Yeast Metabolism at Very High–Gravity Wort Fermentation [Text] / Folia Microbiol. 335–338.
- Kharandyuk, T., Kosiv, R., Palyanytsya, L., Berezov'ska, N., Pan'kiv, N. (2015). Vplyv kontsentratsiy sukhykh rehovyn ta etanolu na brodil'nu aktyvnist' pivnykh drizhdzhiv [Tekst] / Materialy 81–oyi Mizhnarodnoyi naukovoyi konferentsiyi molodykh uchenykh, aspirantiv i studentiv «Naukovi zdobutky molodi – vyrishennu problemy kharchuvannya lyudstva u KhKhI stolitti». — Kyiv, 1, 226–227. (in Ukrainian).
- Meledyna, T. V., Davydenko, S. H., Vasylyeva, L. M. (2013). Fyzyolohycheskoe sostyanye drozhzhey: Uchebnoe posobyе. [Tekst] / SPb: NYU YTMO; YKhyBT, 48. (in Russian).
- Karputina, M. V., Romanova, Z. M., Sy'dor, V. M., Karputina, D. D. (2012). Suchasni sposoby' akty'vatsiyi procesiv rozmnozhennya ta fermentatsiyi py'vovarny'x drizhdzhiv [Tekst] / Obladnannya ta texnologiyi xarchovy'x vy'robny'chstv. – 28, 125–130. (in Ukrainian).

Стаття надійшла до редакції 30.04.2016

УДК 641.5:634.14

Хомич Г. П., професор, д. т. н. (homichg@mail.ru) ©

Васюта В. М., професор, д. с.–г. н., **Левченко Ю. В.**, асистент (yuliya_12@ukr.net)

ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»,

м. Полтава, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПЮРЕ З ХЕНОМЕЛЕСУ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ФРУКТОВИХ СОУСІВ

Обґрунтовано актуальність виготовлення соусів в умовах ресторанного господарства. Запропоновано доцільність використання рослинної сировини в технології фруктових соусів. Підтверджено, що хеномелес – унікальна сировина для використання в технології харчування, як джерело органічних кислот, L–аскорбінової кислоти, пектинових та фенольних речовин. Наведено раціональні способи попередньої обробки хеномелесу для отримання пюре. Проведено аналіз фізико–хімічних показників пюре з хеномелесу. Визначено якісний склад органічних кислот та цукрів в пюре з хеномелесу та їх вплив на організм людини. Шляхом хроматографічних досліджень ідентифіковано в складі пюре з хеномелесу яблучну, хінну, лимонну і янтарну кислоти,