

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *LACHANCEA THERMOTOLERANS* В ПИВОВАРЕНИИ

Савицкий М.Ф. (Университет ИТМО)

Научный руководитель - доц. факультета биотехнологий Маньшин Д.В. (Университет ИТМО)

**Введение.** В последние годы наблюдается значительный рост производства и спроса на крафтовое пиво, что сопровождается повышенным интересом потребителей к новым и разнообразным стилям [1]. В условиях высокой конкуренции пивовары находятся в постоянном поиске инструментов для диверсификации своего ассортимента. Одним из таких инструментов является возрождение и модернизация традиционных стилей, таких как кислое пиво (sour beer) [2; 3].

Однако традиционные методы производства кислого пива зачастую опираются либо на спонтанную ферментацию, контролировать которую очень сложно, а продолжительность процесса составляет от нескольких месяцев до нескольких лет, либо подразумевают целенаправленное использование молочнокислых бактерий (МКБ), таких как *Lactobacillus spp.* и *Pediococcus spp.* [4]. Во втором варианте процесс занимает 1-3 дня и контролировать его значительно легче, однако этот способ создает серьезные микробиологические риски для пивоварен. МКБ являются ключевыми контаминантами, способными закислить другие сорта пива, где это будет являться признаком порчи продукта [5]. Также нужно помнить, что некоторые МКБ могут продуцировать побочные метаболиты, негативно влияющие на органолептические и физико-химические показатели: диацетил (характерный маслянистый тон) и экзополисахариды, повышающие вязкость среды [5].

**Основная часть.** Дрожжи вида *Lachancea thermotolerans* представляют собой инновационную альтернативу, позволяющую минимизировать риски, связанные с бактериями. Их ключевая особенность — способность к гетероферментативному брожению с образованием молочной кислоты, этанола и углекислого газа [6; 7].

В работе рассматривались два пути получения кислого пива в стиле гозе. Метод кеттл-саура, где подкисление происходило за счет молочнокислого брожения с использованием бактерий *Lactobacillus brevis* и *Lactobacillus plantarum* и метод прямого сбраживания охмеленного суслу штаммом *Lachancea thermotolerans*. В методе кеттл-саура, неохмеленное пивное сусло охлаждалось до 40°C и инокулировали молочно-кислыми бактериями. Ферментацию производили, до достижения знач pH 3,6, после чего подкисленное сусло кипятили с хмелем и инокулировали штаммом дрожжей *Saccharomyces cerevisiae DA-16*. Во втором случае охмеленное сусло инокулировалось штаммом *Lachancea thermotolerans*. В процессе ферментации контролировали динамику сбраживания (показатель сухих веществ), pH и титруемую кислотность. В готовом образце определяли конечное содержание сухих веществ, концентрацию этанола, уровень  $\alpha$ -аминного азота, цветность и содержание молочной кислоты. Рассмотрели макро- и микроморфологию *L. thermotolerans*, а также произвели ферментативный тест для определения потребляемых простых углеводов.

В результате работы было установлено, что *Lachancea thermotolerans* обладает ферментативной активностью в отношении следующих сахаров: фруктозу, сахарозу, глюкозу и мальтозу. Содержание этанола в образцах, полученных методом кеттл-саура с последующей ферментацией *S. cerevisiae DA-16*, составило 6,47% об. (для *L. brevis*) и 6,11% об. (для *L. plantarum*). В образце, сброженном монокультурой *L. thermotolerans*, содержание этанола достигло 5,4% об. Данное различие коррелирует с показателями конечной степени сбраживания (КСС): при начальной плотности 14°P штамм DA-16 обеспечил КСС при 3,2°P, тогда как брожение с *L. thermotolerans* остановилось при 4,2°P. Уровень pH в конечном

продукте во всех случаях составил 3,5, а значение титруемой кислотности для всех проб составило 5,5-5,7 к.е.

**Выводы.** В ходе исследования была экспериментально подтверждена принципиальная возможность использования дрожжей *Lachancea thermotolerans* в качестве единственного агента ферментации для производства кислого пива в стиле гозе. Установлено, что исследуемый штамм обладает ферментативной активностью в отношении ключевых сахаров пивного суслу (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза), что обеспечивает прохождение основного спиртового брожения.

Сравнительный анализ двух технологических подходов показал, что применение *L.*

*thermotolerans* позволяет достичь органолептических и физико-химических показателей, сопоставимых с традиционным методом кеттл-саурина с использованием молочнокислых бактерий. Конечные значения pH и титруемой кислотности в образцах с *L. thermotolerans* соответствуют целевым параметрам для стиля гозе. Несмотря на несколько более низкую аттенюацию и, как следствие, меньшее содержание этанола, полученный продукт соответствует требованиям к слабоалкогольным сортам кислого пива.

Таким образом, *L. thermotolerans* может рассматриваться как эффективная и технологически безопасная альтернатива классическим методам биологического подкисления. Ее использование позволяет минимизировать риски перекрестной контаминации производства, исключить этап термической обработки подкисленного суслу и упростить аппаратурно-технологическую схему, что имеет существенное значение для предприятий крафтового и промышленного пивоварения, не имеющих возможности организации отдельных бродильных отделений для работы с бактериальными культурами.

#### Список литературы:

- [1] Aquilani, B.; Laureti, T.; Poponi, S.; Secondi, L. Beer Choice and Consumption Determinants When Craft Beers Are Tasted: An Exploratory Study of Consumer Preferences. *Food Qual. Prefer.* 2015, 41, 214–224.
- [2] Brungard, M. Calcium and Magnesium in Brewing Water. *New Brew.* 2014, 31, 80–88.
- [3] Tonsmeire, M. *American Sour Beer: Innovative Techniques for Mixed Fermentations*; Brewers Publications: Boulder, CO, USA, 2014
- [4] Spitaels, F.; Wieme, A.D.; Janssens, M.; Aerts, M.; Daniel, H.-M.; Van Landschoot, A.; De Vuyst, L.; Vandamme, P. The Microbial Diversity of Traditional Spontaneously Fermented Lambic Beer. *PLoS ONE* 2014, 9, e95384.
- [5] Esmaeili, S.; Mogharrabi, M.; Safi, F.; Sohrabvandi, S.; Mortazavian, A.M.; Bagheripoor-Fallah, N. The common spoilage microorganisms of beer: Occurrence, defects, and determination—A review. *Carpathian J. Food Sci. Technol.* 2015, 7, 68–73.
- [6] Osburn, K.; Amaral, J.; Metcalf, S.R.; Nickens, D.M.; Rogers, C.M.; Sausen, C.; Caputo, R.; Miller, J.; Li, H.; Tennessen, J.M.; et al. Primary Souring: A Novel Bacteria-Free Method for Sour Beer Production. *Food Microbiol.* 2018, 70, 76–84.
- [7] Domizio, P.; House, J.F.; Joseph, C.M.L.; Bisson, L.F.; Bamforth, C.W. *Lachancea thermotolerans* as an Alternative Yeast for the Production of Beer. *J. Inst. Brew.* 2016, 122, 599–604. [CrossRef]
- [8] Postigo, V.; Sánchez, A.; Cabellos, J.M.; Arroyo, T. New Approaches for the Fermentation of Beer: Non-*Saccharomyces* Yeasts from Wine. *Fermentation* 2022, 8, 280. [CrossRef]