

ОЦЕНКА АМИЛОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СВЕТЛОГО ЯЧМЕННОГО СОЛОДА РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Н.С. Жиборт, П.Ю. Котенко, 2 курс

Научный руководитель – Н.В. Жур, ассистент кафедры биохимии и биоинформатики
Полесский государственный университет

Солод занимает центральное место в технологической цепочке пивоварения, квасоварения и дистилляции. Активность ферментов амилолитического и протеолитического комплекса формируется в процессе соложения и представляет собой один из основных технологических параметров качества готового солода [4].

В ходе проращивания зерна последовательно активируются α -амилаза (КФ 3.2.1.1) и β -амилаза (КФ 3.2.1.2), обеспечивающие эндо- и экзолитическое расщепление крахмальных полимеров соответственно. Совместное действие этих ферментов обуславливает осахаривание крахмала в процессе затирания [6]. Степень осахаривания определяет выход сбраживаемых сахаров и, как следствие, эффективность последующего брожения, что обеспечивает полноту вкуса, плотность и степень сброженности готового продукта [5].

Целью данной работы является сравнительная оценка амилолитической активности светлого ячменного солода разных марок отечественных и зарубежных производителей.

В работе использовали различные виды солода: Pilsner – бельгийского производства Castle Malting, Pilsner «Белсолод», Vienna бельгийского производства Castle Malting, Vienna «Курский солод». Для приготовления раствора использовали фосфатный буфер с pH=4,7.

Ферментный препарат получали следующим образом: 5 г солода замачивали в смеси, состоящей из 10 мл фосфатного буфера и 90 мл дистиллированной воды, после чего инкубировали в термостате при температуре $20 \pm 0,1$ °C в течение 1 часа.

Плотность ферментативного экстракта определяли с использованием ареометра согласно методике определения плотности жидкости [1].

Амилолитическую активность экстракта солода оценивали спектрофотометрическим методом по количеству гидролизованного крахмала, образующегося в результате действия амилолитического комплекса с образованием декстринов различной молекулярной массы. Оптическая плотность прогидролизованного крахмала определялась при длине волны 670 нм.[2].

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с применением языка программирования и статистической среды R.

По результатам спектрофотометрических измерений оптическая плотность контрольного раствора составила $d_1 = 0,2332 \pm 0,0013$ ($n = 3$). На основании полученного результата были рассчитаны степени гидролиза исследуемых образцов солода.

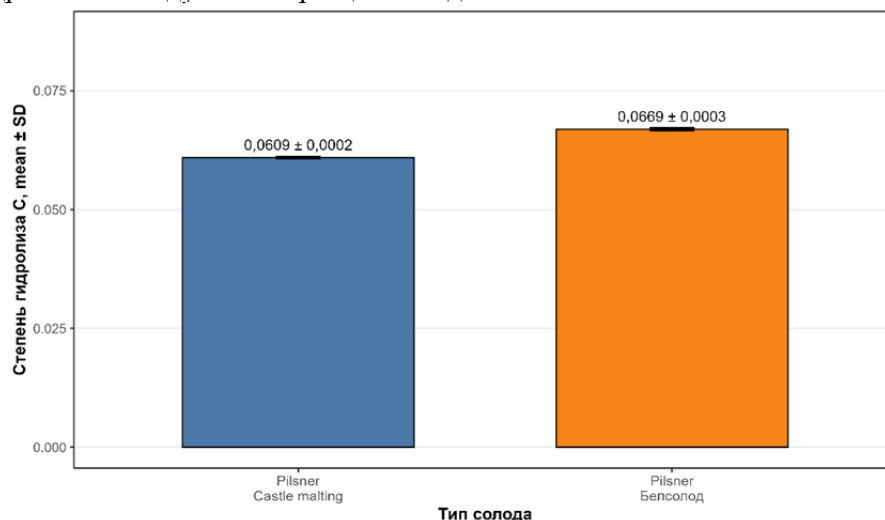


Рисунок 1. – Степень гидролиза крахмала солода типа Pilsner

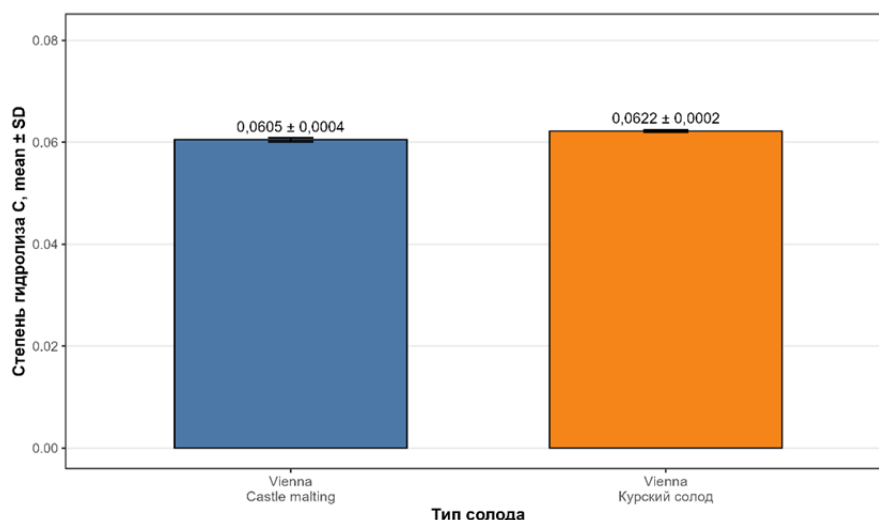


Рисунок 2. – Степень гидролиза крахмала солода типа Vienna

При сравнении двух образцов солода типа Pilsner – бельгийского производства Castle Malting и белорусского производства «Белсолод» – установлено статистически значимое различие по степени гидролиза (рисунок 1). Среднее значение С для солода Pilsner Castle Malting составило $0,0609 \pm 0,0002$, для солода Pilsner «Белсолод» – $0,0669 \pm 0,0003$; разность средних равна $-0,0060$. Тест Стьюдента выявил высоко значимые различия ($p < 0,001$), 95% ДИ разности средних $[-0,0066; -0,0054]$ не включает нулевое значение, что подтверждается и бутстреп-оценкой (95% БДИ: $[-0,0063; -0,0057]$). Нормальность распределения в обеих группах не отвергалась по тесту Шапиро–Уилка ($p_1 = 0,806$; $p_2 = 0,782$), что делает параметрический t-тест предпочтительным инструментом в данном контексте. Таким образом, солод Pilsner «Белсолод» проявляет более высокую амилолитическую активность по сравнению с бельгийским аналогом, превосходя его по степени гидролиза на 9,9% в относительном выражении.

Для солода типа Vienna также зафиксированы различия между образцами бельгийского производства Castle Malting ($C = 0,0605 \pm 0,0004$) и российского производства «Курский солод» ($C = 0,0622 \pm 0,0002$). При расчете t-тест показал статистически значимый результат ($p = 0,0082$), доверительный интервал $[-0,0025; -0,0008]$ и бутстреп-ДИ $[-0,0021; -0,0012]$ не пересекают нулевую отметку. Нормальность распределения не нарушена в обеих группах ($p_1 = 0,149$; $p_2 = 0,838$). Несмотря на меньшую абсолютную разность по сравнению с парой Pilsner, направление различий остаётся устойчивым: российский солод «Курский» незначительно, но воспроизводимо превосходит бельгийский образец по степени гидролиза крахмала.

Проведённое исследование показало, что отечественные образцы солода – белорусский Pilsner производства «Белсолод» и российский Vienna производства «Курский солод» – не уступают по амилолитической активности своим западноевропейским аналогам производства Castle Malting (Бельгия), а в обоих случаях статистически значимо их превосходят. Учитывая, что стоимость этих типов солода на внутреннем рынке Республики Беларусь ниже стоимости импортного сырья вследствие отсутствия таможенных и логистических издержек, применение солода «Белсолод» и «Курский солод» следует рассматривать как экономически обоснованную альтернативу западноевропейским аналогам, обеспечивающую не только снижение себестоимости производства, но и улучшение – либо сохранение – технологических характеристик пивного сула.

Список использованных источников

1. Продукты химические жидкие. Методы определения плотности. – Министерство химической промышленности СССР : ГОСТ 18995,1-73-1973. – С. 2-3 .
2. Ферментные препараты для пищевой промышленности. Методы определения амилолитической активности: ГОСТ 34440-2018. – С. 11-13
3. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология солода: Учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 82 с.

4. Меледина, Т. В. Биохимические процессы при производстве солода : учеб. пособие / Т. В. Меледина, И. П. Прохорчик, Л. И. Кузнецова. – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО ; ИХиБТ, 2013. – 89 с.
5. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. – 3-е рус. изд. – Санкт-Петербург : Профессия, 2001. – 912 с.
6. De Schepper, C. F. Starch hydrolysis during mashing: A study of the activity and thermal inactivation kinetics of barley malt α -amylase and β -amylase / C. F. De Schepper [et al.] // Carbohydrate Polymers. – 2021. – Vol. 255.