

УДК 663.531

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАДИЙ БРОЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
ЭТИЛОВОГО СПИРТА ИЗ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ**

Е.Е. Заяц, 5 курс

Научный руководитель – **В.Н. Бурдь**, д.х.н, доцент

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Производство этилового спирта является одной из ключевых отраслей пищевой и химической промышленности. Наиболее важным этапом данного процесса является стадия брожения, от эффективности которой напрямую зависят качество и выход конечного продукта – зернового дистиллята. Брожение представляет собой сложный биохимический процесс, требующий тщательного контроля физико-химических и микробиологических показателей для обеспечения максимальной конверсии сахаров и подавления нежелательной микрофлоры. Только комплексный подход к измерению и анализу различных параметров способен обеспечить полноценное понимание процесса брожения и его оптимизацию [1, 2].

Цель исследования провести оценку эффективности стадий брожения при производстве этилового спирта из зернового сырья на действующем предприятии.

Исследования проводились в производственной лаборатории филиала «Ивацевичский спиртзавод» ОАО «Брестский ЛВЗ «Белалко». Объектами исследования выступали пробы, отобранные из

дрожжанок (стадия подготовки производственных дрожжей) и бродильных чанов (стадия сбраживания суслу).

В работе использовались стандартизированные методики анализа: концентрация сухих веществ (СВ) определялась ареометром-сахарометром АСТ-2 с последующим приведением показаний к температуре 20°C [3]; активная кислотность (рН) измерялась потенциометрическим методом с использованием лабораторных иономеров [4]; микробиологическое состояние дрожжей оценивали методами микроскопирования [5] (общее количество клеток подсчитывали в камере Горяева, количество мертвых клеток определяли окрашиванием метиленовым синим (1:5000), упитанность дрожжей (содержание гликогена) оценивали после окрашивания 0,5% раствором йода; объемная доля этилового спирта в зрелой бражке определялась методом перегонки).

В ходе работы были проанализированы образцы из четырех производственных дрожжанок и трех бродильных чанов. Для оценки эффективности стадии дрожжегенерации определяли концентрацию сухих веществ, показатель рН и микробиологические характеристики. Результаты микробиологического анализа состояния дрожжей представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Показатели работы на стадии подготовки дрожжевой культуры

№ Дрожжанки	СВ, в пересчете на температуру, %	рН	Общее количество дрожжевых клеток, млн	Количество мертвых клеток, %	Содержание гликогена, %
1	5,4	4,11	237	0,6	72
2	5,0	4,09	246	0,6	73
3	4,7	4,13	254	0,6	73
4	4,7	4,10	258	0,7	73

Анализ данных показал, что средняя концентрация сухих веществ в дрожжанках составила 4,96 %, что является оптимальным уровнем для накопления биомассы. Показатель активной кислотности (рН) находился в диапазоне 4,0–4,1, что соответствует технологическим нормам (3,8–4,5) и создает селективные условия, подавляющие рост бактериальной микрофлоры.

Количество дрожжевых клеток варьировало от 237 до 258 млн/см³, что превышает минимально необходимый уровень (150 млн/см³). Доля мертвых клеток не превышала 0,7 %, а содержание гликогена (показатель упитанности) стабильно составляло 72–73 %, что свидетельствует о высокой физиологической активности дрожжевой популяции.

На стадии основного брожения оценивали динамику снижения сухих веществ, изменение кислотности и накопление этилового спирта (таблица 2).

Таблица 2. – Показатели работы на стадии сбраживания суслу

№ бродильного аппарата	СВ, в пересчете на температуру, %	рН	Объемная доля спирта, %
1	0,7	4,71	10,5
2	0,6	4,72	10,8
3	0,7	4,72	10,5

В зрелой бражке концентрация сухих веществ снизилась в среднем до 0,66 %, что менее 1 % и свидетельствует о практически полном сбраживании сахаров. Показатель рН повысился до 4,71–4,72, что является естественным следствием метаболизма дрожжей, но не превышает допустимых значений [1, с.45]. Накопление этилового спирта составило в среднем 10,6 об.%, что является хорошим показателем для зернового суслу данной концентрации.

Выход этилового спирта на предприятии составил 96,4 %, что свидетельствует о рациональном использовании сырья и минимальных потерях на различных этапах производства.

Таким образом, исследуя влияние различных технологических факторов на эффективность процесса брожения в производстве этилового спирта из зернового сырья, было установлено, что ключевыми факторами, обеспечивающими высокую оптимизацию процессов, являются микробиологическое состояние дрожжей и стабильность физико-химических показателей среды [2, с.4].

Подтверждено, что использование дрожжей с содержанием гликогена более 70 % и количеством мертвых клеток менее 1 % гарантирует высокую бродильную активность. Поддержание оптимального значения pH на стадии подготовки дрожжей (4,0–4,1) и сбраживания (4,7–4,8) обеспечивает максимальную конверсию сахаров. Все исследованные параметры соответствуют установленным нормативам, что свидетельствует о высокой эффективности и оптимизации технологического процесса, обеспечивающего выход этилового спирта на уровне 96,4 %. Для дальнейшего совершенствования производства рекомендовано усилить контроль за микробиологической чистотой на стадии подготовки сусла.

Список использованных источников

1. Промышленная биотехнология: электронный курс лекций для студентов специальности 1-48 02 01 «Биотехнология» / Н. С. Ручай, О. В. Остроух. – Минск : БГТУ, 2013. – 109 с.
2. Ли, Э. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли. – Санкт-Петербург: Профессия, 2006. – 552 с.
3. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 6687.2 – 90. Введ. 01.07.91. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 18 с.
4. Спиртосодержащая продукция. Методика выполнения измерений активной кислотности (показателя pH) продуктов технологического процесса получения спирта этилового: ГОСТ 0250582 – 01. Введ. 09.12.16. – С-П: ГУП «ВНИИМ», 2016. – 7 с.
5. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжевых клеток: ГОСТ 10444.12. – 2013. Введ. 01.07.15. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2015. – 14 с.