

УДК 663.531

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОЦЕСС БРОЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭТАНОЛА ИЗ СМЕСИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А.Н. Яковлев, С.Ф. Яковлева, Т.С. Ковалева, Т.Н. Тертычная *

Воронежский государственный университет инженерных технологий Россия,

* Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Россия

В настоящее время для получения этилового спирта в качестве сырья используются смеси различных зерновых культур, включая сорго. Эта культура вышла на четвертое место по мировым валовым сборам. По устойчивости урожая оно занимает одно из первых мест среди всех полевых культур. Кроме того, сорго благополучно переносит высокие колебания температуры почвы и воздуха. В связи с этим на территории России стало широко культивироваться зерновое сорго, стоимость которого значительно ниже, чем стоимость традиционного зернового сырья.

Использование дополнительных ферментных препаратов в технологии этанола значительно повышает степень гидролиза некрахмалистых полисахаридов растительного сырья до сбраживаемых дрожжами углеводов, сокращает сроки брожения вследствие высокой реакционной способности ферментов, значительно улучшает показатели готовой бражки и конечного продукта – этилового спирта.

В качестве сырья для проведения исследований использовали зерновую смесь, включающую, ячмень (70 %) крахмалистостью 52 %, влажностью 14,0 %, и сорго (30 %) крахмалистостью 58 %, влажностью 15 %. Использовали помол зерновой смеси со степенью измельчения 92–95 %. При водно-тепловой и ферментативной обработке замеса в качестве источника термолabileной α -амилазы использовали ферментный препарат Альфаферм 3500 Л, источника протеаз – протеолитический ферментный препарат GC-106. Для расщепления некрахмалистых полисахаридов использовали ферментный препарат Виско Стар 150Л, содержащий комплекс цитолитических ферментов.

Осахаривание разваренной массы проводили ферментным препаратом глюкоамилазы Биозим 800 Л. В качестве контроля использовали разваренную массу, полученную с использованием только ферментного препарата Альфаферм 3500 Л.

Полученное сусло сбраживали дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* XII расы в течение трех суток при температуре 28...30 °С. Об интенсивности брожения судили по количеству углекислого газа, выделившегося из сбраживаемого сусла. Бродильные пробы подвергались взвешиванию через каждые три часа, и было найдено отношение убыли массы к промежутку времени, в течение которого происходила эта убыль.

По окончании срока брожения в полученной бражке определяли объемную долю спирта и рассчитывали его выход, а также определяли содержание растворимых несброженных углеводов и нерастворенного крахмала. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1 Показатели зрелой бражки

| Показатели | Контроль | Опыт |
|--|----------|------|
| Объемная доля спирта, % об. | 7,8 | 8,5 |
| Содержание растворимых несброженных углеводов, г/100 см ³ | 0,43 | 0,24 |
| Содержание нерастворенного крахмала, % | 0,1 | 0,03 |
| Нарастание титруемой кислотности, ° | 0,19 | 0,18 |
| Выход спирта, дал/т условного крахмала | 64,9 | 67,8 |
| Продолжительность брожения, ч | 68,0 | 52,0 |

Общая продолжительность брожения в контрольной пробе составила 68 ч, в опытной – 52 ч. Брожение в опытной пробе протекает более интенсивно, чем в контрольной пробе. Это объясняется тем, что при использовании комплекса ферментов, содержащего кроме амилаз протеолитический фермент, гидролизующий белковые комплексы зерна до пептидов и аминокислот, сусло обогащается дополнительным азотистым питанием. Дрожжевые клетки, выращенные на сусле, обогащенном аминным азотом, обладают большей физиологической и бродильной активностью, что подтверждают исследования.

В опытном образце степень гидролиза крахмала выше, чем в контрольном, тем самым сокращается продолжительность стадии дображивания, а в целом и весь процесс брожения.