

УДК 663/66

**ВЛИЯНИЕ ФП ЦЕЛЛОЛЮКС-А НА ВЫХОД СБРАЖИВАЕМЫХ УГЛЕВОДОВ ПРИ  
ПРОИЗВОДСТВЕ ЭТАНОЛА ИЗ ЯЧМЕНЯ**

*А.Н. Яковлев<sup>1</sup>, Г.В. Агафонов<sup>1</sup>, Т.С. Ковалева<sup>1</sup>, С.Ф. Яковлева<sup>1</sup>, Т.Н. Тертычная<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

<sup>2</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж,  
Россия

При производстве этанола из ячменя трудность заключается в высоком содержании гемицеллюлоз. Гемицеллюлозы ячменя способны к быстрому неограниченному набуханию, что влияет на вязкость промежуточных продуктов производства алкоголя. Использование дополнительных ферментных препаратов значительно увеличивает степень гидролиза растительного сырья до сбраживаемых дрожжами углеводов, сокращает сроки брожения, значительно улучшает показатели готовой бражки и конечного продукта.

Сырьём является очищенный ячмень с крахмалистостью 52 и влажностью 14,5 %. При проведении водно-тепловой и ферментативной обработки замеса использовали ферментные препараты Ликвафло – препарат, содержащий бактериальную термостабильную  $\alpha$ -амилазу, произведенный генетически модифицированным штаммом микроорганизма *Bacillus licheniformis* и ЦеллоЛюкс – А, источник  $\beta$ -глюканазы, ксиланазы и целлюлазы.

Готовили замес с гидромодулем 1:3. В предварительно взвешенную коническую колбу на 1 дм<sup>3</sup> поместили 100 г. измельченного сырья, добавили 300 мл воды температурой 60–65 и внесли рассчитанное количество ферментных препаратов Ликвафло в дозировке 0,30 ед. АС/г и ЦеллоЛюкс-А в дозировке 0,35 ед. ЦС/г. Тщательно перемешивали замес в течение 30 мин при температуре 50–55°C.

Водно-тепловую обработку проводили в 3 этапа:

Таблица 1 – Этапы водно-тепловой обработки

№ этапа	Температура, °С	Время, мин
1	50–55	20
2	60–65	40
3	70–75	60

Использование на стадии водно-тепловой обработки ферментного препарата ЦеллоЛюкс – А снижает вязкость ячменного замеса, что позволяет снизить расход амилитического ферментного препарата в два раза, ускорить процесс водно-тепловой подготовки, снизить расход теплоэнергоресурсов, увеличить выход конечного продукта.

Осахаривание сусла проводится с целью получения сбраживаемых углеводов. Осахаривание зернового сырья необходимо, поскольку основные производственные расы спиртовых дрожжей не синтезируют амилитические ферменты и не могут использовать крахмал в своем метаболизме, а усваивают только моносахариды и дисахариды.

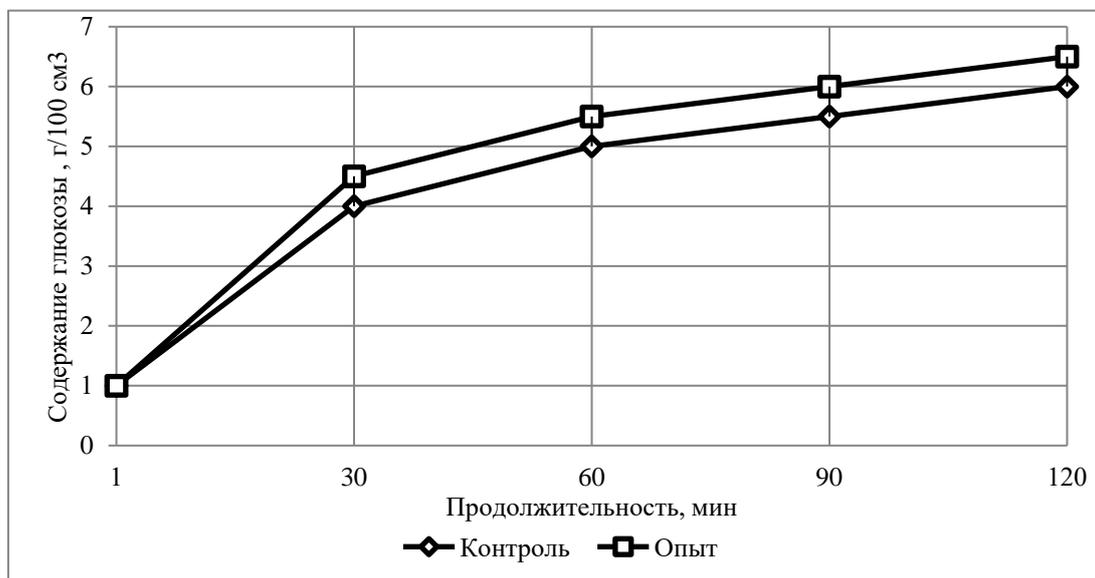


Рис. 1-Динамика накопления глюкозы в процессе осахаривания

Для осахаривания, в охлажденную до 50–60°C разваренную массу, внесли ферментные препараты: Сахзайм PLUS 2X в количестве 0,50 ед. ГлС на г крахмала, Ликвафло с дозировкой 0,30 ед. АС / г и 0,35 ед. ЦС/г ЦеллоЛюкс-А. Контролем являлась разваренная масса, полученная без внесения комплексного ферментного препарата. Осахаривание протекало при температуре 60°C и рН = 4,5 в течение 120 мин. рН разваренной массы регулировали добавлением в нее серной кислоты. В процессе осахаривания изучали динамику накопления глюкозы в ячменном сусле. Пробы для определения глюкозы отбирали каждые 30 минут.

В опыте, при использовании мультиэнзимного комплекса, включающего Ликвафло, Сахзайм PLUS 2X и ЦеллоЛюкс-А, происходит увеличение количества глюкозы на 0,5 % на г крахмала, по сравнению с контролем, потому что происходит гидролиз белковых веществ и гемицеллюлозы, следовательно, крахмал становится более доступным для действия осахаривающих ферментов и степень его гидролиза увеличивается.