

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОМБИНАЦИЙ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПИРТОВОГО СУСЛА И ПРОЦЕССЫ ПРИ ЕГО СБРАЖИВАНИИ

*Е.А. Цед, С.В. Волкова, Л.М. Королева, В.И. Поворотная*

Исследованы качественные показатели ферментных препаратов амилолитического и осахаривающего действия. Изучено влияние различных комбинаций ферментных препаратов на качественные показатели спиртового сусла и определено влияние каждой комбинации ферментных препаратов на протекание биохимических и физико-химических процессов при сбраживании данных видов сусла. Установлено, что все ферментные препараты удовлетворяют требованиям спиртового производства, а, следовательно, пригодны для получения этилового спирта. Определено, что различные комбинации используемых ферментных препаратов по-разному влияют на формирование качественного состава спиртового сусла, что в свою очередь обуславливает протекание процессов при сбраживании сусла и выход этилового спирта. Наибольший выход этилового спирта наблюдался при использовании комбинаций: Амилосубтилин ГЗХ и Глюкозаморин Г18Х, Термамил СЦ и Сан-Экстра.

### **Введение**

Весьма важным процессом при получении этилового спирта является ферментативная обработка крахмала зернового сырья, которая проводится с использованием различных разжижающих и осахаривающих ферментных препаратов.

В настоящее время предприятиям предлагается широкий выбор ферментных препаратов, имеющих различный спектр действия. Однако при этом необходимо учитывать следующее. Применение амилолитических ферментных препаратов способствует интенсивному гидролизу крахмала, но не обеспечивает полноценности сусла как питательной среды (из-за низкого содержания азотистых веществ) для нормального развития и жизнедеятельности дрожжей. Это связано с тем, что в отличие от солода амилолитические ферментные препараты не содержат другие ферментативные системы, способные гидролизовать белковые вещества и некрахмалистые полисахариды. Таким образом, при применении ферментных препаратов микробного происхождения происходит, с одной стороны, интенсификация процесса гидролиза крахмала, с другой – наблюдается угнетение процесса обмена веществ дрожжевой клетки.

В связи с этим особую актуальность приобретает проблема создания такой технологии получения этилового спирта, при которой происходила бы глубокая деструкция высокомолекулярных полимеров зернового сырья, с одновременной интенсификацией биологических процессов сбраживания сусла, обеспечивающих повышенный выход спирта при высоком качестве целевого продукта.

### **Экспериментальная часть**

Решение данной проблемы возможно только при проведении исследований, касающихся раскрытия механизма взаимосвязи гидролитических процессов, происходящих при осахаривании разваренной массы, и последующих процессов утилизации дрожжами продуктов гидролиза, причем не только крахмала, но и других биополимеров зерна. Критерием полноценности и интенсивности протекания процессов на всех стадиях технологии получения этилового спирта должно являться качество и выход конечного продукта метаболизма дрожжей [1].

Таким образом, представляло интерес исследовать влияние различных комбинаций ферментных препаратов на биохимические и физико-химические процессы, протекающие при сбраживании спиртового сусла.

Нами были исследованы качественные характеристики следующих ферментных

препаратов: Амилосубтилин ГЗХ, Глюковаморин Г18Х, Аминол АКС 50, Аминол АКС 70, Глюканол АКС 60, Сан-Экстра, Термамил СЦ (табл. 1).

Таблица 1 - Характеристика ферментных препаратов

Наименование ферментного препарата	Исследуемая активность препарата, ед./г	
	Амилолитическая активность	Глюкоамилазная активность
Амилосубтилин ГЗХ	1090,2	-
Глюковаморин Г18Х	-	4263,8
Аминол АКС 50	4809,6	-
Аминол АКС 70	2024,0	-
Глюканол АКС 60	-	4620
Сан-Экстра	-	5594
Термамил СЦ	1798,6	-

Как свидетельствуют полученные экспериментальные данные, все ферментные препараты удовлетворяют требованиям спиртового производства, а следовательно, пригодны для получения этилового спирта.

Были приготовлены образцы суслу с применением четырех комбинаций из вышеперечисленных ферментных препаратов:

- Амилосубтилин ГЗХ + Глюковаморин Г18Х;
- Термамил СЦ + Сан-Экстра;
- Аминол АКС 70 + Глюковаморин Г18Х;
- Аминол АКС 50 + Глюкоanol АКС 60.

Ферментные препараты вносили, исходя из стандартных дозировок – 2 ед./г условного крахмала разжижающего действия и 7 ед./г условного крахмала осахаривающего действия.

Опытные образцы готовили с использованием зерновой культуры ржи и по технологическим режимам механико-ферментативной схемы. Сущность данной схемы заключается в том, что зерновое сырье подвергается воздействию двух совокупных факторов:

- воздействию на крахмал зерна фермента амилолитического действия при температуре 70°C до стадии разваривания;
- последующее разваривание при низкой температуре.

Это в свою очередь позволяет, во-первых, существенно снизить тепло- и энергозатраты по сравнению с классическим способом разваривания, который ведут при температуре 130-140°C, во-вторых, происходит такая деструкция крахмала, которая позволяет существенно снизить вязкость перемещаемого затора, при минимальных потерях сбраживаемых веществ.

Таким образом, было исследовано влияние различных комбинаций ферментных препаратов на физико-химические показатели суслу, полученного по режимам механико-ферментативной схемы.

Затор готовили следующим образом. Дробленое зерно (проход через сито диаметром 1 мм составлял 98%, гидромодуль 1:3,5) смешивали с водой и проводили водно-тепловую обработку. При 70°C с целью проведения разжижения затора задавали ферментный препарат амилолитического действия. После этого затор подвергали развариванию и осахариванию. В полученных образцах осахаренного суслу определяли такие качественные показатели, как массовую концентрацию сухих веществ, содержание общих и растворимых сбраживаемых углеводов, содержание аминного азота, редуцирующих веществ и кислотность.

Так, максимальное содержание сухих веществ отмечалось в сусле, приготовленном с добавлением ферментных препаратов Аминол АКС 70 и Глюковаморин Г18Х. Этот

показатель составлял 17,6%, в то время как в сусле, приготовленном с ферментными препаратами Аминол АКС 50 и Глюконол АКС 60, этот показатель составил всего 15,4% (рис. 1).

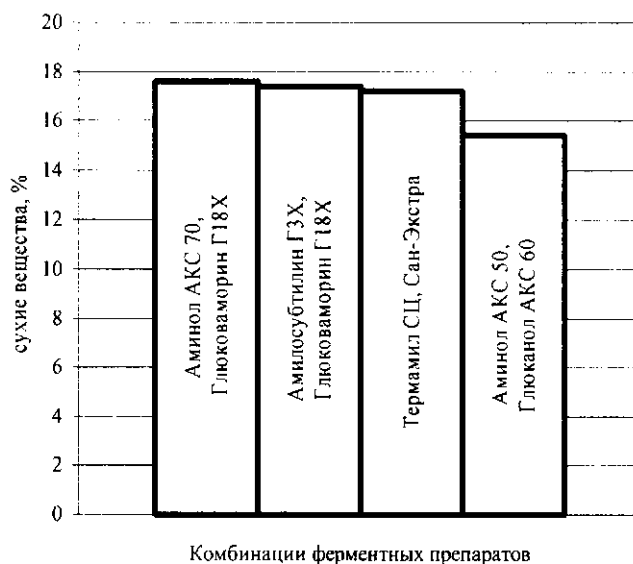


Рисунок 1 - Содержание сухих веществ в сусле в зависимости от комбинации ферментных препаратов

По содержанию растворимых углеводов самые лучшие результаты были получены в сусле с использованием Амилосубтилина Г3Х и Глюковаморина Г18Х (14,78%), а наименьшее их содержание опять таки отмечалось в сусле с Аминолом АКС 50 и Глюконолом АКС 60 (12,2%).

Наибольшее количество редуцирующих сахаров и аминного азота образовалось при использовании ферментных препаратов Термамил СЦ и Сан-Экстра. Эти показатели составили: редуцирующие сахара – 6,73 г/100см<sup>3</sup>, аминный азот – 4,2 мг/100см<sup>3</sup>. Несколько худшие показатели отмечались в сусле, приготовленном с ферментными препаратами Аминол АКС 50 и Глюконол АКС 60. Здесь редуцирующих сахаров оказалось всего 5,28 г/100см<sup>3</sup>

Полученные данные свидетельствуют о том, что использование всех исследуемых комбинаций ферментных препаратов позволяет получить сусло, удовлетворяющее требованиям спиртового производства. Качественный состав спиртового сусла в значительной степени зависит не только от вида применяемого ферментного препарата, но и от сочетаемости действия разных видов ферментных препаратов.

На следующем этапе нашей работы изучалось влияние исследуемых комбинаций ферментных препаратов на процессы, протекающие при сбраживании сусла.

С этой целью в полученное осахаренное сусло вносили разводку чистой культуры дрожжей расы 12 в количестве 8-10%. Брожение проводили при 30°C в течение 72 часов. По истечении каждых суток брожения в сусле определяли следующие параметры: концентрацию сухих веществ, титруемую кислотность, аминный азот, содержание общих сбраживаемых углеводов, растворимых углеводов, а также общее количество дрожжей и мертвых клеток.

Как показывают полученные результаты, различные комбинации ферментных препаратов оказывают существенное влияние на процесс брожения ржаного сусла. При сбраживании происходило снижение концентрации сухих веществ в сусле, причем наблюдалась интенсивность их уменьшения, в зависимости от комбинации ферментных препаратов.

Так, динамика накопления этилового спирта характеризуется прямо-пропорциональной зависимостью: с увеличением времени брожения увеличивается концентрация спирта. Максимальное накопление спирта наблюдалось с применением двух комбинаций ферментных препаратов: Аминол АКС 70 + Глюковаморин Г18Х, а также Термамил СЦ + Сан-Экстра. Минимальное содержание спирта наблюдалось при использовании комбинации ферментных препаратов Аминол АКС 50 и Глюконол АКС 60 (рис.2).

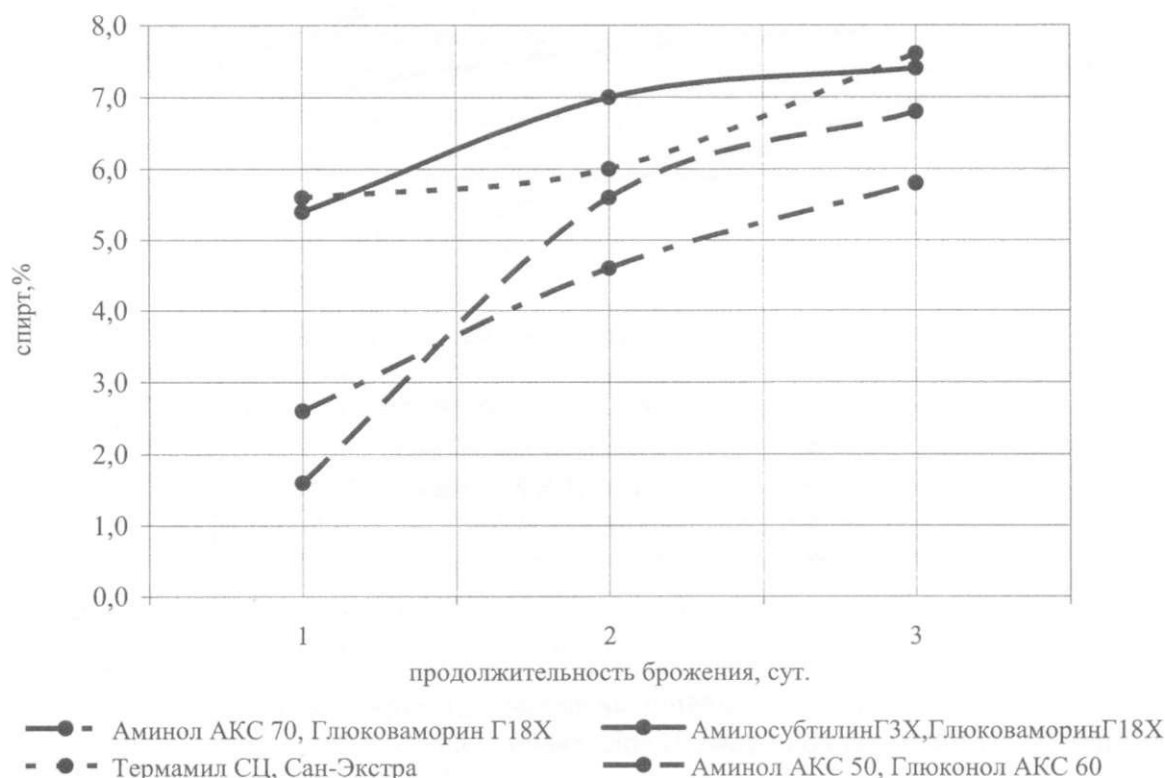


Рисунок 2 - Динамика спиртообразования в бражкех в зависимости от комбинации ферментных препаратов

Изменение общих и растворимых углеводов имеет одинаковую тенденцию: с увеличением времени брожения их количество снижалось, что связано с использованием их в качестве углеродного питания.

Резкое снижение редуцирующих веществ ( $2,85-0,08$  г/100 см<sup>3</sup>) отмечалось при использовании ферментных препаратов Аминосубтилина ГЗХ и Глюковаморина Г18Х, Аминола АКС 70 и Глюковаморина Г18Х.

Динамика изменения аминного азота показывает, что в процессе брожения проходили интенсивные анаболические и катоболические процессы в сусле. Так, при использовании всех комбинаций ферментных препаратов наблюдалось снижение содержания аминного азота в течение всего периода брожения.

Исследование физиологического состояния дрожжевых клеток показало, что их количество и состояние зависело от комбинации ферментсодержащих средств. Наибольшее количество дрожжевых клеток отмечалось в сусле, приготовленном с использованием Аминосубтилина ГЗХ и Глюковаморина Г18Х. Несколько меньшее их количество отмечалось в сусле с Аминолом АКС 70 и Глюковамоорином Г18Х (рис. 3).

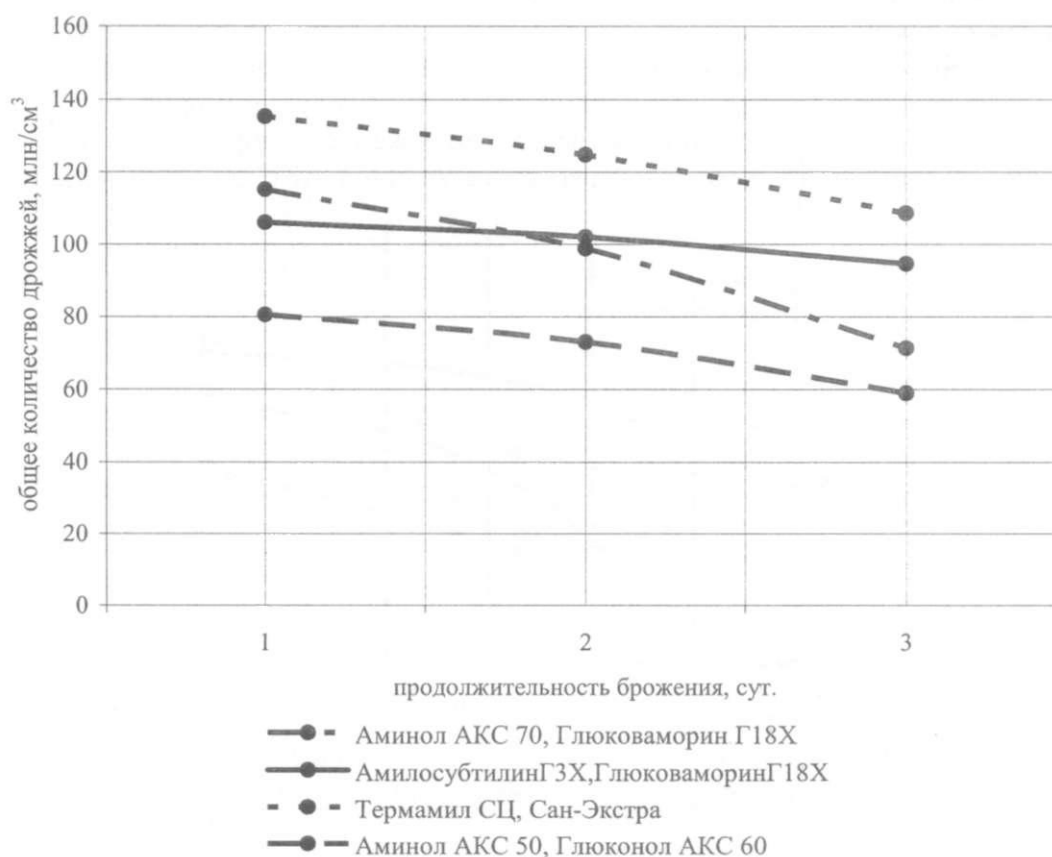


Рисунок 3 - Динамика изменения содержания общего количества дрожжей в бражках в зависимости от комбинации ферментных препаратов

Можно предположить, что различные ферментные препараты по-разному формируют состав спиртового сусла, что оказывает существенное влияние на метаболизм дрожжей.

### Заключение

Исследованы качественные характеристики ферментных препаратов, используемых для получения этилового спирта. Установлено, что данные ферментные препараты соответствуют требованиям спиртового производства и могут быть использованы при получении этилового спирта. Изучено влияние различных комбинаций ферментных препаратов на качественные и физико-химические показатели спиртового сусла. Определено влияние каждой комбинации ферментных препаратов на протекание биохимических и физико-химических процессов при получении спиртового сусла и последующего его сбраживания. Установлено, что каждая комбинация по-разному действует на процесс брожения. Исследовано влияние различных комбинаций ферментных препаратов на процесс сбраживания спиртового сусла и выход этилового спирта. Установлено, что наибольший выход этилового спирта наблюдался при использовании комбинаций: Амилосубтилин Г3Х и Глюковаморин Г18Х, Термамил СЦ и Сан-Экстра. Проведенные исследования позволили установить, что различные комбинации используемых ферментных препаратов существенным образом влияют на формирование качественного состава спиртового сусла, а также на процессы сбраживания и выход этилового спирта.

### Литература

1. Яровенко, В.Л. Технология спирта. /В.А. Маринченко, В.А.Смирнов и др.; Под ред. проф. В.Л. Яровенко. – М.: Колос, «Колос-Пресс», 2002. – 464с.

Поступила в редакцию 17.07.2006