

E. Papruga, T. Tananajko, K. Aleksanjan, L. Tkachuk

## BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF FRUITS AND THE BERRIES USED FOR MANUFACTURE OF NATURAL TABLE WINES

Now one of perspective directions of development of winemaking in republic is manufacture of the natural table wines made of a fruit raw material, growing on territory of Belarus. Taking into account features of a chemical compound of a fruit raw material necessity of carrying out of researches with the subsequent introduction in manufacture of high-quality natural table wines of modern processing methods (stock selection, preservation and the maximum extraction from it valuable biologically active substances, updating of contents of organic acids) at stages of processing, a spirit fermentation, blending and storage has brewed.

УДК 663.533

*Целью исследований являлась разработка интенсивной технологии биосинтеза этанола на основе оптимизации процессов подготовки протеолизированного дрожжевого сусла и дрожжегенерации путем направленного применения кислой протеазы.*

*Внедрение интенсивной технологии производства спирта на основе приготовления производственных дрожжей с использованием направленного протеолиза дрожжевого сусла позволило увеличить уровень накопления и интенсивность размножения дрожжевых клеток на стадии главного брожения и сократить продолжительность процесса брожения.*

## РАЗРАБОТКА ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ БИОСИНТЕЗА ЭТИЛОВОГО СПИРТА

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Беларусь

*Т. М. Тананайко, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела технологий ликеро-водочной, винодельческой и пивобезалкогольной продукции;*

*Л. Г. Сергеевко, руководитель по спиртовой и ликеро-водочной отрасли, старший научный сотрудник отдела технологий ликеро-водочной, винодельческой и пивобезалкогольной продукции;*

*А. А. Пушкар, младший научный сотрудник группы по спиртовой и ликеро-водочной отрасли отдела технологий ликеро-водочной, винодельческой и пивобезалкогольной продукции*

Быстро развивающаяся спиртовая промышленность Республики Беларусь относится к одной из самых материалоемких отраслей пищевой промышленности, в которой затраты на сырье и материалы составляют до 75 % себестоимости готовой продукции. Мировой опыт и тенденции развития биосинтеза этанола показывают, что модернизация и совершенствование технологий с целью повышения эффективности производства без роста себестоимости и при одновременном сохранении качества продукции требуют проведения комплекса исследований по выявлению превентивных решений оптимизации процессов производства спирта. В биотехнологии получения этанола по механико-ферментативной схеме водно-тепловой обработки наряду с совершенствованием процессов ферментативной деструкции крахмалсодержащего сырья решающее значение приобретает получение чистого посевного материала дрожжей с высокой бродильной активностью и обеспечение превалирования дрожжевой культуры в условиях неасептической ферментации.

Наиболее прогрессивным и рациональным технологическим приемом поддержания культуры спиртовых дрожжей в активном состоянии с высокой плотностью дрожжевой популяции является совмещение стадий протеолиза и доосахаривания дрожжевого сусле, что позволяет ускорить процесс разбраживания и интенсифицировать процесс сбраживания сусле.

Целью исследований являлась разработка интенсивной технологии биосинтеза этанола на основе оптимизации процессов подготовки протеолизированного дрожжевого сусле и дрожжегенерации путем направленного применения кислой протеазы.

На основании комплекса проведенных экспериментальных исследований решены следующие задачи:

- изучены биохимические характеристики протеолитических препаратов бактериального и грибного происхождения с точки зрения их воздействия на ржаной зерновой субстрат. Анализ полученных результатов позволяет констатировать, что наиболее перспективными протеолитическими ферментными препаратами, эффективно гидролизующими белки сусле спиртового производства до свободных аминокислот, являются препараты, полученные путем направленного синтеза микромицета *Aspergillus niger* [1, 2, 3]. Примерами таких протеаз могут служить: ферментный препарат «ALPHALASE FP2» производства компании DANISCO A/S (ДАНИЯ) (подразделение «GENENCOR INTERNATIONAL B. V.»), комплексный ферментный препарат «ПротоМакс» производства Республиканского производственного дочернего унитарного предприятия «Мариз» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» и др.

В настоящее время выявлены определенные закономерности в отношении скорости потребления и участия различных аминокислот в азотном обмене дрожжевой клетки. Применение вышеназванных кислых протеаз при деструкции белковых биополимеров зернового сырья обеспечивало основную прирост аминного азота в сусле за счет быстро и среднеабсорбируемых аминокислот: валина, серина, лизина, изолейцина, глутаминовой и аспарагиновой кислот. При этом были созданы условия для активирования дрожжей в среде с повышенной концентрацией аминного азота, что предопределило интенсивность биохимических процессов на стадии дрожжегенерации и сбраживания спиртового сусле;

- впервые установлена математическая зависимость уровня накопления дрожжевой биомассы от расхода ферментных препаратов кислой протеазы и глюкоамилазы в разрезе концентраций сухих веществ дрожжевого сусле. Оптимизирован процесс дрожжегенерации и установлены нормы расхода ферментного препарата кислой протеазы — не более 0,2 ед. ПС/г условного крахмала дрожжевого сусле, ферментного препарата глюкоамилазы — не более 3,5 ед. ПЛ/г условного крахмала дрожжевого сусле [4];

- изучено влияние оптимизированного процесса дрожжегенерации на основе совмещенного протеолиза и доосахаривания сусле на физиологическое состояние и метаболическую активность различных рас спиртовых дрожжей. В опытных образцах, где протеазу использовали на стадии дрожжегенерации, отмечено увеличение накопления биомассы для различных рас дрожжей к 18 часам в 1,5–1,6 раза больше, чем в контрольных образцах без протеазы. Количество почкующихся клеток в опытных образцах на 3,0–7,0 % больше чем контрольных, что свидетельствовало о продолжающемся активном росте биомассы. Благодаря оптимизации процесса дрожжегенерации путем использования кислой протеазы происходит увеличение зимазной активности дрожжей в среднем в 1,45–1,52 раза, а мальтазной — в 1,20–1,25 раза. Эффективность активирования метаболизма дрожжей путем культивирования в среде с повышенной концентрацией аминного азота может объясняться тем, что дрожжевые клетки увеличивают свой аминокислотный пул (запас) для дальнейших процессов размножения на стадии брожения;

- проведена сравнительная оценка эффективности применения кислой протеазы на стадии дрожжегенерации и при брожении. Установлено, что наиболее рационально применять протеазу на стадии подготовки дрожжевого сусле. Использование направленного протеолиза дрожжевого сусле обеспечивает дрожжевые клетки ассимилируемым азотом, наличие которого в сусле имеет решающее значение для ускорения процессов разбраживания и главного брожения, особенно на первом этапе, когда скорость процесса лимитируется количеством дрожжей и их про-

дуктивностью. Поскольку потребление азотистого питания в период брожения приводит к накоплению избыточного количества побочных и вторичных продуктов метаболизма, то внутренний аминокислотный резерв клеток, накопленный на стадии подготовки засевных дрожжей, позволяет решить эту проблему путем снижения азотного обмена со средой и обеспечения необходимого азотистого питания. При этом концентрация азотистого питания в период брожения не будет выше необходимой потребности для поддержания нормального уровня метаболизма дрожжевых клеток;

- исследована динамика развития посевного материала дрожжей при брожении, динамика образования этилового спирта и изменения содержания несброженных углеводов в бражке на стадии дображивания. Полученные усредненные данные подтвердили, что использование кислой протеазы на стадии дрожжегенерации в значительной степени ускорило процесс спиртового брожения, при этом накопление этилового спирта заканчивалось к 60 часам ферментации. В то время как в контрольном образце и в образце с кислой протеазой, введенной на стадии брожения, накопление этилового спирта продолжалось до 72 ч (рис. 1).

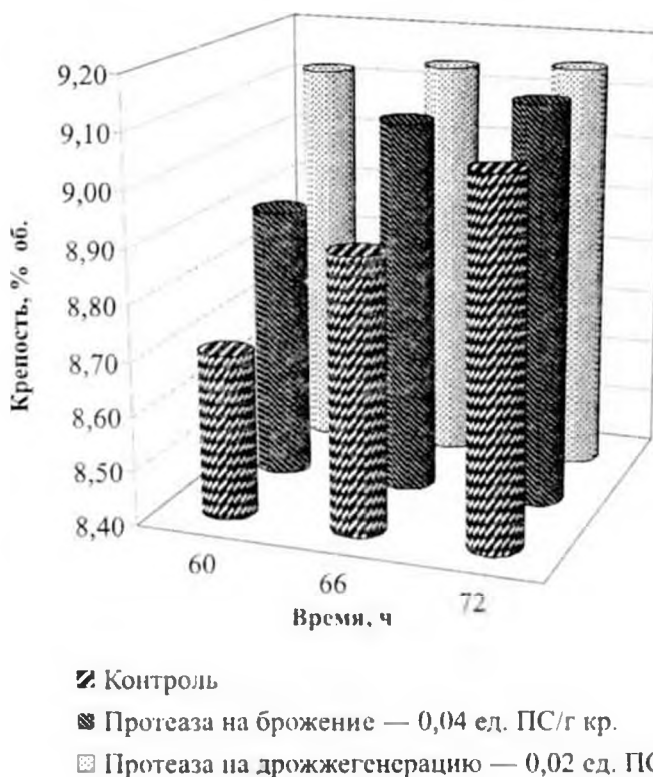


Рис. 1. Уровень накопления этилового спирта при брожении

Потребление сбраживаемых углеводов коррелировало с накоплением этанола. В образце с протеазой, введенной на стадии подготовки дрожжевого сусла, содержание углеводов в бражке практически не изменялось с 54 ч сбраживания (рис. 2).

Применение кислой протеазы на стадии совмещенного доосахаривания и протеолиза в дозировке 0,2 ед. ПС/г крахмала дрожжевого сусла при норме засева производственных дрожжей 10 % позволило установить общий расход протеазы на перерабатываемый объем крахмала производственного сусла на уровне 0,02 ед. ПС/г крахмала.

На основании проведенных лабораторных исследований и производственных испытаний установлены оптимальные параметры ведения технологического процесса, разработаны и утверждены ТИ РБ 190239501.5.745-2010 «Технологическая инструкция по приготовлению и сбраживанию высококонцентрированных замесов по интенсивной технологии производства этилового спирта из крахмалсодержащего сырья» и извещение № 1 об изменении ТР РБ 600391513.002-2010

«Технологический регламент на производство спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья» для СООО «Малиновщицненский спиртоводочный завод "Аквадив"». Разработаны научно обоснованные нормы расхода вспомогательных материалов (5 наименований) при производстве этилового спирта из пищевого сырья по интенсивной технологии на СООО «Малиновщицненский спиртоводочный завод "Аквадив"».

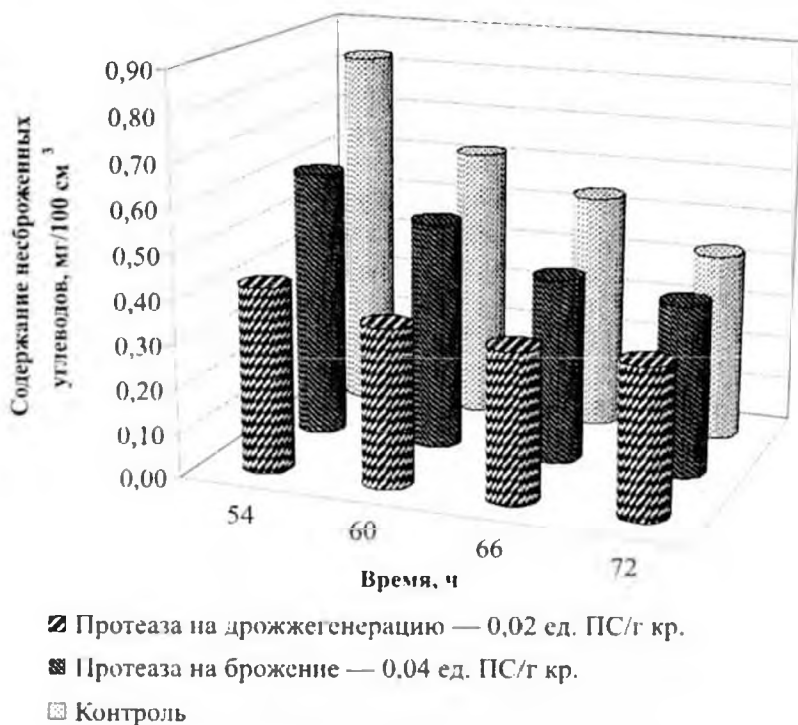


Рис. 2. Динамика изменения содержания несброженных углеводов при брожении

По результатам научно-исследовательской работы в Национальный центр интеллектуальной собственности подана заявка на выдачу патента Республики Беларусь № а 20090631 «Способ приготовления производственных дрожжей при производстве этилового спирта» и получено уведомление о положительном результате экспертизы на выдачу патента на изобретение.

Интенсивная технология производства этилового спирта из крахмалсодержащего сырья внедрена на СООО «Малиновщицненский спиртоводочный завод "Аквадив"».

Разработанная интенсивная технология производства этилового спирта на основе приготовления производственных дрожжей с использованием направленного протеолиза дрожжевого суслу позволила на базе имеющегося технологического оборудования без дополнительных материальных затрат на перевооружение активно задействовать белковые полимеры зернового сырья и увеличить уровень накопления дрожжевой биомассы в 1,4–1,6 раза (с 112,0–118,0 млн клеток на см<sup>3</sup> в контрольных дрожжанках до 157,5–167,0 млн клеток на см<sup>3</sup> в экспериментальных дрожжанках), интенсифицировать размножение дрожжевых клеток на стадии главного брожения в 1,2–1,6 раза и сократить продолжительность процесса брожения в производственных условиях с 72 ч до 60–66 ч, обеспечивая глубокое сбраживание концентрированного ржаного суслу. Внедрение интенсивной технологии увеличило оборачиваемость бродильного оборудования на 7–15 %, тем самым создав условия для эквивалентного роста производительности предприятия по выпуску этилового спирта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тананайко, Т. М. Результаты экспериментальных исследований по интенсификации производства спирта путем направленного использования эндогенных кислых протеаз / Т. М. Та-

- нанайко, А. А. Пушкарь // Пищевая промышленность: наука и технология. — 2009. — № 3(5). — С. 66–71.
2. Пушкарь, А. А. Оптимизация применения микробных протеаз в технологии спиртового производства / А. А. Пушкарь // Молодежь в науке — 2009: прил. к журн. «Вес. Нац. акад. наук Беларуси»: в 5 ч. — Ч. 3. Серия аграрных наук / редкол.: В. Г. Гусаков, И. М. Богдевич [и др.]. — Минск: Беларус. навука, 2010. — С. 445–449.
  3. Тананайко, Т. М. Интенсификация спиртового брожения путем направленного протеолиза зернового сырья / Т. М. Тананайко, А. А. Пушкарь // Перспективные биокатализаторы для перерабатывающих отраслей АПК: Сб. науч. трудов. — М.: ВНИИПБТ, 2010. — С. 274–284.
  4. Тананайко, Т. М. Оптимизация процесса дрожжегенерации с целью интенсификации производства этилового спирта / Т. М. Тананайко, А. А. Пушкарь // Пищевая промышленность: наука и технология. — 2010. — № 3(9). — С. 34–40.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 01.08.2011*

**T. Tananaiko, L. Sergejenko, A. Pushkar**

### **DEVELOPMENT OF INTENSIVE TECHNOLOGY OF BIOSYNTHESIS ETHYL ALCOHOL**

The aim of research was the development of intensive technology of ethanol on the basis of optimization of processes of preparation of yeast wort with proteolysis and the multiplication of yeast by a targeted use of acid protease.

Introduction of intensive technologies of production of alcohol on the basis of preparation of production of yeast using aimed proteolysis of fermented wort has allowed to increase the level of accumulation of yeast biomass 1,4–1,6 times (from 112,0–118,0 million cells per  $\text{cm}^3$  in the control yeast seed vessel to 157,5–167,0 million cells per  $\text{cm}^3$  in the experimental yeast seed vessel), increase the intensity of reproduction of yeast cells at the stage of the main fermentation in 1,2–1,6 times and shorten the duration of the fermentation process with 72 hours before the 60–66 hours, providing a deep fermentation of concentrated rye malt.

УДК 663.52

*Статья посвящена исследованиям ферментативной деструкции биополимеров дробины барды с максимальным накоплением растворимых сухих веществ. В процессе экспериментальных работ была исследована дробина барды, осуществлен подбор ферментного препарата эффективно гидролизующий биополимеры дробины, оптимизирован процесс ферментативной деструкции биополимеров дробины барды, проведен анализ физико-химических показателей гидролизата дробины барды, полученного в оптимизированных условиях ферментативной деструкции.*

*Проведение оптимизации ферментативного гидролиза дробины барды позволило обеспечить глубокую деструкцию некрахмалистых биополимеров и создать дополнительный источник углеводного питания, который можно включить в состав питательных сред, предназначенных для биосинтеза белка.*

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА БИОПОЛИМЕРОВ ДРОБИНЫ БАРДЫ**

УО «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, Беларусь

**Е. М. Моргунова**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология пищевых производств»