

На основании проведенных исследований разработаны критерии отбора культур в состав биконсерванта и определены штаммы перспективные для силосования растительной массы..

ABSTRACT

CRITERIA OF SELECTION OF MICROORGANISMS FOR NEW MULTISTRAIN BIOPRESERVATIVE "BIOPLANT".

N.I. Petrushenya

There is demand for biopreservatives of national production.

Lactic acid bacteria play the main role in silage fermentation. Conservation effect is achieved by reducing acidity level as a result of lactic acid production. Therefore, decreasing the pH to 4,2 units and lower inhibits development of pathogenic and undesirable microflora.

The aim of this researches is to develop criteria of selection of lactic acid bacteria to be a part of multistrain biopreservative.

Here are the following requirements for starter cultures: the microorganisms must ensure quick acidification to pH values below 4,2; must be able to grow actively under conditions of osmotic active surrounding and must not be of the heterofermentative type because of the losses in nutrition value; must possess antagonistic activity.

According to the developed criteria a number of lactic acid bacteria strains have been chosen for starter culture production.

УДК 663.533

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА АКТИВНОСТЬ МИКРОБНЫХ ПРОТЕАЗ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ РЖАНОГО СУСЛА

**Г.М. Тапанайко, канд. техн. наук, доцент, А.А. Пушкарь, Д.В. Хлиманков
РУП «Научно-практический центр Национальной академии Беларуси по
продовольствию» г. Минск, Беларусь**

Л.П. Яромич

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

Современные темпы роста цен на энергетические и сырьевые ресурсы заставляют балансировать ряд предприятия пищевой промышленности на грани выживания. Перед спиртовой отраслью, как одной из перерабатывающих отраслей, стоят непростые задачи по совершенствованию производства в направлении сокращения производственного цикла, увеличения производительности, более эффективному использованию всех составляющих зернового сырья с одновременным увеличением качества и выхода конечного продукта – этилового спирта.

Низкотемпературные режимы переработки крахмалосодержащего сырья с глубоким ферментативным воздействием на весь комплекс биополимеров – основа перспективных схем, предлагаемых отечественными и зарубежными специалистами в качестве решения поставленных выше задач. Особая роль в спиртовом производстве отводится белкам и продуктам протеолиза, выполняющих множество разнообразных функций и оказывающих существенное влияние, как на интенсивность и протекание технологических процессов, так и на выход и качество готового продукта [1,2].

Среди микробных протеаз отечественного и зарубежного производства лишь некоторые достаточно хорошо изучены с позиции состава и их действия на стандартный

субстрат. Однако литературных сведений по применению микробных препаратов протеолитического действия недостаточно, чтобы с научной точки зрения экономически обоснованно прогнозировать эффективность их использования в контексте – сырье, режим декстринизации и осахаривания суслу, специфика жизнедеятельности определенных рас дрожжей. Основная цель применения ферментных препаратов протеолитического действия в спиртовом производстве – образование низкомолекулярных азотистых соединений, источников азотистого питания дрожжей и, как следствие, улучшение жизнедеятельности дрожжей и интенсификации спиртового брожения. Кроме того, применение ферментных препаратов протеолитического действия препятствует образованию осадка на стенках аппарата [3,4].

Состав синтезируемых ферментов протеолитического действия в каждом ферментном препарате индивидуален. Так, в ферментном препарате Амилопротооризин выявлены пять протеаз (сериновая, карбоксильная, металлопротеиназа, аминок- и карбоксилептидаза) [5] Подобные данные по препаратам зарубежного производства в литературе отсутствуют. Для протеолитических ферментных препаратов понятия узкой и широкой специфичности являются относительными. Все они гидролизуют пептидные связи, хотя ни один из них не гидролизует все пептидные связи белковой молекулы, поэтому глубина гидролиза каждого индивидуального белка различна [6]. Получение данных исследований по использованию протеолитических препаратов в технологии этанола позволит разработать теоретическую базу для повышения эффективности их использования в конкретном контексте разрабатываемой или существующей технологии.

Целью проводимой работы являлось исследование влияния технологических параметров на активность протеолитических ферментов при получении ржаного суслу.

В задачи исследования входило:

- 1 Установление оптимальных условий действия ферментных препаратов в зависимости от вида субстрата;
- 2 Определение оптимальных режимов ферментативной обработки ржаных замесов;
- 3 Исследование влияния протеолитических ферментных препаратов на текучесть оптимизированных замесов.
- 4 Разработка общей процессуальной схемы получения осахаренного суслу.

Объектами исследования служила рожь (урожая 2007 года), как наиболее перерабатываемая зерновая культура в спиртовом производстве республики, и протеолитические препараты бактериального происхождения «Алкалаза 2,4 L FG», «Максазим NNPS». Для декстринизации и осахаривания суслу по низкотемпературной схеме гидроферментативной обработки сырья использовались ферментные препараты бактериального и грибного происхождения «Термамил SC DS», «Сакзайм», «Вискоферм».

С целью оценки технологических достоинств зерна на первом этапе работы были определены физико-химические показатели зерна ржи, представленные в таблице 1.

Таблица 1 - Физическо-химические показатели зерна ржи

Наименование показателя	ГОСТ 16990 (рожь)	Эксперименталь- ные данные
Абсолютная масса, г	8-37	31,05
Натура, г/дм ³	600-750	654,95
Примеси:		
сорная, %	не более 2,0	-
зерновая, %	не более 4,0	2,72
Влажность, %	не более 15,5	12,5
Крахмал, %	46,0-63,0	54,7
Клетчатка, %	не менее 1,9	2,3

Нередуцирующие сахара, %	-	5,4
Пентозаны, %	не более 10	8,9
Белок, %	9,1-13,0	10,34
Аминный азот, %	-	0,068
Амидный азот, %	-	0,09

Данные таблицы показывают, что рожь обладает высокими технологическими показателями и может быть отнесена к 3 классу в соответствии с ГОСТ 16990.

Фактические значения показателей ферментативной активности ферментных препаратов Максизим NNPS, Алкалаза 2,4 L FG в соответствии с [7], составили 655 ед. ПС/см³ и 445 ед. ПС/см³ соответственно.

При традиционной характеристике ферментных препаратов, установление оптимума температуры, pH и других кинетических параметров проводится с использованием стандартного субстрата. Но в промышленных условиях и в условиях конкретной технологии спиртового производства в качестве субстрата выступает сложная гетерогенная система, а это приводит к изменению основных кинетических параметров ферментативной реакции. В частности, в технологии этанола – это многокомпонентная система, представляющая собой смесь зернового помола и воды. Состав данного субстрата оказывает влияние на характер протекания процесса протеолиза и изменяет оптимальные значения температуры и pH.

Поэтому исследование гидролитической способности некоторых препаратов протеаз, поставляемых в нашу страну зарубежными компаниями, с использованием в качестве растительного сырья зерна ржи представляет большой интерес.

Протеолитическая активность определялась модифицированным методом Ансона. При определении в качестве стандартного субстрата использовался 1%-ный раствор казеината натрия; зерновой субстрат – измельченное зерно ржи, характеризующееся 100% проходом через сито d=1 мм, смешанное с водой в соотношении помол : вода – 1:3.

Изменение активности ферментных препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максизим NNPS» в зависимости от pH зернового субстрата представлены в на рисунках 1, 2.



Рисунок 1 – Влияние pH на активность «Алкалазы 2,4 L FG»

Так, при изучении влияния pH на активность исследуемых ферментных препаратов установлено, что оптимум pH при гидролизе белков зернового субстрата для препарата «Алкалаза 2,4 L FG» сдвигается в кислую область pH относительно стандартного субстрата и составляет 5,7-5,8. Причем при pH=7,0, который является оптимальным для действия

«Алказазы 2,4 L FG» на стандартном субстрате, ферментный препарат «Алказазы 2,4 L FG», действующая на зерновом субстрате, сохраняет только 60% своей активности.

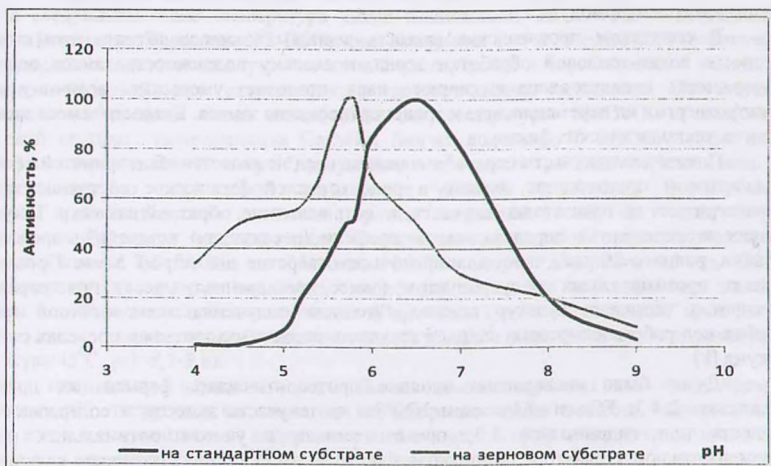


Рисунок 2 – Влияние pH на активность «Максазим NNPS»

Оптимум pH для ферментного препарата «Максазим NNPS» также сдвигается в кислую область pH относительно стандартного субстрата и составляет 5,7-5,8. При pH=6,8, который является оптимальным для действия ферментного препарата «Максазим NNPS» на стандартном субстрате, «Максазим NNPS», действующий на зерновом субстрате, сохраняет только 50% своей активности.

При исследовании влияния температуры на активность ферментного препарата «Алказазы 2,4 L FG» было установлено, что температурный оптимум для «Алказазы 2,4 L FG» при действии на стандартный субстрат составляет 60°C, а при действии на зерновой субстрат составляет 45°C. Причем, при 60°C в этом случае сохраняется 65% активности.

Температурный оптимум для «Максазима NNPS» при действии на стандартный субстрат составляет 50°C, при гидролизе же зернового субстрата оптимум составляет 45°C. При 50°C в этом случае сохраняется 90% активности.

Итак, оптимальными условиями действия ферментного препарата «Алказазы 2,4 L FG» на зерновой субстрат являются: pH=5,7-5,8, температура – 45°C; ферментного препарата «Максазим NNPS»: pH=5,7-5,8, температура – 45°C.

Следующая серия опытов была посвящена установлению активности протеолитических ферментных препаратов по нарастанию аминного азота для ржаных сред различной концентрации.

В качестве зернового субстрата использовалось измельченное зерно ржи, характеризующееся 100% проходом через сито $d=1$ мм, смешанное с водой (гидромодуль 1:4, 1:3 и 1:2,5). Прединкубация субстратов проводилась при температуре 45°C (оптимальная температура, установленная выше) в течение 10 мин с дальнейшим подкислением субстрата серной кислотой и внесением ферментных препаратов «Алказазы 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» в стандартной дозировке. Протеолиз проходил в течение 30 мин при постоянном перемешивании.

Как показали результаты исследования, наибольшее количество аминного азота накапливалось после протеолиза затора с гидромодулем 1:4 и наименьшее – с

гидро модулем 1:2,5. Такое соответствие можно объяснить плохим массообменом между высококонцентрированным сушлом и ферментным препаратом. Но использование высоких гидро модулей приводит к разбавлению замесов. Поэтому в данном случае рекомендуется использовать гидро модуль 1:3.

В спиртовом производстве вязкость зерновых замесов играет важную роль в процессе водно-тепловой обработки зерна, поскольку подвижность замеса определяет возможность использования вторичного пара, позволяет уменьшить величину расхода электроэнергии на перемешивание и транспортирование замеса. Вязкость замеса зависит от многих технологических факторов.

Показатель текучести перерабатываемых сред не является общепринятой величиной в спиртовом производстве, однако в ряде отраслей физическое состояние крахмала характеризуют по показателю текучести, то есть величине, обратной вязкости. Текучесть в наших экспериментах определялась по времени (в секундах) истечения определенного объема, равного 20 см³, через калибровочное отверстие диаметром 5 мм. Проведенный анализ промышленных полупродуктов (замес, разваренная масса) при переработке различных зерновых культур показал, что для получения технологичной среды и стабильной работы спиртовых заводов текучесть должна находиться в пределах от 1 до 20 секунд [8].

Далее было исследовано влияние протеолитических ферментных препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» на текучесть замесов и содержание сухих веществ при гидро модуле 1:3, приготовленных с учетом оптимальных режимов ферментативной обработки (температура 45⁰С и pH 5,7-5,8). Контролем служил замес приготовленный по аналогичным режимам без внесения препаратов протеолитического действия

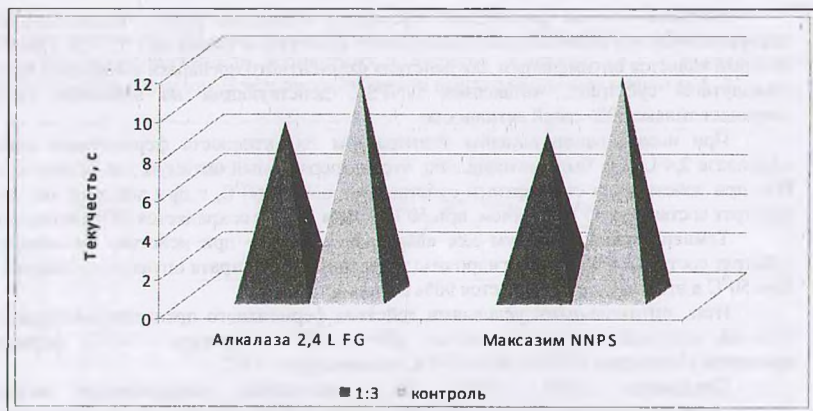


Рисунок 3 – Влияние протеолитических ферментных препаратов на текучесть замесов

Проанализировав результаты эксперимента, можно сделать следующий вывод. При применении ферментных препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» имело место незначительное снижение текучести (в сравнении с контролем). Но общая хорошая текучесть замесов объясняется не только действием внесенных ферментных препаратов, но и собственных амилаз. Определенная роль отводится и правильно подобранным оптимальным условиям действия протеолитических ферментов.

При разработке процессуальной схемы получения осахаренного сушла рассмотрены следующие варианты его приготовления. Измельченное сырье (степень помола 100% прохода через сито диаметром 1 мм) смешивалось с водой (гидро модуль 1:3), вводился

ферментный препарат Вискоферм (норма дозировки 0,3 дм³ на тонну сухих веществ зерна), способствующий гидролизу некрахмалистых полисахаридов и некоторому разжижению. Далее смесь нагревалась до температуры 45-50⁰С и выдерживалась 30 минут.

На следующем этапе температура смеси поднималась до 88-90⁰С и добавлялся ферментный препарат Термамил SC DS (норма дозировки 0,4 ед./г условного крахмала), затем проводилась длительная пауза в течение 2 часов, целью которой являлось создание оптимальных условий для разжижения и декстринизации крахмала. На стадии осахаривания разваренная масса охлаждалась до температуры 60-65⁰С, и вносился ферментный препарат глюкоамилазы Сакзайм (норма дозировки 7 ед.ГлС/г условного крахмала) и выдерживалась 80 минут. В результате получали контрольный образец суслу.

На основании результатов оптимизации условий применения ферментных препаратов протеолитического действия кроме контрольного образца суслу были приготовлены образцы с использованием ферментных препаратов протеолитического действия «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» (норма дозировки 0,3 ед. ПС/г условного крахмала), которые вводились поочередно на стадии приготовления замеса (Варианты 1 и 3) и на стадии осахаривания (Варианты 2 и 4). Ферментные препараты вводились после предварительной корректировки субстрата до оптимальных параметров (температура 45⁰С, рН=5,7-5,8).

Все полученные варианты суслу были проанализированы по следующим показателям: рН, титруемая кислотность, концентрация сухих веществ, содержание аминного азота и количественное содержание аминокислот с помощью аминокислотного анализатора на колонках Zorbax Eclipse – AAA [9].

Результаты анализов сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика показателей качества ржаного суслу, полученного с использованием бактериальных протеаз

Вариант	рН	Титруемая кислотность, град.	СВ, %	Содержание аминокислот, мг/100 см ³	Аминный азот, мг/ 100 см ³
Контроль	6,3	0,24	16,1	65,32	21,0
Вариант 1	5,7	0,23	16,4	75,08	37,0
Вариант 2	5,8	0,20	16,5	172,77	78,0
Вариант 3	5,7	0,25	16,3	85,20	42,0
Вариант 4	5,7	0,23	16,4	192,88	85,0

При использовании ферментного препарата «Максазим NNPS» кислотность практически не меняется по сравнению с контрольными образцами, тогда как при использовании ферментного препарата «Алкалаза 2,4 L FG» происходит некоторое понижение кислотности. Причина этого, возможно, в образовании определенных продуктов протеолиза, образующих нерастворимые соединения (например, соли) с кислыми соединениями, а это приводит к снижению титруемой кислотности на фоне увеличения концентрации водородных ионов (рН).

Анализ динамики накопления сухих веществ показал, что содержание растворимых сухих веществ в контрольном образце меньше, чем в образцах, подвергшихся воздействию ферментных препаратов протеолитического действия. Это связано, вероятно, с увеличением содержания водорастворимого белка, а также с большей степенью растворения крахмала за счет лучшего его высвобождения из крахмальных зерен, а

соответственно лучшей атакуемости амилолитическими ферментами. Если же сравнивать действие ферментных препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS», то можно сказать, что при воздействии на замес ферментным препаратом «Максазим NNPS» в растворенное состояние переходит больше сухих веществ, чем при действии ферментного препарата «Алкалаза 2,4 L FG».

На основании данных по содержанию аминного азота можно сделать вывод, что применение ферментных препаратов протеаз бактериального происхождения «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» на стадии приготовления замеса менее эффективно, чем на стадии осахаривания.

Проделанный комплекс исследований позволил установить, что применение бактериальных препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» для спиртовой отрасли является наиболее перспективными на стадии осахаривания суслу. Исследования показали, что оптимальными условиями действия препаратов в контексте переработки сложной гетерогенной системы ржаного замеса являются – температура 45⁰С и pH 5,7-5,8 для обоих препаратов протеолитического действия. Анализ переработки ржаного суслу с использованием препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» в условиях оптимизированных параметров отражает эффективные изменения реологии замесов, нарастание растворимых веществ суслу, динамичный рост низкомолекулярных азотистых соединений и, как следствие, качественную подготовку осахаренного суслу к жизнедеятельности дрожжевых клеток.

Полученные результаты будут в дальнейшем использованы при подборе оптимальных дозировок ферментных препаратов протеолитического действия на стадии осахаривания с последующей оценкой динамики показателей качества сбраживаемого ржаного суслу.

Список литературы

- 1 Кадиева А.Т. Разработка интенсивной технологии этанола на основе целенаправленного применения мультиэнзимных систем и новых рас спиртовых дрожжей: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / А.Т. Кадиева; ВНИИПБТ.- М., 2003.-29 с.
- 2 Тананайко, Т.М. Изучение эффективности использования ферментных препаратов Сан Супер 360 Л, Вискоферм в спиртовой промышленности / Т.М. Тананайко [и др.] // Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств: часть 1, сб. докл. VI Международ. научн.- техн. конф., Минск, 2-3 окт., 2007 г. / науч.- практ. центр НАН Беларуси по продов., редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. – Несвиж, 2007.- С.277 - 281.
- 3 Войнарский И.Н. Отбор препаратов протеаз для спиртового производства по интенсивности и глубине гидролиза белков суслу / И.Н. Войнарский, Л.В. Римарева, В.Л. Яровенко // Ферментативная и спиртовая промышленность. - 1979. - №8. - С. 29 – 31.
- 4 Громов С.И. Особенности низкотемпературной переработки зернового сырья на спиртовых заводах // Ликероводочное производство и виноделие. – 2005. - №4. – С. 4 – 6.
- 5 Римарева Л.В. Эффективный ферментный препарат для протеолиза растительного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья.- 1995.-№6.- С.4.
- 6 Рид Дж. Ферменты в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 416 с.
- 7 Препараты ферментные. Методы определения протеолитической активности: ГОСТ 20264.2-88. – Введ. 01.01.89. – М.: Министерство медицинской и микробиологической промышленности СССР: – 15 с.
- 8 Калинин О.А. Оптимизация переработки зерна ржи в спиртовом производстве / О.А. Калинин [и др.] // Техника и технология. – 2004. - №1. –С. 18-20.
- 9 Рухлядева А.П. Технохимический контроль спиртового производства. – М.; Пищевая промышленность, 1974. – 355 с.

Аннотация

Особая роль в спиртовом производстве отводится белкам и продуктам протеолиза, выполняющих множество разнообразных функций и оказывающих существенное влияние, как на интенсивность и протекание технологических процессов, так и на выход и качество готового продукта

Целью проводимой работы являлось исследование влияния технологических параметров на активность протеолитических ферментов при получении ржаного сусла.

В ходе проводимых исследований были определены оптимальные условиями действия ферментных препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» на зерновой субстрат, была отработана и проанализирована (по нарастанию аминного азота) активность протеолитических ферментных препаратов для ржаных сред различной концентрации. Установлено, что при применении ферментных препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» имело место снижение текучести (в сравнении с контролем). Определенная роль отводится и правильно подобранным оптимальным условиям действия протеолитических ферментов. Анализ динамики накопления сухих веществ в замесах показал, что использование протеолитических ферментных препаратов бактериального происхождения способствует большему переходу экстрактивных веществ в сусло.

Полученные результаты будут в дальнейшем использованы при подборе оптимальных дозировок ферментных препаратов протеолитического действия на стадии осахаривания с последующей оценкой динамики показателей качества сбраживаемого ржаного сусла.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА АКТИВНОСТЬ МИКРОБНЫХ ПРОТЕАЗ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ РЖАНОГО СУСЛА

Т.М. Тананайко, канд. техн. наук, доцент, А.А. Пушкарь, Д.В. Хлиманков
РУП «Научно-практический центр Национальной академии Беларуси по продовольствию» г. Минск, Беларусь

Л.П. Яромич

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

Особая роль в спиртовом производстве отводится белкам и продуктам их гидролиза, выполняющих множество разнообразных функций и оказывающих существенное влияние, как на интенсивность и протекание технологических процессов, так и на выход и качество готового продукта

Целью проводимой работы являлось исследование влияния технологических параметров на активность протеолитических ферментов при получении ржаного сусла.

В ходе проводимых исследований были определены оптимальные условиями действия ферментных препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» на зерновой субстрат, была отработана и проанализирована (по нарастанию аминного азота) активность протеолитических ферментных препаратов для ржаных сред различной концентрации. Установлено, что при применении ферментных препаратов «Алкалаза 2,4 L FG» и «Максазим NNPS» имело место снижение текучести (в сравнении с контролем). Определенная роль отводится и правильно подобранным оптимальным условиям действия протеолитических ферментов. Анализ динамики накопления сухих веществ в замесах показал, что использование протеолитических ферментных препаратов бактериального происхождения способствует большему переходу растворимых веществ в сусло.

Полученные результаты будут в дальнейшем использованы при подборе оптимальных дозировок ферментных препаратов гидролизующих белок зерна на стадии гидролиза крахмала с последующей оценкой динамики показателей качества при брожении ржаного сусла.

Summary

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETRES ON ACTIVITY MICROBIC PROTEASE IN THE COURSE OF RECEPTION OF A RYE MASH

T.M. Tananajko, cand. tech. sci., the senior lecturer, A.A. Pushkar, D.V. Hlimankov
*RUE «Scientifically-practical centre of National academy of Belarus on the foodstuffs»
Minsk, Belarus*

L.P. Jaromich

FE «Mogilev state university of the foodstuffs» Mogilev, Belarus

The special role in spirit manufacture is taken away to fibers and products of their hydrolysis, various functions carrying out set and making essential impact, as on intensity and course of technological processes, and on an exit and quality of a ready product.

The purpose of spent work was research of influence of technological parameters on activity proteolytic enzymes at reception of a rye mash.

During spent researches have been defined optimum by conditions of action of fermented preparations «Alcalaza 2,4L FG» and «Maxasim NNPS» on a grain substratum, it has been fulfilled and analyses (on increase amino nitrogen) activity proteolytic enzyme preparations for rye environments of various concentration. It is established, that at application of fermented preparations «Alcalaza 2,4L FG» and «Maxasim NNPS» fluidity decrease (in comparison with the control) took place. The certain role is taken away and to correctly picked up optimum conditions of action proteolytic enzymes. The analysis of dynamics of accumulation of solids in batter has shown, that use proteolytic ferment preparations of a bacterial origin promotes to transition of soluble substances in a mash.

The received results will be used further at selection of optimum dosages of fermented preparations of hydrolyzing squirrels of grain at a stage of hydrolysis of starch with the subsequent estimation of dynamics of indicators of quality at fermentation of a rye mash.

УДК 664.7:636.085.55

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ КРАХМАЛОПАТОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Л.В. Рукшан, Н.С. Старостенко, А.В. Ветошкина
УО «Могилевский университет продовольствия»

Введение

Одной из самых важных проблем, стоящих перед пищевой промышленностью Республики Беларусь, является не только производство качественных продуктов и рациональное использование сырья, но и утилизация получаемых при этом побочных продуктов.

В крахмалопаточной промышленности все виды используемого сырья, пригодного для промышленной переработки с целью извлечения крахмала, по массовой доле сухих веществ (СВ) можно подразделить на две основные группы [1]:

- корнеклубнеплоды и стебельные растения – 20-30% СВ (картофель и др.);
- зерновые и зернобобовые – 85-90% СВ (наиболее богатые крахмалом кукуруза, sorgo, пшеница, ячмень, рожь, рис, горох и др.).