

ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Крахмалева Т.М., Манеева Э.Ш., Халитова Э.Ш.

ФГБОУ «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

С деятельностью ферментов человечество знакомо очень хорошо с глубокой древности, хотя и не догадывалось об этом. Испокон веков люди знали способы приготовления хлеба, вина, пива, сыра, различных соусов, в которых основную роль играют процессы брожения, т.е. процессы вызываемые микроорганизмами и выделяемыми ими ферментами. Промышленное производство ферментных препаратов началось около 100 лет назад. Изначально оно было основано на извлечении ферментов из сырья растительного и животного происхождения, а затем для этого начали активно применять микроорганизмы.

В настоящее время развитие биотехнологии, научные открытия в области энзимологии сделали ферментные препараты незаменимым участником многих пищевых технологий. Использование ферментов позволяет повышать скорость технологических процессов, ощутимо увеличивать выход готовой продукции, улучшать ее качество, экономить ценное сырье и снижать количество отходов.

Для получения ферментных препаратов пищевого назначения используются органы и ткани сельскохозяйственных животных, культурные растения, специальные штаммы микроорганизмов (плесневых грибов, бактерий). Таким образом, по происхождению и виду сырья их можно разделить на три группы.

Ферментные препараты растительного происхождения извлекаются из папайи, инжира, ананаса, а так же представлены солодом и препаратами на основе солода.

Папаин является наиболее применяемым в производстве ферментом протеолитического действия и ускоряет процесс гидролиза пептидной связи в молекулах белков и их производных. Папаин и химопапаин - ферменты латекса плодов дынного дерева (папайи) (*Carica papaya*). Фицин выделяют из млечного сока растений семейства тутовых рода фикусовых, например, инжира (*Ficus carica*). Фермент бромелайн получают из свежего сока ананаса (*Ananas comosus*, *Ananas bracteatus*) - соплодия травянистого растения семейства Bromeliaceae.

Солод - это искусственно пророщенное зерно, при определенных температуре и влажности. В процессе прорастания в зерновке активизируются ферментные системы, находящиеся до этого в зимогенном состоянии. Эти изменения создают в солодовом зерне мощную ферментную систему, содержащую ферменты широкого спектра действия, в основном гидролазы (амилазы, протеазы, липазы, цитазы и т.д.). При изготовлении солодовых препаратов с помощью растворителей, чаще воды, извлекают ферментные комплексы из солода, вытяжки сгущают и получают солодовые экстракты и сиропы. Препараты на основе солода обладают более ярко выраженной ферментативной активностью по сравнению с солодом.

Ферментные препараты животного происхождения выделяют из различных отделов желудочно-кишечного тракта животных. По сути - это пищеварительные ферменты. Вырабатывают сычужный фермент, пепсин (куриный, говяжий, свиной), трипсин, химотрипсин. Все они являются протеолитическими ферментами.

Сычужный фермент от слова «сычуг» (сычужок) - засоленный и высушенный желудок жвачных животных, имеет два активных компонента: химозин и пепсин. Химозин (ренин) - это гидролаза, вырабатываемая желудочными железами жвачных животных (железами сычуга (4-го отдела желудка)). Основным источником ренина природного происхождения являются желудки молочных телят, ягнят, козлят, возраст которых не более 10 дней. В более позднем возрасте одновременно с ренином вырабатывается значительное количество пепсина, который ухудшает свойства сычужного фермента. Пепсин в чистом виде это фермент, выделяемый в желудках млекопитающих, который сворачивает молоко для лучшего его усвоения. По действию это - эндопептидаза, то есть фермент, который расщепляет пептидные связи в молекулах белков и пептидов.

Трипсин и химотрипсин - получают из поджелудочной железы крупного рогатого скота. Катализируют гидролиз белков и пептидов, в виде неочищенного панкреатина находят некоторое применение в пищевой промышленности для производства гидролизатов.

Ферментные препараты животного происхождения обладают молокосвертывающим свойством, поэтому применяются, например, в сыроделии. Раньше сыр делали именно с применением кусочков засоленных и высушенных сычужков, которые клали в молоко для его сворачивания. Нужно отметить, что в некоторых местах так делают и до сих пор - например, в горных селениях Кавказа.

Ферментные препараты микробного происхождения получают при культивировании специфических микроорганизмов, способных вырабатывать определенные ферменты. В настоящее время большинство ферментов в промышленности получают, используя бактерии и плесневые грибы в специальных аппаратах биореакторах (ферментерах) в жестко контролируемых условиях. Различают ферментные препараты бактериальные, полученные путем глубинного культивирования бактерий, и грибные, полученные путем поверхностного культивирования микроскопических грибов.

При составлении названия ферментного препарата микробного происхождения в него вносят название основного фермента, название микроорганизма-продуцента, т.е. микроорганизма, в процессе жизнедеятельности которого был получен ферментный препарат, способ культивирования микроорганизма (глубинный, поверхностный), степень очистки и, следовательно, активности.

В процессе хранения продовольственного сырья, его транспортировки, переработки в продукты питания и при хранении готовой продукции происходят разнообразные изменения, связанные с активностью различных ферментов. В технологии пищевых продуктов применяются ферментные

препараты с амилалитической, протеолитической, липолитической, пектолитической, оксидазной активностью. Если несколько десятков лет назад ферментные препараты широко использовали только в производстве спирта, пива и сыроделии, то сейчас ферменты широко применяют мясная, кондитерская, хлебобулочная, крупяная, консервная, крахмалопаточная, дрожжевая, рыбоперерабатывающая, масложировая, молокоперерабатывающая промышленности. Ферментные препараты активно используют при получении фруктовых и овощных соков, безалкогольных напитков, производстве белковых гидролизатов, инвертного сиропа, яичного порошка, шоколада, какао, кофе, пектина, приправ, ароматизирующих продуктов и т.д. Важная и перспективная область применения энзиматических препаратов - это общественное питание: выработка готовых блюд, кулинарных изделий, полуфабрикатов.

Получить хлеб требуемого качества можно лишь тогда, когда в процессе тестоведения оптимально сочетаются скорости микробиологических процессов и биохимических превращений. Под действием ферментов протекает гидролиз белков и углеводов, что в некоторой степени способствует интенсификации этих превращений и положительно сказывается на качестве хлеба. В хлебопечении применение ферментов α -амилазы и гемицеллюлазы способствует снижению расхода муки, улучшению качества теста, замедляет черствение, а также позволяет расширить производство охлажденного и замороженного теста. Эти ферменты участвуют в расщеплении крахмала до простых сахаров, что необходимо для лучшего питания дрожжей, повышения водопоглощительной и газообразующей способности теста, обеспечения стабильности тестовых заготовок, предотвращения затягивания теста. Ферменты также способствуют образованию большего удельного объема хлеба, получению тонкой корочки, повышению эластичности мякиша и улучшению его структуры. Ферменты окислительного действия - ферменты оксидазы, пероксидазы - улучшают газодерживающую способность и стабильность теста при разделке и окончательной расстойке, в результате чего повышается качество готовых изделий. Улучшители восстановительного действия повышают растяжимость клейковины, снижают ее упругость, сокращают время созревания теста и улучшают качество хлеба из муки с излишне хрупкой или короткорвущейся клейковиной. Если раньше в качестве источника ферментов использовали солод (источник α -амилазы, протеолитических и других ферментов), то сейчас все больше применяют ферментные препараты микробного происхождения, например, амилоризин П10Х.

При производстве мучных кондитерских изделий применяют комплексные ферментные препараты, содержащие активные протеазы и α -амилазу (например, амилоризин П10Х). Их использование позволяет ускорить процесс брожения, корректировать физические свойства клейковины муки, изменять реологические свойства теста, ускорять его созревание. При производстве крекеров, галет, кексов разумным является применение комплексных препаратов с преобладающей протеолитической активностью, но содержащих в своем составе α -амилазу. Совместное действие этих энзимов обеспечивает дрожжи

сбраживаемыми углеводами и низкомолекулярными продуктами гидролиза белка. Часть неиспользованных при брожении сахаров и азотсодержащих веществ участвует в реакции меланоидинообразования, что придает крекерам, галетам, кексам интенсивную окраску и специфический запах.

β -Фруктофуранозидаза применяется в кондитерской промышленности при производстве помадных конфет и жидких фруктовых начинок. Она необходима для того, чтобы получить жидкую или полумягкую консистенцию при высоких концентрациях сахара.

Крахмалопаточная промышленность вырабатывает большой ассортимент продукции: сухой крахмал, модифицированные крахмалы, декстрины, различные виды крахмальных паток, глюкозу, глюкозо-фруктозные сиропы. Благодаря применению ферментов происходит увеличение выхода продукции, облегчается модификация крахмала, т.е. получение крахмала с четко заданными свойствами. Для ведения технологического процесса используют глюкозоизомеразу, амилосубтилин Г10Х, глюкавомарин Г20Х, амилоризин П10Х [1].

В масложировой промышленности использование ферментных препаратов увеличивает выход продукции и экстракцию масла.

Ферментные системы, используемые при производстве вин, плодово-ягодных соков, безалкогольных напитков необходимы для повышения степени извлечения сока из сырья, осветления и стабилизации вина, соков, безалкогольных напитков, предотвращения окислительно-восстановительных процессов в соках, для инверсии сахарозы при получении безалкогольных напитков. Для достижения этих целей применяют пектолитические, протеолитические, мацерирующие ферменты, глюкооксидазы, каталазы, инвертазы.

При производстве пива по традиционной технологической схеме необходимые энзимные системы содержатся в солоде. Применение ферментных препаратов микробного происхождения (амилоризин П10Х, амилосубтилин Г10Х, амилосубтилин Г20Х, протосубтилин Г10Х, проторизин П20Х, ксилоглюканофоетидин П10Х, цитороземин ПХ) позволяет заменить часть солода несоложенным ячменем [2, 3]. Представляет интерес применение щелочной гранулированной протеазы [4]. Для борьбы с холодным помутнением в пивоваренном производстве используются растительные ферменты - папаин, фицин, бромелин, а также грибные (продуцируемые плесневыми грибами рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Amylomyces*) и бактериальные (продуцируемые *Bacillus subtilis*) протеазы.

При производстве спирта из зернового сырья для разжижения и осахаривания крахмала активно используют солод, препараты на основе солода и ферментные препараты микробного происхождения с амилолитическим, протеолитическим и цитолитическим действием, например, Зимаджунт НТ-340С, Глюкозим Л-400С [5].

Комплексные ферментные препараты, содержащие эндопептидазы, используются в пищевом концентратной и консервной промышленности при приготовлении концентратов из трудноразвариваемых круп, гороха, фасоли.

Гидролизаты желатина используют для приготовления низкокалорийных напитков, где негидролизованый желатин применять нельзя. Процесс гидролиза раствора желатина проводят смесью щелочной и нейтральной протеаз.

Для реструктурирования мяса применяют протеолитические ферменты. Размягчение мяса происходит эффективно под действием эндогенных протеаз, особенно нейтральных протеаз. Для этого процесса можно использовать фермент папаин, который содержится в папайе, микробные ферменты из *Bacillus subtilis* и *Aspergillus oryzae*. Процесс протеолиза необходимо тщательно контролировать, чтобы избежать излишнего гидролиза отдельных участков. Размягчение мяса главным образом происходит во время тепловой обработки.

Разработаны процессы отделения мяса от костей с использованием протеаз, а также разделения мясных отходов на высококачественную жировую, растворимую белковую, нерастворимую белковую и костную фракции.

Ферменты применяются в рыбоперерабатывающей промышленности для переработки несъедобной рыбы или рыбных отходов в рыбий жир, рыбные растворы. Удаляют рыбный запах и вкус из рыбных белков путем обработки их протеолитическими ферментами.

Большинство ферментов животного происхождения, например, поджелудочные эстеразы, используются в производстве молочных продуктов; доказана возможность применения микробных липаз в этих целях. Например, липазой из *Mucor miehei* заменяют животную поджелудочную эстеразу, вызывающую образование специфического букета в твердых итальянских сырах. Грибные липазы ускоряют созревание сыра чеддер и улучшают образование букета и окраски сыров. Развитие запаха в некоторых молочных продуктах значительно зависит от действия ферментов на молочный жир, а липолитические ферменты используются для повышенного образования запаха сыров и масла при их приготовлении на хлопковом масле и порошковом цельном молоке [1].

Таким образом, применение ферментных препаратов позволяет интенсифицировать технологические процессы, улучшать качество готовой продукции, увеличивать ее выход, экономить ценное пищевое сырье, так как их применение позволяет ускорять одновременно несколько процессов.

Список литературы

- 1. Крахмалева, Т.М. Пищевая химия: учеб. пособие / Т. М. Крахмалева, Э. Ш. Манеева.- Оренбург: Университет, 2012. - 155 с. - Библиогр.: с. 154. - ISBN 978-5-4417-0051-1.*
- 2. Крахмалева, Т.М. Исследование процесса гидролиза крахмала и белковых веществ ячменя / Т.М. Крахмалева, К.А. Калунянц, Р.А. Колчева // АгроНИИТЭИпище-пром.- М., 1990.- № 7.- с. 89.- Депонир. в ВИНТИ 12.04.90, № 2248.*
- 3. Крахмалева, Т.М. Изучение влияния электрохимических факторов на процесс гидролиза крахмала и белковых веществ ячменя / Т.М. Крахмалева, К.А.*

Калунянц, Р.А. Колчева, А.А. Кочеткова // АгроНИИТЭИпище-пром.- М., 1990.- № 7.- с. 89.- Депонир. в ВИНИТИ 12.04.90, № 2249.

4. Крахмалева, Т.М. *Получение пивного сусла с использованием несоложенного ячменя / Т.М. Крахмалева, Г.В. Карпова // Информ. листок № 72-98.- Оренбург: МТЦНТИ, 1998.- 2 с.*

5. Крахмалева, Т.М. *Использование концентрированных ферментных препаратов микробного происхождения спиртового производства в пивоварении / Т.М. Крахмалева, Г.В. Карпова, Е.Н. Белобокова // Оптимизация сложных биотехнологических систем: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. / Орен. гос. ун-т.- Оренбург: ОГУ, 2003.- с. 100-104.- ISBN 5-7410-0163-7.*