

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТОВ, ПРОДУЦИРУЕМЫХ МИКРООРГАНИЗМАМИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И.Г. Лияскина, И.С. Милентьева

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Аннотация

Цель: исследование наиболее перспективных ферментов, продуцируемых микроорганизмами и применяемых в разных отраслях пищевой промышленности.

Ключевые слова: ферменты, пищевая промышленность, микроорганизмы, ферментные препараты, энзимология.

Ферменты (энзимы) являются биологическими катализаторами, ускоряющими процессы многих химических реакций. Известно, что с давних времен люди применяли энзимы для приготовления и улучшения разных продуктов питания. Сообщается, что ферменты могут быть как простыми (состоящими из аминокислот) и сложными (имеющие в составе небелковые компоненты). Все ферменты подразделяются на классы в зависимости от объекта катализа: оксиредуктазы (реакции окисления и восстановления), лиазы (реакции негидролитического отщепления групп от субстрата), изомеразы (реакции изомеризации), лигазы (реакции синтеза с разрывом связей АТФ), гидролазы (реакции гидролиза) и трансферазы (реакции переноса групп из соединения в соединение). Главной целью всех энзимов является всестороннее регулирование обмена веществ организма. В настоящее время пищевая промышленность находится в поиске лучших и экологически безопасных способов изготовления своей продукции, а также выходов для импортозамещения и создания конкурентоспособной обстановки. С этой задачей могут справиться ферменты, выделенные из бактерий, грибов, водорослей и простейших. Существует множество способов их извлечения из клеток для использования в коммерческих отраслях. С их помощью повышается скорость и качество различных процессов вследствие их специфичности и отсутствия побочных продуктов реакций. Именно поэтому препараты на основе ферментов набирают популярность, и все больше заменяют химические катализаторы растительного (из культур растений) и животного (из органов и тканей животных) происхождения [1].

На данный момент в промышленных масштабах производится около 40-50 ферментов (до 1 тонны в год). Самыми популярными являются: амилазы, липазы, целлюлазы и протеазы в виде порошков, гранул или жидких концентратов. Их получают партиями при культивировании продуцирующего организма в небольших ферментерах (10-100 см³) от 30 до 150 часов. Однако с развитием технологий был создан метод непрерывного культивирования, при котором субстраты попадают в реактор с течением времени, а не с самого начала. Основными стадиями промышленного производства являются: подготовка культур микроорганизмов; подготовка сырья; непосредственная ферментация; очистка конечного продукта; выход в товарную форму. Ферментация является основной и очень значимой стадией биотехнологического процесса, в процессе которой происходит накопление биомассы и других продуктов метаболизма. Ферментеры представляют собой приборы (вертикальные, горизонтальные или шарообразные ёмкости) различного объема (до 10л. – малые, многотонажные от 1000л.), осуществляющие постепенное перемешивание среды во время синтеза. Паровая рубашка, воздушные фильтры, отбойники, мешалки, а также барботеры являются основными составляющими конструкции.

Выход продукта напрямую зависит от качества и технического оснащения, а также влияет на производительность всего предприятия в целом. Данное оборудование в зависимости от конструкции могут подразделяться на: ферментеры с комбинированным

подводом энергии, с подводом к жидкой и газовой фазе. Если рассматривать биореакторы по организации процесса, то они бывают непрерывного и периодического действия. Таким образом, оборудование для синтеза ферментов является ключевым фактором экономического развития промышленного производства.

Сообщается, что преимуществами ферментативных препаратов на основе микроорганизмов являются: повышенная устойчивость, непрерывный синтез, генетическое многообразие, упрощенный контроль над производством препаратов и др. Промышленные ферменты принято разделять на кормовые ферменты, ферменты для пищевой промышленности, а также технические ферменты [2]. Известно, что продуценты ферментов должны обладать генетической стабильностью, высокой скоростью роста, повышенной активностью, а также культивирование должно проводиться в полностью стерильных условиях.

Свое применение микробные ферменты нашли в химическом синтезе, при получении хиральных аминокислот, фруктозы и сахарозы. В косметологии, медицине, производстве функциональных продуктов, моющих средств и текстиля также можно обнаружить энзимы. Однако наибольший масштаб использования таких препаратов приходится на винодельную, хлебопекарную и мясомолочную отрасли промышленности [3].

Установлено, что при производстве хлеба и кондитерских изделий многие химические составляющие (такие как бромат калия) можно заменить на природные катализаторы, обеспечивающие неизменные свойства муки. Чаще всего используют α -амилазу (из микробных культур *Aspergillus* и *Bacillus subtilis*) и липазу (*Bacillus subtilis*) для увеличения объема производимой продукции и срока хранения, а также для улучшения цвета и вкусовых характеристик [4]. В свою очередь, протеазы (*Aspergillus terricola* и *Bacillus subtilis*) способны придавать тесту эластичность за счет ослабления белка клейковины, а гемицеллюлазы (из микробных культур *Trichoderma viride*) увеличивают его подъем. Для получения более пластичного теста используют ферментные препараты на основе папаина.

Для промышленного производства молочных продуктов (сыр, йогурт, молоко и др.) массово используются ферменты. Например, для ускорения старения сыра и уменьшения количества аллергенов для изготовления детского питания применяют протеазы различных типов; для улучшения вкусовых качеств производимого сырья добавляют липазу и лактазу [5]. Фермент лактаза известна во всем мире из-за разработки продуктов, не содержащих лактозу (т.к. лактаза превращает лактозу в галактозу и глюкозные сахара), а микробиологическая липаза (выделенная из культуры *Mucor miehei*) применяют для отделения молочного жира. Для улучшения вкуса, аромата и других характеристик в промышленном производстве мяса и мясных продуктов активно применяются ферментные препараты микробного, растительного и животного происхождения.

Сообщается, что микробиологические ферменты находят широкое применения на многих этапах виноделия, так как проявляют высокую активность, селективность и стабильность при эксплуатации [6]. Наличие энзимов существенно увеличивает выход суслу из ягод и экстракцию цвета, а также насыщают вкус производимой продукции и уменьшают время мацерации. Большое количество ферментов, используемых в виноделии, экстрагируют из *Aspergillus niger*, однако есть и другие безопасные микроорганизмы: *Trichoderma reesei*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*.

В ходе проведенного литературного обзора было выявлено, что микробиологические ферменты находят свое применение в самых различных отраслях пищевой промышленности: как в мясомолочной и хлебобулочной, так и в винодельной. С их помощью замечается улучшение качества производимых продуктов и сокращение затраченного времени для производства, тем самым увеличивая их конкурентоспособность на экономическом рынке.

Список литературы

1. Лукин, А.А. Перспективы использования микробных ферментов в пищевой промышленности / А.А. Лукин, М.Б. Данилов, С.Г. Пирожинский // *Промышленность и сельское хозяйство*. – 2020. – № 8(25). – С. 12–19.
2. Ферменты промышленного назначения – обзор рынка ферментных препаратов и перспективы его развития / А.А. Толкачева, Д.А. Черенков, О.С. Корнеева, П.Г. Пономарев // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2017. – Т. 79. – № 4(74). – С. 197–203.
3. Савинова, А.А., Ферменты в народном хозяйстве / А.А. Савинова, М.Г. Рыбицкий, Д.А. Суловикина // *Вестник Донского государственного аграрного университета*. – 2017. – №. 4(1). – С. 112–123.].
4. Ткачева, Е.Д. Микроорганизмы, используемые при производстве хлебобулочных изделий. Микроорганизмы-вредители хлебопекарного производства // *Молодежь и XXI век–2022*. – 2022. – С. 200–203.
5. Khan, U. Use of Enzymes in Dairy Industry: A Review of Current Progress / U. Khan, Z. Selamoglu // *Arch Razi Inst.* – 2020 – No 75(1) – pp. 131–136
6. Агеева, Н. М. Влияние ферментных препаратов на ароматобразующие компоненты красных столовых вин / Агеева Н.М., Тихонова А.Н., Бiryukov А.П. // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. – 2020. – № 2. – С. 251–260.

THE USE OF ENZYMES PRODUCED BY MICROORGANISMS IN THE FOOD INDUSTRY

I.G. Liyaskina
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

Abstract

Objective: to study the most promising enzymes produced by microorganisms and used in various branches of the food industry.

Keywords: enzymes, food industry, microorganisms, enzyme preparations, enzymology.

References

1. Lukin, A.A. Prospects for the use of microbial enzymes in the food industry / A.A. Lukin, M.B. Danilov, S.G. Pirozhinsky // *Industry and agriculture*. – 2020. – № 8(25). – pp. 12–19.
2. Enzymes for industrial use – an overview of the market of enzyme preparations and prospects for its development / A.A. Tolkacheva, D.A. Cherenkov, O.S. Korneeva, P.G. Ponomarev // *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. – 2017. – Т. 79. – № 4(74). – pp. 197–203.
3. Savinova, A.A., Enzymes in the national economy / A.A. Savinova, M.G. Rybitsky, D.A. Surovikina // *Bulletin of the Don State Agrarian University*. – 2017. – №. 4(1). – pp. 112–123.
4. Tkacheva, E.D. Microorganisms used in the production of bakery products. Microorganisms-pests of bakery production // *Youth and the XXI century–2022*. – 2022. – pp. 200–203.
5. Khan, U. Use of Enzymes in Dairy Industry: A Review of Current Progress / U. Khan, Z. Selamoglu // *Arch Razi Inst.* – 2020 – No. 75(1) – pp. 131–136
6. Ageeva, N. M. The effect of enzyme preparations on the aroma-forming components of red table wines / Ageeva N.M., Tikhonova A.N., Biryukov A.P. // *Izvestiya vuzov. Applied chemistry and biotechnology*. – 2020. – No. 2. – pp. 251–260.