

Влияние волновых воздействий на активность амилаз микробного происхождения

Карпенко Дмитрий Валерьевич

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, дом 11

E-mail: doka.65@mail.ru

Шалагинов Кирилл Васильевич

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, дом 11

E-mail: ventemicorps@mail.ru

Статья посвящена изучению влияния волновых, прежде всего, оптических воздействий на ферментные препараты, используемые в пищевых производствах, с целью повышения активности целевых ферментов. Приведена информация о возможности изменения показателей объектов различной природы, повышения гидролитической, в частности, амилолитической активности ферментов микробного происхождения с помощью таких способов обработки. Рассмотрены результаты изучения влияния обработки светом с длинами волн из диапазона 364 - 980 нм ферментного препарата Амилоризин П10х на его амилолитическую способность; направление и интенсивность воздействия такой обработки оценивали, сопоставляя количество крахмала, гидролизованного в опытных и контрольных вариантах. Показано, что фотообработка в условиях экспериментов позволила повысить количество гидролизованного крахмала на 20 - 70 % по сравнению с контролем в зависимости от длины волны света, использованного для обработки; таким образом, целесообразно продолжение исследований с целью уточнения параметров проведения обработки светом, обеспечивающих значимый технологический и/или экономический эффект.

Ключевые слова: ферментные препараты, амилазы микробного происхождения, активация ферментов, обработка светом видимого диапазона

Интенсификация технологических стадий солодового и пивоваренного производств за счет использования ферментных препаратов, прежде всего, микробного происхождения, является в последние десятилетия широко распространенным подходом, позволяющим снижать производственные затраты, повышать степень использования технологически ценных компонентов зернового сырья, устранять затруднения, возникающие при переработке солода невысокого качества или высоких дозировок несоложенного зерна. Повышение спроса на микробные ферментные препараты со стороны технологов пищевых производств, совершенствование технологии самих ферментных препаратов, а также внедрение новых, в том числе, генетически модифицированных микроорганизмов продуцентов привело к заметному снижению стоимости таких биокатализаторов. Тем не менее, технолог, применяющий их на своем предприятии, заинтересован в максимально возможном повышении активности, по меньшей мере, целевых ферментов в составе микробных препаратов, что позволяет, снижая их дозировки, уменьшить

затраты и, что не менее важно, повысить безопасность готовой пищевой продукции.

Следует отметить, что технолог-пивовар практически лишен возможности существенно корректировать параметры производственной стадии с целью создания оптимальных условий для проявления ферментативной активности используемых «сторонних» препаратов. Факторы, влияющие на проявление ферментативной активности (рН, продолжительность реакции/процесса, состав реакционной среды, концентрации активаторов и ингибиторов, в меньшей степени температура), в значительной мере predeterminedены технологией сорта пива, имеющимся оборудованием, характеристиками перерабатываемого сырья. В силу этого перед технологом стоит необходимость правильного подбора ферментного препарата, целевые ферменты которого могут проявить свою активность при заданных параметрах проведения определенной технологической стадии на конкретном предприятии. Дополнительные преимущества могут быть достигнуты за счет обработки фермент-

ного препарата с целью повышения его целевой активности. Такая обработка может проводиться предварительно, до введения ферментного препарата в технологический процесс или, возможно, по ходу самого процесса.

Литературный обзор

Разработан и применяется на практике широкий спектр способов повышения активности ферментов и ферментных препаратов, однако не все они по разным причинам могут применяться в пищевых, в частности, в бродильных производствах. В силу этого продолжают исследования по разработке новых подходов к решению этой задачи. Так, опубликована информация о возможности активации ферментов различного типа действия и повышения характеристик растительного и микробного сырья, готовой пищевой продукции за счет воздействия света ультрафиолетового, видимого или инфракрасного диапазонов (Jayakumar, Idris & Zhang, 2012; Ryu, 2014; Gasser, 2014; Данильчук, Рогов, Демидов, 2014; Ходунова, Силантьева, 2017; Мартиросян, Гарибян, Кособрюхов, 2018; Демченко, Образцова, Иванова, 2016)¹. Значительное количество публикаций посвящено перспективам использования обработки ультразвуком в сельском хозяйстве и пищевой промышленности (Povey & Mason, 1998; Aladjadjian, 2002; Жматова, Нефёдов, Гордеев, Килимник, 2005; Chandrapala, Oliver, Kentish & Ashokkumar, 2012; Шестаков, Красуля, Артемова, Тихомирова, 2011), например, для стимуляции прорастания зерен ячменя и повышения активности α -амилаз (Yaldagard, Mortazavi & Tabatabaie, 2008a; Yaldagard, Mortazavi & Tabatabaie, 2008b). Литературные источники (Данько, Данильчук, Юрьев, Егоров, 2000; Данильчук, Юрьев, Ратников, 2008; Данильчук, Рогов, Абдрашитова, 2012; Щебелев, Данильчук, 2017; Карпенко, Беркетова, 2012a, с. 8-10; Карпенко, Беркетова, 2012b; Карпенко, Позднякова, 2016; Karpenko, Gernet, Krjukova, Gribkova, Nurmukhanbetova & Assembayeva, 2019; Тихомирова, Кочубей-Литвиненко, 2019; Данильчук, Рогов, Абдрашитова, 2017) свидетельствуют о возможности эффективного решения широкого круга задач (повышение пивоваренных характеристик ячменя и ячменного солода, интенсификация процессов экстракции растительного и биотрансформации животного сырья, корректировка свойств микробных клеток), в том числе, непосредственной активации ферментов/ферментных препаратов различного типа действия (Данильчук, Рогов,

2012; Рогов, Данильчук, 2017; Карпенко, Тихонова, Ходарев, Овчинников, Безгубов, 2015; Danilchuk & Ganina, 2018) путем акустической обработки, в том числе, звуком слышимого диапазона.

Одним из наиболее важных ферментативных процессов при производстве пива является гидролиз высоко- и среднемолекулярных веществ крахмальной природы, причем на стадии приготовления затора он должен привести к почти полному превращению полимеров в продукты с низкой молекулярной массой, преимущественно в сахара, сбраживаемые применяемой на предприятии расой пивных дрожжей. Вследствие этого, одними из наиболее часто применяемых в пивоварении микробных ферментных препаратов являются те, которые в качестве целевых ферментов содержат амилазы того или иного типа действия.

Ранее в ФГБОУ ВО «МГУПП» были проведены исследования (Карпенко, Кравченко, Шалагинов, 2017), в рамках которых была установлена возможность повышения амилитической способности (АС) ферментных препаратов микробного происхождения путем их предварительной обработки звуком слышимого диапазона или светом с длинами волн видимого спектра. Показано (рисунок 1), что свет с различными длинами волн разнонаправлено влияет на активность амилаз ферментного препарата АПСубтилин П. Обработка светом при длине волны 364 нм позволила в условиях эксперимента повысить АС на 460 % по сравнению с контролем – образцов того же ферментного препарата, не подвергнувшегося воздействию света.

Таким образом, было установлено, что фотоакти-

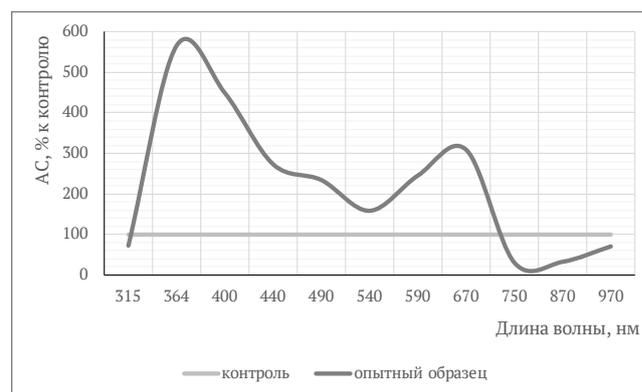


Рисунок 1. Влияние длины волны света, использованного для обработки, на активность ферментного препарата АПСубтилин П (количество гидролизованного крахмала)

¹ Тимошкина, Н. Е., Кречетникова, А. Н., Ильяшенко, Н. Г., Шаненко, Е. Ф., Гернет, М. В., Кирдяшкин, В. В. (2001). Способ обработки дрожжей. Патент РФ № 2163636, 7С 12N 1/16 А, 7С 12N 1/18 В.

вазия амилаз ферментного препарата микробно-го происхождения была более эффективна, чем акустическая обработка, обеспечившая возрастание контролируемой амилитической способности на 320 % по сравнению с контролем, не подвергавшимся волновым воздействиям.

Теоретическое обоснование

Можно предположить, что обработка биообъекта волновыми воздействиями приводит к введению в него (и в системы, на функционировании которых основан его метаболизм) дополнительной энергии. При этом избыток дополнительной энергии может приводить к инактивации компонентов таких систем и, как следствие, к ухудшению контролируемых характеристик обработанного объекта или вызывает разрушение его структуры, что в ряде случаев и является целью волновой обработки. Если энергии введено недостаточно (мала продолжительность обработки, низка мощность источника волнового воздействия, велико расстояние от него до обрабатываемого объекта и т.д.), обработка не изменяет характеристики объекта по сравнению с контрольным образцом (Ходунова, Силантьева, 2017). И только в том случае, если количество дополнительной энергии находится в определенном, вероятно, довольно узком диапазоне, волновая обработка позволяет улучшить технологические свойства объекта биологической, биохимической или иной природы. Таким образом, целесообразно экспериментально определять параметры волнового воздействия применительно к индивидуальному объекту той или иной природы для обеспечения решения поставленной технологической и/или экономической задачи. Задачей наших исследований являлось определение зависимости амилитической способности (АС) ферментного препарата микробного происхождения от длины волны света видимого диапазона, использованного для предварительной обработки такого препарата.

Исследование

Материалы и методы исследования

Фотоэлектроколориметр ФЭК-56М (РФ) использовали в качестве источника монохроматического света с определенной длиной волны. Для перенаправления пучка света на навеску опытного образца ферментного препарата использовали зеркальный отражатель собственной конструкции.

Ферментный препарат Амилоризин П10х: продуцент - плесневый гриб *Aspergillus oryzae*, штамм 476-И. В состав препарата входят фермент α -амилаза (α -1,4-глюкан-4-глюкангидролаза), катализирующий гидролиз крахмала до мальтозы и декстринов с разной молекулярной массой, а также эндо- и экзопротеазы, катализирующие расщепление высокомолекулярных белков до пептидов и аминокислот. Ферментный препарат должен удовлетворять следующим требованиям:

- амилитическая (декстринирующая) способность (ДС) — не менее 2000 ед. на 1 г воздушно-сухого препарата;
- осахаривающая способность (ОС) — не менее 150 ед. на 1 г;
- протеолитическая способность (ПС) — не более 7 ед. на 1 г воздушно-сухого препарата.

Степень обсемененности препарата спорами *Bacillus mesentericus* и *Bacillus subtilis* не должна превышать $1 \cdot 10^5$.

Стандартизация ферментного препарата обеспечивается наполнителями, в качестве которых применяют $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в сочетании с крахмалом (1:1), оказывающим стабилизирующее действие на ферментные препараты. Активность амилаз и протеаз в течение года практически не изменяется.

Амилитическую способность (АС) контрольных и опытных образцов (подвергнутых фотообработке) ферментного препарата оценивали по степени гидролиза субстрата (1 %-ного раствора растворимого крахмала). Для этого в каждом эксперименте использовали несколько вариантов:

- вариант сравнения, в котором к 10 см³ раствора субстрата добавляли 5 см³ дистиллированной воды - для оценки увеличения концентрации РВ под действием факторов среды, без участия амилаз ферментного препарата;
- контрольный вариант, в котором к 10 см³ раствора субстрата добавляли 5 см³ раствора контрольного образца ферментного препарата;
- опытный вариант, в котором к 10 см³ раствора субстрата добавляли 5 см³ раствора опытного образца ферментного препарата.

Ферментативный гидролиз крахмала проводили в течение 10 мин при температуре 30° С. Сразу после окончания процесса определяли концентрацию редуцирующих веществ (РВ) по методу с динитросалициловой кислотой (ДНСК)². Затем по калибровочному графику с учетом результатов для соответствующего варианта сравнения рассчиты-

² Синицын, А. П., Гусаков, А. В., Черноглазов, В. М. (1995). *Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов*. Учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ.

вали концентрации в реакционных смесях РВ, образовавшихся в результате проявления АС целевых ферментов препаратов, подвергавшихся и не подвергавшихся фотообработке.

Результаты

Для проверки универсальности обсуждаемого способа воздействия на активность биокатализаторов было решено рассмотреть влияние монохроматического света на ферментный препарат амилолитического типа действия – Амилоризин П10х. Данный препарат применяется в различных отраслях пищевых производств, в том числе, бродильных, прежде всего с целью декстринизации (разжижения) крахмала перерабатываемого сырья. Для решения поставленной задачи была проведена серия экспериментов, в которых опытные образцы подвергали фотообработке; значения использованных длин волн света приведены на рисунке 2. Обработку проводили в течение 60 мин при температуре 22-25° С с помощью фотометра ФЭК-56М, располагая навеску сухого ферментного препарата в кюветном отделении прибора под светоотражателем, перенаправляющим пучок света, генерируемого прибором.

Контрольный вариант формировали, выдерживая такую же навеску ферментного препарата в защищенном от света месте в течение того же времени, при той же температуре.

Затем из обоих образцов готовили растворы ферментных препаратов концентрацией 1,0 мг/см³. В них оценивали амилолитическую способность, для чего с их помощью проводили гидролиз 1 %-ного раствора растворимого крахмала при 30° С в течение 10 мин. Затем количество образовавшихся редуцирующих веществ (РВ) определяли по методу с ДНСК. Амилолитическую активность целевых ферментов опытных и контрольных вариантов оценивали по увеличению концентрации редуцирующих веществ в образцах с ферментными препаратами по сравнению с образцами, представлявшими собой смесь раствора субстрата и дистиллированной воды. Разницу концентраций РВ в опытных вариантах выражали в процентах к аналогичному значению соответствующего контроля. Результаты всей серии экспериментов представлены на рисунке 2.

Дискуссия

На основании приведенных экспериментальных данных можно заключить, что обработка светом с различными длинами волн оказывает разнона-

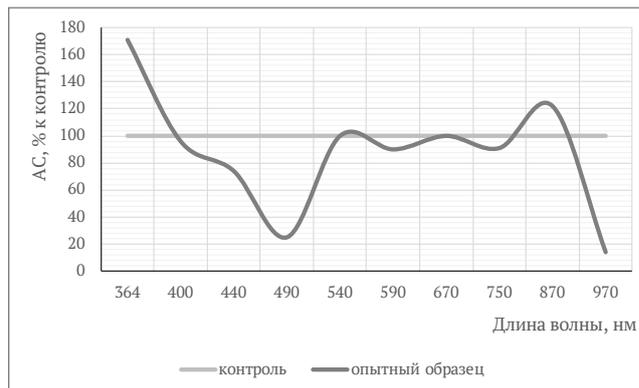


Рисунок 2. Влияние длины волны света, использованного для обработки, на активность ферментного препарата Амилоризин П10х (количество гидролизованного крахмала)

правленное воздействие на активность амилаз ферментного препарата «Амилоризин П10х». Так, зафиксировано выраженное ингибирующее воздействие фотообработки на амилолитическую активность при длинах волн света, равных 440, 970 нм (снижение АС составило 25 - 30 % по сравнению с контролем) и 490 нм (величина АС опытного варианта составила 25 % от аналогичного значения контроля). Свет с длинами волн из диапазона 540 - 750 нм, а также при 400 нм в условиях экспериментов практически не повлияла определяемый показатель.

В то же время, выявлены длины волн, обеспечившие существенную активацию амилаз микробного происхождения. Так, воздействие светом с длиной волны 870 нм привело к возрастанию амилолитической способности ферментного препарата на 22 % по сравнению с контрольным вариантом, а активация фотообработкой при 364 нм обеспечила прирост количества гидролизованного крахмала в опытном варианте на 71 %. Хотя нижней границей диапазона длин волн света видимого диапазона в большинстве литературных источников считаются значения 380 - 400 нм, а верхней - значения около 780 нм, по нашему мнению, величины, равные 364 нм и 870 нм можно считать пограничными между ультрафиолетовым, видимым и инфракрасными диапазонами. Таким образом, определены параметры фотообработки, позволяющие существенно повысить амилолитическую способность ферментного препарата Амилоризин П10х.

Необходимо отметить, что воздействие светом на АПСубтилин П в аналогичных условиях, но при других длинах волн вызвало более выраженную активацию целевых ферментов препарата бактериального происхождения. На основании этого была выдвинута гипотеза о существенной роли свойств

самого объекта, подвергаемого волновым воздействиям, в рассматриваемом случае - от строения и структуры белковых молекул, обладающих активностью амилаз. При этом сопоставление приведенных выше результатов с данными по акустической активации Амилоризина П10х (Karpenko et al., 2015) свидетельствует о большей эффективности именно фотостимуляции.

Выводы

Изложенное выше позволяет заключить, что обработку ферментных препаратов видимым светом можно считать целесообразной для повышения активности амилаз, а вероятно, и ферментов других подклассов и классов.

Можно предположить, что установление рациональных параметров фотообработки - длины волны света, продолжительности воздействия и ряда других - сделает такой способ активации ферментов, по крайней мере, амилитического типа действия эффективным как с технологической, так и с экономической точек зрения. Кроме того, представляется целесообразным изучение последовательной обработки ферментного препарата акустическими и оптическими воздействиями. Исследования обсуждаемого технологического приёма будут продолжены, в том числе, применительно к ферментами другого типа действия (протеолитического, цитолитического) и другого происхождения, в первую очередь, растительного.

Литература

- Данильчук, Т. Н., & Рогов, И. А. (2012). Модификация свойств амилитических ферментов растительного сырья акустическим воздействием низкой мощности. В *Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов* (с.101-105).
- Данильчук, Т. Н., Рогов, И. А., & Абдрашито-ва, Г. Г. (2012). Использование низкоинтенсивной акустической обработки в процессах биотрансформации мясного сырья. *Пищевая промышленность*, 4, 34-37.
- Данильчук, Т. Н., Рогов, И. А., & Абдрашито-ва, Г. Г. (2017). Инновационные технологии переработки мясного сырья с использованием низкоинтенсивного акустического воздействия. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 4, 15-17.
- Данильчук, Т. Н., Рогов, И. А., & Демидов, А. В. (2014). Повышение антиоксидантной активности проростков злаковых культур под воздействием инфракрасного излучения. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 9, 16-21.
- Данильчук, Т. Н., Юрьев, Д. Н., & Ратников, А. Ю. (2008). Стимуляция биохимических процессов в прорастающем зерне акустическими и электрофизическими методами воздействия. *Пиво и напитки: безалкогольные, алкогольные, соки, вино*, 6, 11-14.
- Данько, С. Ф., Данильчук, Т. Н., Юрьев, Д. Н., & Егоров, В. В. (2000). Проращивание ячменя после воздействия звуком разной частоты. *Пиво и напитки: безалкогольные, алкогольные, соки, вино*, 3, 22 - 26.
- Демченко, В. А., Образцова, А. С., & Иванова, М. А. (2016). Влияние ультразвукового воздействия на физико-химические показатели кваса. *Вестник ВГУИТ*, 4, 18-21. <https://dx.doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-18-21>
- Жматова, Г. В., Нефёдов, А. Н., Гордеев, А. С., & Климиник, А. Б. (2005). Методы интенсификации технологических процессов экстрагирования биологически активных веществ из растительного сырья. *Вестник ТГТУ*, 11(3), 701-707.
- Карпенко, Д. В., & Беркетова, М. А. (2012). Оптимизация параметров акустической обработки пивоваренного ячменного солода. *Пиво и напитки: безалкогольные, алкогольные, соки, вино*, 4, 8-10.
- Карпенко, Д. В., & Беркетова, М. А. (2012). Изучение влияния акустических колебаний на качество пивоваренного ячменного солода. *Пиво и напитки: безалкогольные, алкогольные, соки, вино*, 5, 14 - 16.
- Карпенко, Д. В., Кравченко, В. С., & Шалагинов, К. В. (2017). Активация амилитического ферментного препарата волновыми воздействиями. *Пиво и напитки: безалкогольные, алкогольные, соки, вино*, 5, 16-19.
- Карпенко, Д. В., & Позднякова, И. Э. (2016). Повышение экстрактивности хмеля с помощью акустической обработки. *Пиво и напитки: безалкогольные, алкогольные, соки, вино*, 6, 46-49.
- Карпенко, Д. В., Тихонова, Т. А., Ходарев, К. К., Овчинников, Ю. Б., & Безгубов, В. В. (2015). Способ активации амилитического ферментного препарата. *Пиво и напитки: безалкогольные, алкогольные, соки, вино*, 4, 42-44.
- Мартиросян, Л. Ю., Гарибян, Ц. С., & Кособрюхов, А. А. (2018). Влияние спектрального состава света на активность фотосинтетического аппарата растений огурца в условиях aeroponного выращивания. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*, 13, 294-296.
- Рогов, И. А., & Данильчук, Т. Н. (2017). Механизм биологических эффектов крайне низких доз колебательных и волновых воздействий в области

- звуковых частот. Часть II. Физико-химическая модель влияния низкоинтенсивных физических факторов на активность гидролитических ферментов. *Электронная обработка материалов*, 53(1), 70 -73. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1049046>
- Тихомирова, Н. А., Кочубей-Литвиненко, О. В. (2014). Перспективы использования сонохимической обработки в биотехнологии ферментированных молочных продуктов. В В.А. Поляков, Л.В. Римарева (ред.) *Перспективные биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов* (с.276-282).
- Ходунова, О. С., & Силантьева, Л. А. (2017). Влияние различных способов обработки на микробиологические показатели пророщенных семян овса. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*, 1, 3-8. <https://dx.doi.org/10.17586/2310-1164-2017-10-1-3-8>
- Шестаков, С. Д., Красуля, О. Н., Артемова, Я. А., & Тихомирова, Н. А. (2011) Ультразвуковая сонохимическая водоподготовка. *Молочная промышленность*, 5, 39-43.
- Щебелев, Л. И., & Данильчук, Т. Н. (2017). Влияние низкоинтенсивной акустической обработки на жизнедеятельность бактерии *Lactobacillus plantarum*. В *Живые системы и биологическая безопасность населения* (с. 13-15).
- Aladjadjian, A. (2002). Increasing carrot seeds (*Daucus carota* L.), cv. Nantes, viability through ultrasound treatment. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 8, 469-472.
- Chandrapala, J., Oliver, C., Kentish, S., & Ashokkumar, M. (2012). Ultrasonics in food processing – Food quality assurance and food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 26(2), 88-98. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2012.01.010>
- Danilchuk, T., & Ganina, V. (2018). Prospects of using extremely low doses of physical factors impact in food biotechnology. *Food and Raw Materials*, 6(2), 305-313. <https://dx.doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-305-313>
- Gasser, C. (2014). Engineering of a red-light-activated human cAMP/cGMP-specific phosphodiesterase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, 8803-8808. <https://dx.doi.org/10.1073/pnas.1321600111>
- Jayakumar, M. K., Idris, N. M., & Zhang, Y. (2012). Remote activation of biomolecules in deep tissues using near-infrared-to-UV upconversion nanotransducers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 8483-8488. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1114551109>
- Karpenko, D. V., Gernet, M. V., Krjukova, E. V., Gribkova, I. N., Nurmukhanbetova, D. E., & Assembayeva, E. K. (2019). Acoustic vibration effect on genus *Saccharomyces* yeast population development. *News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*, 4(436), 103-112. <https://dx.doi.org/10.32014/2019.2518-170X.103>
- Povey, M. J. W., & Mason, T. J. (Eds). (1998) *Ultrasound in Food Processing*. London Blackie Academic & Professional.
- Ryu, M. H. (2014). Engineering adenylate cyclases regulated by near-infrared window light. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 10167-10172. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1324301111>
- Yaldagard, M., Mortazavi, S. A., & Tabatabaie, F. (2008). The Effectiveness of Ultrasound Treatment on the Germination Stimulation of Barley Seed and its Alpha-Amylase Activity. *International Journal of Chemical and Biomolecular Engineering*, 1(1), 55-58.
- Yaldagard, M., Mortazavi, S. A., & Tabatabaie, F. (2008). Application of Ultrasonic Waves as a Priming Technique for Accelerating and Enhancing the Germination of Barley Seed: Optimization of Method by the Taguchi Approach. *Journal of the Institute of Brewing*, 114(1), 14-21. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2050-0416.2008.tb00300.x>

The Influence of Wave Effects on the Activity of Amylases of Microbial Origin

Dmitriy V. Karpenko

Moscow University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: doka.65@mail.ru

Kirill V. Shalaginov

Moscow University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: ventemicorps@mail.ru

The article is devoted to the study of the influence of wave, first of all, optical effects on enzyme preparations used in food production, in order to increase the activity of target enzymes. Information is given on the possibility of changing of characteristics of objects of different nature, of increasing the hydrolytic, in particular, amylolytic activity of enzymes of microbial origin using such treatment methods. The results of studying of the effect of treatment with light with wavelengths from the range 364 - 980 nm of the enzyme preparation Amylorizin P10x on its amylolytic ability are considered; the direction and intensity of the influence of such processing was evaluated by comparing the amount of starch hydrolyzed in the experimental and control variants. It was shown that photo processing under experimental conditions allowed to increase the amount of hydrolyzed starch by 20–70% compared with the control, depending on the wavelength of light used for processing. In this way, it is advisable to continue research in order to clarify the parameters of the light treatment, providing a significant technological and / or economic effect.

Keywords: enzyme preparations; microbial amylases; activation of enzymes; treatment with visible light

References

- Danil`chuk, T. N., & Rogov, I. A. (2012). Modification of the properties of amylolytic enzymes of plant raw materials by acoustic effects of low power. In *Perspective enzyme preparations and biotechnological processes in food and feed technologies* [Perspektivnye fermentnye preparaty i biotekhnologicheskie processy v tekhnologiyah produktov pitaniya i kormov] (pp. 101-105).
- Danil`chuk, T. N., Rogov, I. A., & Abdrashitova, G. G. (2012). The use of low-intensity acoustic treatment in the processes of biotransformation of raw meat. *Food Industry* [Pishchevaya promyshlennost'], 4, 34-37.
- Danil`chuk, T. N., Rogov, I. A., & Abdrashitova, G. G. (2017). Innovacionnye tehnologii pererabotki mjasnogo syr'ja s ispol'zovaniem nizkointensivnogo akusticheskogo vozdejstviya [Innovative technologies for processing of meat raw materials using low-intensity acoustic processing]. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya* [Storage and Processing of Farm Products], 4, 15–17.
- Danil`chuk, T. N., Rogov, I. A., & Demidov, A. V. (2014). Increasing the antioxidant activity of seedlings of cereal crops under the influence of infrared radiation. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 9, 16-21.
- Danil`chuk, T. N., Yur`ev, D. N., & Ratnikov, A. Yu. (2008). Stimulation of biochemical processes in germinating grain by acoustic and electrophysical methods of influence. *Pivo i napitki: bezalkogol'nye, alkogol'nye, soki, vino* [Beer and beverages: non-alcoholic, alcoholic, juices, wine], 6, 11-14.
- Dan`ko, S. F., Danil`chuk, T. N., Yur`ev, D. N., & Egorov, V. V. (2000). Barley germination after exposure to sound of different frequency. *Pivo i napitki: bezalkogol'nye, alkogol'nye, soki, vino* [Beer and beverages: non-alcoholic, alcoholic, juices, wine], 3, 22-26.
- Demchenko, V. A., Obrazcova, A. S., & Ivanova, M. A. (2016). The influence of ultrasonic effects on the physico-chemical parameters of kvass. *Vestnik VGUIT* [Bulletin of VGUIT], 4, 18-21. <http://dx.doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-18-21>
- Zhmatova, G. V., Nefjodov, A. N., Gordeev, A. S., & Kilimnik, A. B. (2005). Methods of intensification of technological processes for the extraction of biologically active substances from plant materials.

How to Cite

Karpenko, D. V., & Shalaginov, K. V. (2019). The influence of wave effects on the activity of amylases of microbial origin. *Health, Food & Biotechnology*, 1(1), 83-91. <https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i1.s49>

- Vestnik TGTU* [Bulletin of TSTU], 11(3), 701-707.
- Karpenko, D. V., & Berketova, M. A. (2012). Optimization of parameters of acoustic treatment of brewing barley malt. *Pivo i napitki: bezalkogol'nye, alkogol'nye, soki, vino* [Beer and beverages: non-alcoholic, alcoholic, juices, wine], 4, 8-10.
- Karpenko, D. V., & Berketova, M. A. (2012). Studying the effect of acoustic oscillations on the quality of brewing barley malt. *Pivo i napitki: bezalkogol'nye, alkogol'nye, soki, vino* [Beer and beverages: non-alcoholic, alcoholic, juices, wine], 5, 14-16.
- Karpenko, D. V., Kravchenko, V. S., & Shalaginov K. V. (2017) Activation of an amylolytic enzyme preparation by wave effects. *Pivo i napitki: bezalkogol'nye, alkogol'nye, soki, vino* [Beer and beverages: non-alcoholic, alcoholic, juices, wine], 5, 16-19.
- Karpenko, D. V., & Pozdnyakova, I. E. (2016). The advance of hop's extract yield by acoustic treatment. *Pivo i napitki: bezalkogol'nye, alkogol'nye, soki, vino* [Beer and beverages: non-alcoholic, alcoholic, juices, wine], 6, 46-49.
- Karpenko, D. V., Tixonova, T. A., Xodarev, K. K., Ovchinnikov, Yu. B., & Bezgubov, V. V. (2015). Sposob aktivatsii amiloliticheskogo fermentnogo preparata [The method of activation of the amylolytic enzyme preparation]. *Beer and beverages: non-alcoholic, alcoholic, juices, wine*, 4, 42-44.
- Martirosjan, L. Ju., Garibjan, C. S., & Kosobrjuhov, A. A. (2018). The influence of the spectral composition of light on the activity of the photosynthetic apparatus of cucumber plants under the conditions of aeroponic cultivation. *Novye i netradicionnye rasteniya i perspektivy ih ispol'zovaniya* [New and unconventional plants and prospects for their use], 13, 294-296.
- Rogov, I. A., & Danil'chuk, T. N. (2017). The mechanism of biological effects of extremely low doses of vibrational and wave effects in the range of sound frequencies. Part II. Physico-chemical model of the influence of low-intensive physical factors on the activity of hydrolytic enzymes. *Elektronnaya obrabotka materialov* [Electronic processing of materials], 53(1), 70-73. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1049046>
- Tihomirova, N. A., & Kochubej-Litvinenko, O. V. (2014). Prospects for the use of sonochemical processing in biotechnology of fermented dairy products. In: *Perspektivnye biotekhnologicheskie processy v tekhnologiyah produktov pitaniya i kormov* [Perspective biotechnological processes in the technology of food and feed] (pp. 276-282).
- Hodunova, O. S., & Silant'eva, L. A. (2017). The influence of various processing methods on microbiological indicators of germinated oat seeds. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevyyh proizvodstv»* [Scientific journal NIU ITMO. Series "Processes and equipment of food productions"], 1, 3-8. <https://dx.doi.org/10.17586/2310-1164-2017-10-1-3-8>
- Shestakov, S. D., Krasulja, O. N., Artemova, Ja. A., & Tihomirova, N. A. (2011). Ultrasonic sonochemical water treatment. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 5, 39-43.
- Shhebelev, L. I., & Danil'chuk, T. N. (2017) The influence of low-intensity acoustic treatment on the vital activity of *Lactobacillus plantarum* bacterium. In: *Zhivye sistemy i biologicheskaya bezopasnost' naseleniya* [Living systems and biological safety of the population] (pp. 13-15).
- Aladjadjian, A. (2002). Increasing carrot seeds (*Daucus carota* L.), cv. Nantes, viability through ultrasound treatment. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 8, 469-472.
- Chandrapala, J., Oliver, C., Kentish, S., & Ashokkumar, M. (2012). Ultrasonics in food processing – Food quality assurance and food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 26(2), 88-98. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2012.01.010>
- Danilchuk, T., & Ganina, V. (2018). Prospects of using extremely low doses of physical factors impact in food biotechnology. *Food and Raw Materials*, 6(2), 305-313. <https://dx.doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-305-313>
- Gasser, C. (2014). Engineering of a red-light-activated human cAMP/cGMP-specific phosphodiesterase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, 8803-8808. <https://dx.doi.org/10.1073/pnas.1321600111>
- Jayakumar, M. K., Idris, N. M., & Zhang, Y. (2012). Remote activation of biomolecules in deep tissues using near-infrared-to-UV upconversion nanotransducers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 8483-8488. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1114551109>
- Karpenko, D. V., Gernet, M. V., Krjukova, E. V., Gribkova, I. N., Nurmukhanbetova, D. E., & Assembayeva, E. K. (2019). Acoustic vibration effect on genus *Saccharomyces* yeast population development. *News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*, 4(436), 103-112. <https://dx.doi.org/10.32014/2019.2518-170X.103>
- Povey, M. J. W., & Mason, T. J. (Eds). (1998) *Ultrasound in Food Processing*. London Blackie Academic & Professional.
- Ryu, M. H. (2014). Engineering adenylate cyclases regulated by near-infrared window light. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 10167-10172. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1324301111>

Yaldagard, M., Mortazavi, S. A., & Tabatabaie, F. (2008). The Effectiveness of Ultrasound Treatment on the Germination Stimulation of Barley Seed and its Alpha-Amylase Activity. *International Journal of Chemical and Biomolecular Engineering*, 1(1), 55-58.

(2008). Application of Ultrasonic Waves as a Priming Technique for Accelerating and Enhancing the Germination of Barley Seed: Optimization of Method by the Taguchi Approach. *Journal of the Institute of Brewing*, 114(1), 14-21. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2050-0416.2008.tb00300.x>