

БИОТЕХНОЛОГИЯ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ИЗ КРАБОВЫХ КАРАПАКСОВ

**Игнатова Т.А., кандидат технических наук,
тел. 8(499)264-90-76, ignatovavniro@yandex.ru**
**Подкорытова А.В., доктор технических наук, профессор,
тел. 8(499)264-90-76, podkor@vniro.ru**
**Родина Т.В.,
тел. 8(499)264-90-76, rtv2020@yandex.ru**
ФГБНУ «ВНИРО»

Ключевые слова: *папаин, отходы от разделки краба, гидролиз*

Представлены данные о ферментативной деструкции белка, содержащегося в крабовых карапаксах. Установлено, что под действием папаина ферментализ белка карапакса проходит ступенчато с образованием на первой стадии пептидов. Применение папаина ускоряет процесс гидролиза в 2-2,7 раза по сравнению со скоростью автолиза. Обоснованы рациональные параметры ферментализа для получения пищевых и кормовых гидролизатов.

Введение

В 2017 г. общий улов крабов в РФ составил около 51 тыс. тонн [Статистические сведения..., 2018], при переработке которого образуется 15-25 тыс. т отходов (карапакс краба с абдоменом и внутренностями). Содержание белка в карапаксах составляет 12,5%, а жира - не более 0,24% [Подкорытова, Игнатова, Родина, Строкова, 2014], что указывает на целесообразность их использования для получения кормовых (средняя степень гидролиза белка) и

пищевых (высокая степень гидролиза белка) белковых гидролизатов.

Ранее были проведены сравнительные исследования действия растительного ферментного препарата папаина и двух микробиальных (Brewers protease BL, Strenzum FP 21021 L) протеаз на белки карапаксов. Было установлено, что наиболее эффективными препаратами оказались папаин и микробиальный энзим Brewers protease BL [Игнатова, Родина, Подкорытова, 2015].

В работах [Мухин, Новиков, 2001; Шкуратова, Мухин, 2013] показано, что внутренности краба содержат пищеварительные протеиназы, которые также можно использовать для получения гидролизата из отходов от разделки крабов, но при применении папаина выход растворимых азотистых веществ в ферментолитат в 1,3 раза выше, чем при автолизе [Игнатова, Родина, Подкорытова, 2014].

Таким образом, было показано, что папаин является более эффективным ферментом для применения в технологии получения гидролизатов из карапаксов. В связи с этим разработка процесса ферментативного расщепления белков карапаксов под действием папаина и установление его рациональных режимов является актуальной задачей.

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследований использовали полуразмороженные и измельченные на волчке карапаксы крабов с внутренностями. Ферментативное расщепление белков карапаксов проводили папаином при температуре $50 \pm 2^\circ\text{C}$ и рН $7,5 \pm 0,5$. Концентрацию фермента и продолжительность ферментолита варьировали от 0,5 до 1,5% к массе суспензии и от 2 до 8 ч соответственно. Степень гидролиза контролировали по соотношениям аминного

азота к общему азоту, небелкового азота к общему азоту, аминного азота к небелковому азоту и по накоплению общего азота в гидролизате. Степень гидролиза белков в ферментолизатах сравнивали с таковым показателем для автолизата, полученного по той же схеме.

Результаты исследований и их обсуждение

На основании данных изменения степени гидролиза белков карапаков под действием папаина установлено, что в первые 4 ч гидролиза происходит значительное образование пептидов (Nнеб/Нобщ более 60%, Нам/Нобщ менее 35%) (рис. 1).

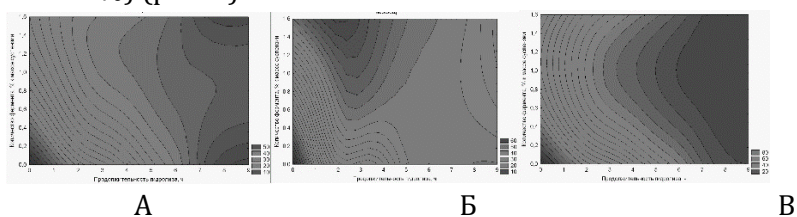


Рисунок 1. Изменение степени гидролиза белков карапаков в зависимости от его параметров

А - Нам/Нобщ (соотношение аминного азота к общему)

Б - Nнеб/Нобщ (соотношение небелкового азота к общему)

В - Нам/Nнеб (соотношение аминного азота к небелковому)

При этом порядка 35% азотсодержащих веществ из белка карапаков переходят в раствор (рис. 2).

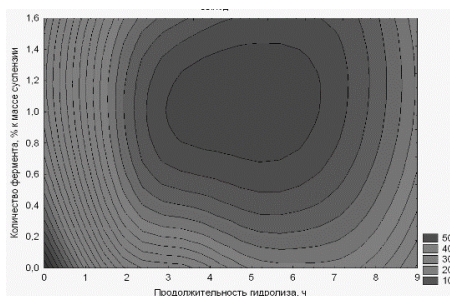


Рисунок 2. Изменение выхода азотсодержащих веществ в гидролизат из белков карапаксов в зависимости от параметров гидролиза

В период от 4,0 до 6,5 ч происходит повышение значения соотношения $N_{ам}/N_{общ}$ с 35 до 45% и уменьшение $N_{неб}/N_{общ}$ на 10%, что свидетельствует о расщеплении пептидов до свободных аминокислот (рис. 1). Выход азотсодержащих веществ в раствор, в данный период времени, достигает своего максимума (около 50%) (рис. 2). Увеличение продолжительности гидролиза до 8 ч приводит к практически полному расщеплению пептидов до свободных аминокислот ($N_{ам}/N_{неб}$ около 80%, $N_{ам}/N_{общ}$ более 45%). Накопление продуктов гидролиза (свободные аминокислоты), вероятно, приводит к замедлению процесса расщепления белков, что подтверждается снижением выхода пептидов и свободных аминокислот в гидролизат до 40% (рис. 2).

Таким образом, процесс ферментативного гидролиза проходит ступенчато, что позволяет получать продукты со средней степенью гидролиза белка, которые могут применяться в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных [Зими́на, Кушева, 1987;

Зими́на, Константи́нова, Подкоры́това, 1999; Мухин, Новиков, 2001; Подкоры́това, Вафина, Игнатов, 2017].

На рисунке 3 представлены изменение содержания аминного азота в гидролизатах в зависимости от продолжительности процесса ферментализации и количества используемого фермента.



Рисунок 3. Изменение содержания аминного азота в гидролизате при проведении автолиза и ферментализации белков карапаксов

Использование для гидролиза ферментного препарата папаина в количестве 0,5% к массе суспензии позволяет сократить продолжительность этого процесса в 2 раза, а при 1,0-1,5% - в 2,7 раза по сравнению с автолизом (рис. 3).

Ферментализованную суспензию, содержащую свободные аминокислоты, пептиды и хитин рекомендуется использовать в качестве кормовой добавки к рационам сельскохозяйственных животных. Отфильтрованный ферментализат (гидролизат) рекомендуется после концентрирования и доработки использовать в качестве

пищевого гидролизата (крабовый соус). Хитиновый остаток рекомендуется направлять на производство хитозана.

Заключение

В результате проведённых исследований процесса ферментативного расщепления белков, содержащихся в отходах от разделки краба (карапаксах) установлено, что данный процесс проходит ступенчато с образованием на первой стадии пептидов, с последующим их расщеплением до свободных аминокислот.

Использование папаина для ферментализации белков отходов от разделки краба позволяет ускорить процесс гидролиза в 2-2,7 раза по сравнению с автолизом.

Установлена продолжительность гидролиза, которая составляет 4,0-6,5 ч и 6,5-8,0 ч соответственно при температуре $50 \pm 2^\circ\text{C}$, pH $7,5 \pm 0,5$ и концентрации фермента 0,5-1,5% к массе суспензии.

Ферментализаты белков ККАВ в связи с высоким содержанием свободных аминокислот и пептидов могут быть рекомендованы к использованию в качестве пищевых и кормовых продуктов. Хитиновый остаток от фильтрации ферментализатов рекомендуется направлять на производство хитозана.

Библиографический список:

1. Зими́на Л. С., Константи́нова Н. Ю., Подкоро́ытова А. В. Получение пищевых и кормовых гидролизатов из бурых водорослей // Известия ТИНРО. Том 125. 1999. С. 300-306.
2. Зими́на Л. С., Куше́ва О. А. Кормовые продукты из отходов агарового производства // Проблемы производства продукции из красных и бурых водорослей: Тез. докл.

Всесоюз. семинара, г. Владивосток. Владивосток:ТИНРО. 1987. С. 30-32.

3. Игнатова Т. А., Родина Т. В., Подкорытова А. В. Биотехнологическая конверсия отходов от разделки краба *Paralithodes camtschaticus* при получении кормовой добавки с хитином //Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю. А. Овчинникова. Т. 11. № 1. 2015. С. 20-27.

4. Игнатова Т. А., Родина Т. В., Подкорытова А. В. О специфичности различных протеиназ к белоксодержащим компонентам отходов от разделки камчатского краба // Проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса на современном этапе: тез. докл. I междунар. конф. молодых ученых. – Мурманск: Изд-во ПИНРО. 2014. С. 70-71.

5. Мухин В.А., Новиков В.Ю. Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов: получение, свойства и практическое использование. – Мурманск: ПИНРО. 2001. 97 с.

6. Подкорытова А. В., Игнатова Т.А., Родина Т.В., Строкова Н.Г. Биотехнология кормовых ферментолитов с аминополисахаридами из отходов от разделки камчатского краба рода PARALITHODES // Материалы Международной научно-практической конференции «Биотехнология и качество жизни» 18-20 Марта 2014 г. М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2014. С. 298-299.

7. Подкорытова А.В., Вафина Л.Х., Игнатова Т.А. Кормовые добавки из морских водорослей и продуктов их переработки // Под редакцией Подкорытовой А.В. – М.: Изд-во ВНИРО. 2017. 70 с.

8. Статистические сведения по рыбной промышленности России 2016-2017 гг. М.: ФГУП «ВНИРО». 2018. 75 с.

9. Шкуратова Е. Б., Мухин В.А. Влияние температуры и рН на активность протеиназ из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio* // Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С. 105-107.

BIOTECHNOLOGY OF ENZYMATIC HYDROLYSATES FROM CRAB CARAPACES

Ignatova T.A., Podkorytova A.V., Rodina T.V.

Key words: *papain, waste from crab cutting, hydrolysis*

The Data on the enzymatic destruction of the protein contained in crab carapaxes are presented. It was found that under the action of papain, the fermentolysis of the carapax protein proceeds stepwise with the formation of peptides at the first stage. The use of papain accelerates the hydrolysis process by 2-2.7 times compared to the rate of autolysis. Rational parameters of fermentolysis for the production of food and feed hydrolysates are justified.