



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-5-12

УДК 636.294:637

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕРМЕНТОВ МИКРОБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СЫРЬЯ МАРАЛОВ**М.Г. КРотова, научный сотрудник,****В.Г. Луницын, доктор ветеринарных наук, директор***Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства**656031, Россия, Алтайский край, Барнаул, ул. Шевченко, 160**e-mail: wniipo@rambler.ru*

Изучена эффективность использования ферментов микробного происхождения при глубокой переработке сырья маралов. Проведена сравнительная оценка применения ферментов Протамекс, Протеаза 1, Протеаза 2, Протомикс, Бактериальная протеаза при ферментативном гидролизе побочной продукции мараловодства – хвостов, репродуктивных органов самцов маралов, маток с эмбрионами, сухожилий. Ферментативный гидролиз осуществлен в течение 8–10 ч в термостате и поле ультразвука при температуре 45–50 °С. Установлено, что применение анализируемых ферментов и их сочетаний повышает уровень перехода сухих веществ сырья маралов в гидролизат. При добавлении ферментов, каждого по отдельности, при гидролизе побочной продукции мараловодства, наилучшие результаты по выходу растворимой фракции получены с Протомиксом и Бактериальной протеазой. На всех этапах исследования максимальный процент выхода концентрата получен за счет применения сочетания ферментов. При ферментации хвостов маралов добавление Протеазы 2 и Протомикса обеспечило увеличение доли растворимых компонентов до 98 %. При гидролизе репродуктивных органов самцов марала в присутствии Протеазы 1, Протеазы 2 и Протомикса увеличило выход концентрата (высушенного до влажности 10–12 % гидролизата) до 65,2 %. В процессе гидролиза маток с эмбрионами и сухожилий применение Протомикса и Папаина обеспечило показатели 75,3 и 71,0 %. Определено, что использование ультразвуковых колебаний позволило на 10,8–21,2 % увеличить выход концентрата по сравнению с гидролизом сырья в термостате. Применение ультразвука в сочетании с анализируемыми ферментами микробного происхождения эффективно для гидролиза сырья маралов.

Ключевые слова: ферменты, сырье маралов, гидролиз, ферментация, концентрат.

В настоящее время большой интерес представляет продукция пантового оленеводства как ценный источник питательных и целебных компонентов. При переработке продукции мараловодства стоит задача максимально повысить биодоступность ее компонентов, расширить ассортимент продуктов, получаемых из сырья маралов. Перспективным является производство препаратов, представляющих собой смесь

низкомолекулярных пептидов и аминокислот – продуктов высокой биологической ценности [1], получение которых включает физическую и ферментативную обработку, вызывающую распад гидролитических компонентов сырья [2–4].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте пантового оленеводства разработаны способы получения концентрата, в том числе основанные на фермент-

ном гидролизе [5, 6] и высокотемпературной экстракции [7–9]. Выход концентрата при использовании этих технологий недостаточно высок: от 39,87 (репродуктивные органы самцов) до 81,34 % (хвосты). Применение деструкции с помощью специфических ферментов обеспечивает мягкие условия обработки, которая максимально сохраняет полный набор аминокислот и питательную ценность получаемых продуктов, при этом значительно повышает их растворимость и усвояемость [10–12]. В пищевых производствах все чаще используют ферментные препараты микробного происхождения, которые получают при культивировании специфических микроорганизмов [13–15]. Применение ферментов позволяет интенсифицировать технологические процессы при переработке, улучшить качество готовых продуктов, а также увеличить их производство.

Цель исследования – изучить эффективность использования ферментов микробного происхождения Протамекс, Протеаза 1, Протеаза 2, Протомикс, Бактериальная протеаза в процессе глубокой переработки побочной продукции пантового оленеводства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-исследовательская работа проведена во Всероссийском научно-исследовательском институте пантового оленеводства в 2016–2017 гг. Материалом служила побочная продукция пантового оленеводства: хвосты, репродуктивные органы самцов, матки с эмбрионами, сухожилия. В исследованиях использовали ферменты микробного происхождения: препарат промышленного производства на основе *Bacillus* протеазы Протамекс, выпускаемый фирмой «Novozymes» в Дании; щелочную грибную протеазу Протеаза 1, щелочную бактериальную протеазу на основе *Bacillus licheniformis* Протеаза 2; комплекс кислых протеаз на основе *Penicillium canescens* Протомикс; фермент на основе *Bacillus subtilis* Бактериальная протеаза. Данные ферменты являются препаратами Российского произ-

водства, разработанные во Всероссийском научно-исследовательском институте пищевой биотехнологии.

На первом этапе опытов изучали способность каждого из ферментов расщеплять вещества, содержащиеся в побочной продукции пантового оленеводства. Для приготовления каждой пробы к измельченному сырью добавляли дистиллированную воду в соотношении (сырье : вода) от 1 : 6 до 1 : 10. К полученным растворам добавляли ферменты. Уровень вносимых ферментов менялся в зависимости от их активности. Протомекс добавляли в количестве 1,5 % от объема субстрата, Протеазу 1, Протеазу 2 и Протомикс в количестве 0,2 % от объема субстрата, Бактериальная протеаза – 4 % от объема субстрата. В зависимости от используемого фермента pH растворов варьировала от 3 до 11. Ферментативный гидролиз осуществлялся в термостате при температуре 45–50 °C при периодическом перемешивании в течение 8 ч для хвостов и маток с эмбрионами, 10 ч для репродуктивных органов самцов и сухожилий. После окончания ферментации гидролизаты отфильтровывали и высушивали в инфракрасной сушилке при температуре 50 °C. Всего было приготовлено 60 образцов.

На втором этапе опытов изучали возможность применения ультразвука для интенсификации процесса. Для этого ферментацию осуществляли в ультразвуковой ванне ElmasonicS80H при температуре 45–50 °C, частотой ультразвуковых колебаний 37 кГц в течение 8–10 ч в зависимости от вида сырья. В течение данного этапа было изготовлено 60 проб.

На третьем этапе исследовали возможность совместного использования ферментов для повышения качества гидролиза и увеличения выхода концентрата. В одних опытах проводили последовательную обработку сырья сначала ферментами Протеаза 1 и Протеаза 2, затем Протомикс, в других опытах ферменты в раствор вносили одновременно – Протомикс + Папаин, Бактериальная протеаза + Папаин. Всего изготовлено 50 образцов.

В конце каждого из этапов проводился расчет выхода концентрата (высушенного гидролизата), который выражался в процентах от сухого вещества сырья маралов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В первой серии опытов проведен гидролиз сырья марала с использованием различных ферментов микробного происхождения (табл. 1).

При ферментации хвостов в термостате наибольший выход (80 %) получен с ферментом Протомикс, поскольку данный фермент представляет комплекс протеолитических ферментов, направленных на расщепление

белковых компонентов сырья. Выход растворимых составляющих при использовании других ферментов был значительно ниже и составлял от 52 до 65 %, что обусловлено субстратной специфичностью данных ферментов к определенным белкам.

Во второй серии опытов проведена ферментация хвостов марала с использованием тех же ферментов, но при этом гидролиз осуществлялся в поле ультразвука, что позволило увеличить количество готового продукта при использовании Протамекса на 14,6 %, Бактериальной протеазы на 18,9, Протеазы 1 на 16, Протеазы 2 на 15,0, Протомикса на 16,0 % (разница достоверна при $p < 0,01$) (см. табл. 1). Наибольший выход

Таблица 1

Выход концентрата при ферментации сырья марала

Вид сырья	Фермент	Выход концентрата, %	
		гидролиз в термостате	гидролиз в поле ультразвука
Хвосты	Протамекс	65,0 ± 0,25	76,6 ± 0,34
	Бактериальная протеаза	62,5 ± 0,15	81,4 ± 0,21
	Протеаза 1	52,0 ± 0,47	68,0 ± 1,03
	Протеаза 2	60,0 ± 0,54	75,0 ± 0,62
	Протомикс	80,0 ± 0,27	96,0 ± 0,31
Репродуктивные органы самцов	Протамекс	23,3 ± 0,36	38,5 ± 0,24
	Бактериальная протеаза	35,2 ± 0,25	56,4 ± 0,11
	Протеаза 1	20,4 ± 0,51	31,5 ± 0,24
	Протеаза 2	21,5 ± 0,17	33,0 ± 0,17
	Протомикс	34,8 ± 0,35	45,6 ± 0,42
Матки с эмбрионами	Протамекс	54,0 ± 0,34	68,3 ± 0,33
	Бактериальная протеаза	53,2 ± 0,28	68,0 ± 0,26
	Протеаза 1	50,3 ± 0,18	62,3 ± 0,54
	Протеаза 2	50,6 ± 0,21	62,6 ± 0,39
	Протомикс	56,0 ± 0,25	70,0 ± 0,26
Сухожилия	Протамекс	10,2 ± 0,31	21,0 ± 0,25
	Бактериальная протеаза	27,5 ± 0,25	38,1 ± 0,20
	Протеаза 1	5,4 ± 0,18	15,5 ± 0,33
	Протеаза 2	8,1 ± 0,11	17,3 ± 0,59
	Протомикс	33,2 ± 0,33	43,2 ± 0,36

(96 %) получен при гидролизе в поле ультразвука при добавлении фермента Протомикс.

Проведена ферментация репродуктивных органов самцов марала с использованием ферментов микробного происхождения (табл. 1). Наибольший выход концентрата при гидролизе в термостате получен с препаратами Бактериальная протеаза и Протомикс (34,8–35,2 %).

Использование ультразвуковых колебаний позволило увеличить выход продукта на 10,8–21,2 % (разница достоверна при $p < 0,001$). Выход концентрата из репродуктивных органов самцов был значительно ниже, чем из хвостов, что обусловлено наличием большого количества пептидных связей, образованных лейцином, изолейцином и валином, которые являются очень устойчивыми к гидролизу [16].

Проведено апробирование различных ферментов микробного происхождения при гидролизе маток (табл. 1). При ферментации маток марала в термостате наибольший выход сухого порошка, равный 56,0 %, получен с ферментом Протомикс. Выход концентрата при использовании других фер-

ментов был ниже на 2–5 %. Применение ультразвуковых колебаний позволило увеличить количество готового продукта при использовании Протамекса на 14,3 %. Бактериальной протеазы на 14,8, Протеазы 1 и Протеазы 2 на 12,0, Протомикса на 14,0 % (разница достоверна при $p < 0,001$).

Наибольший процент выхода, равный 70,0 %, получен в результате гидролиза в поле ультразвука при добавлении фермента Протомикс.

Проведен ферментативный гидролиз сухожилий марала с использованием различных ферментов (табл. 1). Самые низкие показатели выхода растворимых веществ отмечены после действия Протеазы 1 и Протеазы 2: 5,4–8,1 % при гидролизе в термостате и 15,5–17,3 % при гидролизе в поле ультразвука. Наибольший процент выхода концентрата 38,1–43,2 % получен при использовании ферментов Бактериальная протеаза и Протомикс в поле ультразвука.

Проведены исследования использования сочетаний ферментов в ферментативном гидролизе сырья маралов (табл. 2).

Поэтапная обработка гидролизата из хвостов Протеазой 2, затем Протомиксом

Таблица 2

Выход концентрата при ферментации сырья марала с использованием сочетания ферментов

Вид сырья	Фермент	Выход концентрата, % (гидролиз в поле ультразвука)
Хвосты	Протеаза 2 + Протомикс	98,0 ± 0,23
	Протеаза 1 + Протеаза 2 + Протомикс	96,0 ± 0,65
Репродуктивные органы самцов	Протеаза 2 + Протомикс	52,1 ± 0,28
	Протеаза 1 + Протеаза 2 + Протомикс	65,2 ± 0,39
	Протомикс + Папаин	49,4 ± 0,25
	Бактериальная протеаза + Папаин	60,3 ± 0,27
Матки с эмбрионами	Протеаза 2 + Протомикс	73,0 ± 0,13
	Протомикс + Папаин	75,3 ± 0,27
	Бактериальная протеаза + Папаин	71,4 ± 0,27
Сухожилия	Протеаза 2 + Протомикс	27,6 ± 0,18
	Протомикс + Папаин	71,0 ± 0,43
	Бактериальная протеаза + Папаин	47,5 ± 0,25

привела к достоверному увеличению выхода концентрата на 2 %, выход концентрата при этом составил 98 %.

Для повышения глубины и качества ферментации репродуктивных органов самцов марала, ферменты, с которыми был получен максимальный выход концентрата в предыдущих опытах (Бактериальную протеазу и Протомикс) добавляли совместно с другими ферментами.

Установлено, что при последовательном внесении в гидролизат из репродуктивных органов Протеазы 1 и Протеазы 2, по истечении половины времени ферментации Протомикса, выход концентрата достоверно увеличился на 19,6 % ($p < 0,001$). В опыте с добавлением Протеазы 1 и Протомикса (через 5 ч) выход растворимой фракции увеличился на 6,5 % (разница достоверна при $p < 0,001$).

Единовременное внесение в гидролизат Протомикса с Папаином и Бактериальной протеазы с Папаином увеличило выход концентрата на 3,8; 3,9 % соответственно (разница достоверна при $p < 0,001$). Наиболее оптимальным является способ, заключающийся в обработке половых органов марала комплексом ферментов Протеаза 1 и Протеаза 2 и Протомикс при дозе 0,2 % от объема сырья.

Установлено, что при гидролизе маток с эмбрионами с применением сочетания ферментов, поэтапное добавление в процессе ферментации Протеазы 2 и Протомикса привело к увеличению выхода концентрата на 3 % ($p < 0,001$), тогда как внесение его совместно с Папаином позволило увеличить выход растворимых компонентов на 5,3 % ($p < 0,001$). Применение Бактериальной протеазы с Папаином дало увеличение выхода продукта на 3,4 % (табл. 2). При гидролизе маток с эмбрионами марала оптимальным является использование сочетания ферментов Протомикс и Папаин.

При ферментативном гидролизе сухожилий марала массовая доля растворимых веществ достоверно увеличивалась на 9,4 и 27,98 % при действии препаратов Бактериальная протеаза и Протомикс в сочетании с

Папаином ($p < 0,001$), следовательно, оптимальным является применение Протомикса в сочетании с Папаином в дозировке 0,2 % каждого фермента, выход концентрата при этом увеличивается до 71,0 %.

ВЫВОДЫ

1. Гидролиз сырья маралов в поле ультразвука с добавлением ферментов микробного происхождения позволил повысить выход концентрата из хвостов марала до 98 %, из половых органов до 65,2, маток с эмбрионами до 75,3, из сухожилий до 71,0 %.

2. При гидролизе хвостов наиболее оптимальным является использование Протомикса в сочетании с Протеазой 2, при гидролизе половых органов Протомикса с Протеазой 1 и Протеазой 2, при переработке маток с эмбрионами Протомикса с Папаином, при гидролизе сухожилий оптимально сочетание ферментов Протомикс и Папаин.

3. Применение ультразвуковых колебаний увеличивает выход концентрата из сырья маралов на 10–21 %, не оказывая при этом губительного действия на ферменты микробного происхождения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Константиновская М.А., Красноштанова А.А.** Подбор условий получения ферментативного гидролизата из бульона, образующегося при производстве костной муки // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 4. – С. 31–37.
2. **Степура М.В., Лобанов В.Г.** Роль функциональных свойств белков в пищевой промышленности // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5. – С. 25–27.
3. **Белоусова С.В., Косенко О.В.** Влияние ферментативных препаратов на глубину гидролиза коллагенсодержащего сырья // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 4. – С. 84–86.
4. **Зинина О.В., Соловьева А.А., Резебов Я.М., Тарасова И.В., Оксуханова Э.К.** Ферменты в мясной отрасли пищевой промышленности // Междунар. студен. научн. вестн. – 2015. – № 6. – 49 с.

5. **Луницын В.Г., Неприятель А.А.** Безотходная технология переработки продукции пантового оленеводства // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 5. – С. 83–91.
6. **Луницын В.Г., Неприятель А.А.** Новые продукты функционального питания на основе продукции мараловодства // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2017. – № 4. – С. 87–92.
7. **Гришаева И.Н., Луницын В.Г.** Способ получения концентрата из консервированных пантов маралов // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения: сб. науч. тр. / под ред. В.Г. Луницына. – Барнаул: Азбука, 2011. – Т. 6. – С. 182–188.
8. **Гришаева И.Н., Луницын В.Г.** Способ получения концентратов из побочной продукции пантового оленеводства // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения: сб. науч. тр. / под ред. В.Г. Луницына. – Барнаул: Азбука, 2011. – Т. 6. – С. 171–177.
9. **Луницын В.Г., Абашева О.В., Белозерских И.С., Неприятель А.А.** Усовершенствование способа переработки побочной продукции пантового оленеводства // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2014. – Т. 8. – С. 81–84.
10. **Касьянов Г.И., Герасимова Н.Ю., Бирбасов В.А., Шамханов Ч.Ю.** Ферментативный гидролиз коллагенсодержащего сырья животного происхождения // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 4. – С. 17–20.
11. **Бабич О.О., Полетаев А.Ю., Морозова А.И.** Переработка вторичного кератинсодержащего сырья и получение белковых гидролизатов на пищевые и кормовые цели // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 2. – С. 7–11.
12. **Курбанова М.Г., Соболева О.М., Добрынина Е.О.** Роль ферментов в пищевых технологиях // Вест. Кемеровского гос. с.-х. ин-та. – 2011. – № 4. – С. 191–199.
13. **Крахмалева Т.Н.** Использование концентрированных ферментных препаратов микробного происхождения спиртового производства в пивоварении // Оптимизация сложных биотехнологических систем: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Оренбург: Орен. гос. ун-т, 2003. – С. 100–104.
14. **Еремеев Н.Л.** Ферментативный гидролиз кератинсодержащего сырья для получения белковых гидролизатов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – № 6. – С. 717–724.
15. **Шарова Н.Ю.** Микроингредиенты микробного происхождения для создания продуктов функционального назначения // Актуальные вопросы теории и практики современной биотехнологии: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – СПб.: Ленингр. гос. ун-т им. А.С. Пушкина, 2015. – С. 75–81.
16. **Кильмаев А.А., Разумовская Р.Г.** Исследование ферментативного гидролиза малоценного рыбного сырья в технологии получения белковых продуктов // Вестн. АГТУ. – 2007. – № 3. – С. 120–123.

REFERENCES

1. **Konstantinovskaya M.A., Krasnoshtanova A.A.** Podbor uslovii polucheniya fermentativnogo gidrolizata iz bul'ona, obrazuyushchegosya pri proizvodstve kostnoi muki // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2014. – № 4. – S. 31–37.
2. **Stepuro M.V., Lobanov V.G.** Rol' funktsional'nykh svoistv belkov v pishchevoi promyshlennosti // Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2007. – № 5. – S. 25–27.
3. **Belousova S.V., Kosenko O.V.** Vliyanie fermentativnykh preparatov na glubinu gidroliza kollagensoderzhashchego syr'ya // Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2012. – № 4. – S. 84–86.
4. **Zinina O.V., Solov'eva A.A., Rezebov Ya.M., Tarasova I.V., Okuskhanova E.K.** Fermenty v myasnoi otrasli pishchevoi promyshlennosti // Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik. – 2015. – № 6. – 49 c.
5. **Lunitsyn V.G., Nepriyatel' A.A.** Bezotkhodnaya tekhnologiya pererabotki produktsii pantovogo olenevodstva // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2016. – № 5. – S. 83–91.
6. **Lunitsyn V.G., Nepriyatel' A.A.** Novye produkty funktsional'nogo pitaniya na osnove produktsii maralovodstva // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2017. – № 4. – S. 87–92.
7. **Grishaeva I.N., Lunitsyn V.G.** Sposob polucheniya kontsentrata iz konservirovannykh pantov maralov // Problemy pantovogo olenevodstva i puti ikh resheniya: sb. nauch. tr. / pod red. V.G. Lunitsyna. – Barnaul: Azbuka, 2011. – T. 6. – S. 182–188.
8. **Grishaeva I.N., Lunitsyn V.G.** Sposob polucheniya kontsentratov iz pobochnoi

- produksii pantovogo olenevodstva // Problemy pantovogo olenevodstva i puti ikh resheniya: sb. nauch. tr. / pod red. V.G. Lunitsyna. – Barnaul: Azbuka, 2011. – T. 6. – S. 171–177.
9. **Lunitsyn V.G., Abasheva O.V., Belozerskikh I.S., Nepriyatel' A.A.** Usovershenstvovanie sposoba pererabotki pobochnoi produktsii pantovogo olenevodstva // Problemy pantovogo olenevodstva i puti ikh resheniya: sb. nauch. tr. – Barnaul: Azbuka, 2014. – T. 8. – S. 81–84.
10. **Kas'yanov G.I., Gerasimova N.Yu., Birbasov V.A., Shamkhanov Ch.Yu.** Fermentativnyi gidroliz kollagensoderzhashchego syr'ya zhivotnogo proiskhozhdeniya // Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2008. – № 4. – S. 17–20.
11. **Babich O.O., Poletaev A.Yu., Morozova A.I.** Pererabotka vtorichnogo keratinsoderzhashchego syr'ya i poluchenie belkovykh gidrolizatov na pishchevye i kormovye tseli // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2011. – № 2.
12. **Kurbanova M.G., Soboleva O.M., Dobrynina E.O.** Rol' fermentov v pishchevykh tekhnologiyakh // Vest. Kemerovskogo gos. s.-kh. in-ta. – 2011. – № 4. – S. 191–199.
13. **Krakhmaleva T.N.** Ispol'zovanie kontsentrirannykh fermentnykh preparatov mikrobного proiskhozhdeniya spirtovogo proizvodstva v pivovarenii // Optimizatsiya slozhnykh biotekhnologicheskikh sistem: Materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. – 2003. – S. 100–104.
14. **Eremeev N.L.** Fermentativnyi gidroliz keratinsoderzhashchego syr'ya dlya polucheniya belkovykh gidrolizatov // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. – 2009. – № 6. – S. 717–724.
15. **Sharova N.Yu.** Mikroingredienty mikrobного proiskhozhdeniya dlya sozdaniya produktov funktsional'nogo naznacheniya // Aktual'nye voprosy teorii i praktiki sovremennoi biotekhnologii: Materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. – SPb.: Leningr. gos. un-t im. A.S.Pushkina, 2015. – S. 75–81.
16. **Kil'maev A.A., Razumovskaya R.G.** Issledovanie fermentativnogo gidroliza malotsennogo rybnogo syr'ya v tekhnologii polucheniya belkovykh produktov // Vestn. AGTU. – 2007. – № 3. – S. 120–123.

EFFECTIVENESS OF USING ENZYMES OF MICROBIAL ORIGIN IN MARAL RAW STUFF PROCESSING

**M.G. KROTOVA, Researcher,
V.G. LUNITSYN, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Director**
*All-Russian Research Institute for Antlered Deer Farming
160, Shevchenko St, Barnaul, Altai Territory, 656031, Russia
e-mail: wniipo@rambler.ru*

Effectiveness of using enzymes of microbial origin in deep processing of maral raw stuff was studied. There was conducted comparative evaluation of using enzymes Protamex, Protease 1, Protease 2, Protomix, and Bacterial Protease when enzyme hydrolyzing by-products of maral farming – tails, reproductive organs of males, uteri with embryos, tendons. The enzymatic hydrolysis was carried out during 8–10 hours in the thermostat and the ultrasonic field at a temperature of +45 to +50°C. It has been found that the use of the enzymes studied and their combinations allows us to increase a transition rate from dry substances to hydrolyzates. When adding each enzyme separately during the hydrolysis of maral by-products, best results as to output of soluble components were obtained with Protomix and Bacterial Protease. At all stages of the study, the maximum outputs of concentrate were obtained due to the use of enzyme combinations. The addition of Protease 2 and Protomix during the fermentation of maral tails increased a proportion of soluble components up to 98%. When hydrolyzing the reproductive organs of males in the presence of Protease 1, Protease 2 and Protomix, the output of concentrate (dried to a moisture content of 10–12% hydrolyzate) increased to 65.2%. The use of Protomix and Papain combination in the hydrolysis process of the uteri with embryos and tendons resulted in the values of 75.3 and 71.0%, respectively. As shown by research, the use of ultrasonic vibrations allowed increasing the concentrate output by 10.8–21.2% as compared with the hydrolysis of raw material in the thermostat. Therefore the use of ultrasound in combination with the enzymes of microbial origin studied is effective for hydrolysis of maral raw stuff.

Keywords: enzymes, maral raw stuff, hydrolysis, fermentation, concentrate.

Поступила в редакцию 04.10.2017