

СПОСОБ РЕГУЛЯЦИИ ГЛУБИНЫ И КАЧЕСТВА ГИДРОЛИЗА СЫРЬЯ МАРАЛОВ  
ПУТЕМ ДОБАВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

М. G. Krotova, E. N. Pshenichnikova, E. A. Kronevald

THE METHOD OF CONTROLLING THE EXTENSIVENESS AND QUALITY OF HYDROLYSIS  
OF MARAL RAW MATERIALS BY ADDITION OF ORGANIC SOLVENTS

**Кротова Мария Георгиевна** – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. переработки и сертификации пантовой продукции Всероссийского НИИ пантового оленеводства – отдела Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий, г. Барнаул. E-mail: wniipo@rambler.ru

**Пшеничникова Елена Николаевна** – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. аналитических исследований Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий, г. Барнаул.

E-mail: wniipo@rambler.ru

**Кроневальд Елена Арнольдовна** – канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаб. аналитических исследований Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий, г. Барнаул.

E-mail: wniipo@rambler.ru

**Krotova Maria Georgyevna** – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Processing and Certification of Antler Production, All-Russia Research Institute of Antler Reindeer Breeding – Branch of Altai Federal Research Center of Agrobiotechnologies, Barnaul. E-mail: wniipo@rambler.ru

**Pshenichnikova Elena Nikolaevna** – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Analytical Researches, Altai Federal Research Center of Agrobiotechnologies, Barnaul.

E-mail: wniipo@rambler.ru

**Kronevald Elena Arnoldovna** – Cand. Agr. Sci., Staff Scientist, Lab. of Analytical Researches, Altai Federal Research Center of Agrobiotechnologies, Barnaul.

E-mail: wniipo@rambler.ru

Проведена оценка влияния органических растворителей на глубину и качество ферментативного гидролиза сырья маралов. В качестве модельного субстрата использовали сухожилия марала, предварительно измельченные с помощью промышленного измельчителя МИМ-300. Гидролиз осуществляли с добавлением комплекса ферментов Протозим В, Протозим С и Протозим ЛП при температуре 50 °С на ультразвуковой установке Elmasonik при гидромодуле 1 : 5 в течение 4, 6 и 8 ч с добавлением этилового спирта в концентрациях 1; 3; 6 % и глицерина в концентрациях 0,5; 1; 3 %. В каждой пробе определяли биохимический состав, количество аминного азота и биологическую активность по общепринятым методикам. Показано, что ферментативный гидролиз сырья маралов в присутствии органических растворителей влияет на качественные показатели готовых гидролизатов. Добавление этанола в концентрации 1 % при проведении ферментации способ-

ствует увеличению массовой доли белковой составляющей до 91,4 %. Проведение гидролиза в присутствии этилового спирта в концентрации 1 % способствует повышению биологической активности гидролизатов, проявляющейся в увеличении продолжительности плавания мышей с грузом на 93,3 % по сравнению с контролем. Гидролизаты из сырья маралов, полученные в присутствии глицерина в качестве органического растворителя, характеризовались снижением массовой доли белка на 4,9–35,4 % в присутствии безазотистых экстрактивных веществ по сравнению с гидролизатами, полученными в присутствии этанола. Установлено, что на глубину ферментативного гидролиза оказывает влияние концентрация и характер органического растворителя. Максимальный показатель аминного азота 205 мг% наблюдается при ферментации в присутствии однопроцентного этанола.

**Ключевые слова:** сырье, марал, гидролизат, ферментация, аминный азот.

*The assessment of the influence of organic solvents on the extensiveness and quality of fermentative hydrolysis of raw materials of marals was carried out. As a model substratum the sinews of the maral previously crushed by means of industrial grinder of MIM-300 were used. The hydrolysis was carried out with addition of the complex of enzymes Protozyme B, Protozyme C and Protozyme LP enzymes at the temperature of 50°C in Elmasonik ultrasonic unit with water module of 1:5 for 4, 6 and 8 hours and with the addition of ethyl alcohol at the concentrations of 1, 3 and 6 % and glycerol at concentrations of 0.5, 1 and 3 %. In each test biochemical structure, the amount of aminos nitrogen and biological activity by the standard techniques were determined. It was shown that fermentative hydrolysis of raw materials of marals in the presence of organic solvents influenced the quality indicators of ready hydrolysates. Addition of ethanol in the concentration of 1 % when carrying out fermentation promoted the increase in the mass fraction of proteinaceous component to 91.4 %. Carrying out hydrolysis in the presence of ethyl alcohol in the concentration of 1 % promoted the increase of biological activity of hydrolysates which resulted in the increase in the duration of swimming of mice with freight at 93.3 % in comparison with control. The hydrolyzates from raw materials of marals received in the presence of glycerin as organic solvent were characterized by the decrease in the mass fraction of protein by 4.9–35.4 % in the presence of extractive substances without nitrogen in comparison with the hydrolyzates received in ethanol presence. It was established that the concentration and character of organic solvent had had the impact on the depth of fermentative hydrolysis. The maximum indicator of aminos nitrogen of 205 mg% was observed at fermentation in the presence of one-percentage ethanol.*

**Keywords:** raw material, maral, hydrolysate, fermentation, aminos nitrogen.

**Введение.** В России на сегодняшний день значительно возросла популярность здорового питания среди населения, что опосредовано концепцией государственной политики в данной сфере. В связи с этим обозначена тенденция

постепенного увеличения рынка продуктов функциональной направленности [1, 2].

Среди значительного разнообразия функциональных продуктов все большую популярность приобретает продукция пантового оленеводства, которая характеризуется входящим в ее состав широким спектром биологически активных компонентов: аминокислот, пептидов, липидов, жирных кислот, витаминов, макро-, микроэлементов и гормонов. С древних времен считалось, что препараты из различных частей пантовых оленей являются природными уникальными адаптогенами, способными усиливать собственный биологический потенциал организма.

В связи с увеличением спроса на продукцию пантового оленеводства важным направлением научно-исследовательской работы является разработка эффективных способов переработки сырья пантовых оленей, позволяющих получать биосубстанции с максимальным извлечением биологически активных компонентов.

В настоящее время одним из перспективных способов переработки сырья является проведение гидролиза с применением специфических протеолитических ферментов, которые позволяют получить сложную смесь продуктов распада белков с различной молекулярной массой [3]. Преимуществом ферментативного гидролиза является низкотемпературный режим проведения процесса, что способствует максимальному сохранению биологически активных компонентов сырья [4].

При гидролизе улучшается растворимость и усвояемость получаемых биосубстанций, что делает их более удобными в применении в составе пищевых продуктов.

Согласно литературным данным, действие ферментных препаратов при проведении гидролиза можно усилить путем добавления органических растворителей, что обусловлено изменением липофильности реакционной среды [10].

**Цель исследования:** провести оценку глубины и качества ферментативного гидролиза сырья маралов в присутствии органических растворителей.

**Материалы и методы исследования.** Первоначально исследовано влияние различных концентраций этанола и глицерина на актив-

ность ферментов при расщеплении сырья маралов. В качестве модельного субстрата использовали сухожилия марала, предварительно измельченные с помощью промышленного измельчителя МИМ-300.

Апробированы органические растворители: этиловый спирт (98 °С), в концентрации 1; 3; 6 %, глицерин (ЧДА) в концентрации 0,5; 1; 3 %.

Гидролиз осуществляли с добавлением комплекса ферментов Протозим В, Протозим С и Протозим ЛП при температуре 50 °С на ультразвуковой установке Elmasonik при гидромодуле 1 : 5 в течение 4, 6 и 8 ч.

В каждой пробе определяли количество аминного азота методом формольного титрования.

Для оценки качества экстракции, проводимой в присутствии органических растворителей,

произведено высушивание образцов гидролизатов в инфракрасной сушке при температуре 50 °С до остаточной влажности 7–9 (концентрации) с последующим изучением биохимического состава полученных образцов по общепринятым методикам.

Для определения биологической активности биосубстанций проведены опыты на лабораторных мышах по методике Н.Н. Каркищенко [5].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В ходе исследования проведен анализ биохимического состава биосубстанций из сырья маралов, полученных путем ферментативного гидролиза в присутствии органических растворителей. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Биохимический состав концентратов из сухожилий марала в зависимости от органического растворителя**

Показатель, %	Этанол			Глицерин		
	1 %	3 %	6 %	0,5 %	1 %	3 %
Вода	7,2	7,5	7,0	7,0	7,3	7,6
Протеин	91,4	88,6	88,8	87,1	85,8	67,5
Жир	0,6	0,4	0,5	0,6	1,6	2,2
БЭВ	0	0	0	5,1	9,6	26,1
Зола	0,8	2,0	1,7	1,2	1,0	1,1

Согласно результатам биохимического состава концентратов, в образце, полученном в присутствии этанола концентрацией 1 %, выявлена максимальная доля белка и минимальное количество зольных веществ, что свидетельствует об увеличении выхода готового продукта за счет белковой составляющей. При увеличении процента этилового спирта до 3 и 6 % массовая доля белка снижалась на 3 % при одновременном увеличении зольности в 2,1–2,5 раза соответственно.

Добавление глицерина в концентрации 0,5, 1 и 3 % при проведении ферментативного гидролиза оказывало негативное влияние на качественные характеристики гидролизатов, о чем свидетельствует снижение массовой доли белка на 4,9, 6,5 и 35,4 % соответственно по сравнению с гидролизом в присутствии 1 %-го этанола. Кроме того, в образцах с глицерином концентрацией 1 и 3 % массовая доля жира в 2,6–5,5 раза превышала данный показатель в образцах с этанолом,

что может свидетельствовать о воздействии данного органического растворителя на жировую фазу сырья.

Максимальное количество БЭВ выявлено в образце с 3 %-м глицерином, в котором данный показатель был выше в 5,1; 2,7 раза по сравнению с 0,5 и 1 %-м раствором. Данная зависимость может свидетельствовать об образовании побочных химических соединений при гидролизе в присутствии глицерина.

Определяющим процессом в ходе гидролиза с применением ферментных препаратов является накопление низкомолекулярных продуктов белковой деградации, оценку которого можно провести по степени накопления аминного азота в полученном продукте.

Для определения глубины гидролиза проведен опыт по определению аминного азота в образцах гидролизатов. Полученные данные представлены на рисунках 1 и 2.

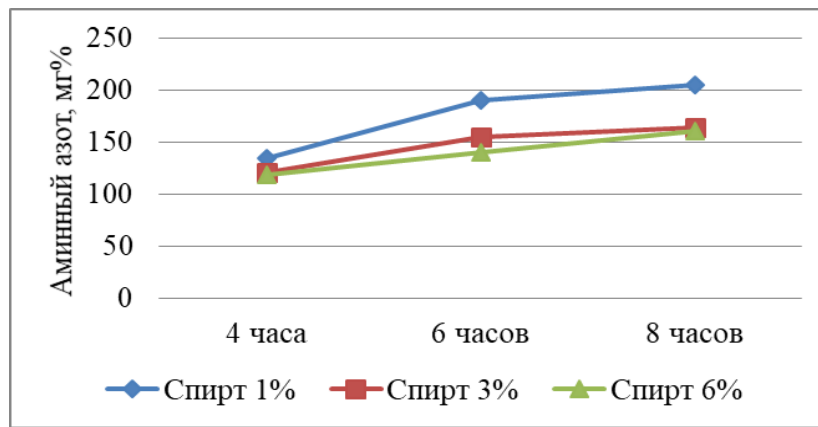


Рис. 1. Накопление аминного азота в процессе гидролиза с добавлением этилового спирта

Данные рисунка 1 свидетельствуют о том, что добавление 1 %-го этилового спирта в процессе ферментативного гидролиза имеет оптимальную и достаточную направленность, в результате чего накопление аминного азота через 4 ч составило 134 мг%, через 6 – 190 мг%, а че-

рез 8 достигло максимального значения – 205 мг%. При увеличении концентрации этанола до 3 и 6 % наблюдалось снижение уровня аминного азота до 164 и 160 мг% соответственно при продолжительности процесса ферментации 8 ч.

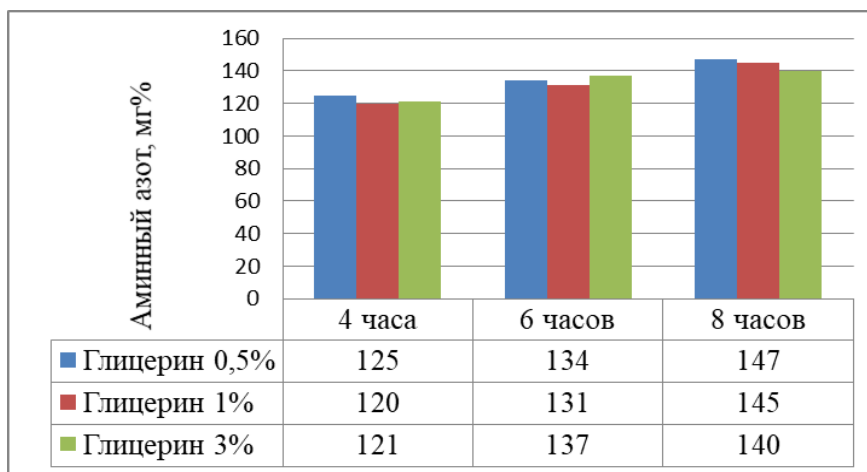


Рис. 2. Накопление аминного азота в процессе гидролиза с добавлением глицерина

Согласно данным, представленным на рисунке 2, добавление глицерина в концентрации 0,5 % при проведении гидролиза сырья маралов способствует накоплению низкомолекулярных продуктов гидролитического расщепления в количестве 125 мг% через 4 ч процесса, 134 мг% – через 6 ч и 147 мг% – через 8 ч ферментации. При увеличении концентрации глицерина в растворе до 1 и 3 % показатель аминного азота снижался – 145 и 140 мг% соответственно при продолжительности гидролиза 8 ч.

Таким образом, определено, что ферментативный гидролиз сырья маралов идет быстрее и

эффективнее при добавлении в раствор 1 %-го этанола.

С целью определения биологической активности гидролизатов из сырья маралов проведена серия опытов на лабораторных животных (мышях). Сохранность мышей в опытной и контрольной группах в течение всего периода наблюдения была 100 %. Кожные покровы чистые, волосяной покров ровный, гладкий. На протяжении опытного периода животные всех групп были активны и подвижны. Результаты экспериментов представлены в таблице 2.

## Влияние гидролизатов из сухожилий маралов на продолжительность плавания мышей

Серия опытов	Продолжительность плавания	
	мин	%
Контроль	2,72±0,64	100
Гидролизат из сухожилий, спирт 1 %	5,26±1,01	193,3
Гидролизат из сухожилий, спирт 3 %	4,13±1,50	151,8
Гидролизат из сухожилий, спирт 6 %	5,12±1,32	188,2
Гидролизат из сухожилий, глицерин 0,5 %	3,56±1,15	130,8
Гидролизат из сухожилий, глицерин 1 %	4,35±2,02	159,9
Гидролизат из сухожилий, глицерин 3 %	4,50±1,17	165,4

Согласно данным, представленным в таблице 2, у контрольных животных, которые в течение опыта получали физиологический раствор, предельное плавание с грузом составляло менее 3 мин. Выпаивание водных гидролизатов из сухожилий марала вызывало повышение выносливости животных к физической нагрузке. Время плавания мышей, получавших гидролизаты из сухожилий, произведенных с добавлением 1 %-го раствора этилового спирта, на 93,3 % превышало продолжительность плавания в контрольной группе. Высокие значения работоспособности у мышей были установлены и в других образцах. При введении гидролизатов, полученных с добавлением более высоких концентраций этилового спирта, время плавания мышей превышало данный показатель в контрольной группе на величину 51,8–88,2 %, при добавлении глицерина – на 38,2–65,4 %.

### Выводы

1. Ферментативный гидролиз сырья маралов в присутствии этилового спирта в концентрации 1 % влияет на качественные показатели готовых гидролизатов, в частности увеличивается массовая доля белковой составляющей до 91,4 % и возрастает биологическая активность на 93,3 % по сравнению с контролем.
2. Установлено, что на глубину ферментативного гидролиза оказывает влияние концен-

трация и характер органического растворителя. Максимальный показатель аминного азота – 205 мг% наблюдается при ферментации в присутствии 1 %-го этанола.

### Литература

1. Турченков С.С., Хлебцова Е.Б., Пучков М.Ю. Ситуационный анализ современного рынка биологически активных пищевых добавок // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5.
2. Литвинова О.С. Структура питания населения Российской Федерации. Гигиеническая оценка // Гигиена питания. № 5. С. 11–14
3. Луницын В.Г., Неприятель А.А., Белозерских И.С. Новые комплексные препараты на основе крови марала и биосубстанций из пантов и второстепенной продукции оленеводства // Вестник алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 5. С. 121–126.
4. Максимюк Н.Н., Марьяновская Ю.В. О преимуществах ферментативного способа получения белковых гидролизатов // Фундаментальные исследования. 2009. № 1. С. 31–35.
5. Каркищенко Н.Н. Альтернативы биомедицины. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских технологиях. М., 2010. 340 с.

---

**Literatura**

1. *Turchenkov S.S., Hlebcova E.B., Puchkov M.Ju.* Situacionnyj analiz so-vremennogo rynka biologicheski aktivnyh pishhevnyh dobavok // *Sovremen-nye problemy nauki i obrazovanija.* 2013. № 5.
2. *Litvinova O.S.* Struktura pitaniya naselenija Rossijskoj Federacii. Gigieicheskaja ocenka // *Gigiena pitaniya.* №5. S. 11–14.
3. *Lunicyn V.G., Neprijatel' A.A., Belozerskih I.S.* Novye kompleksnye preparaty na osnove krovi marala i biosubstancij iz pantov i vtorostepennoj produkcii olenevodstva // *Vestnik altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo univrsiteta.* 2016. № 5. S. 121–126.
4. *Maksimjuk N.N., Mar'janovskaja Ju.V.* O preimushhestvah fermentativnogo sposoba poluchenija belkovyh gidrolizatorov // *Fundamental'nye issledovanija.* 2009. № 1. S. 31–35.
5. *Karkishhenko N.N.* Al'ternativy biomediciny. Rukovodstvo po laboratornym zhivotnym i al'ternativnym modeljam v biomedicinskih tehnologijah. Moskva, 2010. 340 s.

