bran in comparison with basic norms and abrasive wheels 3 times. Using a felt circles when grinding kernel oats allows to increase the safety of core and product output by reducing the mass fraction of crushed kernel and feed husking bran. Improving the integrity of the kernel can be explained elastic properties of felt and the lack of impact loads abrasive stones.

Grain oats, grinding, abrasive circles, felt, shell, core microstructure of the surface.

References

1. *Pravila organizatsii i vedeniya tekhnologicheskogo protsessa na krupyanykh predpriyatiyakh* [Rules for the organization and management of the process for cereal plants]. Moscow, VNPO «Zernoprodukt», 1990. 81 p.

2. Afzalinia S., Shaker M., Zare E. Comparison of different rice milling methods. *Canad. Biosystems Engg*., 2004, Vol. 46, n Annual, P. 3.63–3.66.

3. Popov E.P. *Mikrostruktura zerna i semyan* [The microstructure of grains and seeds]. Moscow, Kolos, 1979. 224 p.

4. Marin V.A., Vereschagin A.L. Issledovanie khimicheskogo sostava produktov pererabotki zerna ovsa pri proizvodstve khlopev ovsyanykh «Gerkules» [Study of the chemical composition of grain products in the production of oat flakes oat «Hercules»]. *Grain storage and processing*, 2013, no. 3, vol. 168, pp. 46 - 49.

5. Fedotov E.A., Marin V.A., Vereschagin A.L. *Sposob pererabotki zerna ovsa, zarazhennogo golovnej, i rabochij organ shelushilno-shlifovalnoj mashiny dlya pererabotki zerna, zarazhennoj pylnoj golovnej* [Method for processing grain oats infected firebrands, and working body shelling-grinder for grain contaminated with loose smut]. Patent RF, no. 2346743, 2006.

6. Marin V.A., Vereschagin A.L. Izmenenie struktury zerna ovsa pri proizvodstve khlopev [Changing the structure of the oat grain in the production of cereal]. *Grain storage and processing,* 2012, no. 4, vol. 154, pp. 36-39.

7. Yeung J.,Vasanthan T. Pearling of hull-less barley: product composition and gel color of pearled barley flours as affected by the degree of pearling, *J. Agr. Food Chem,* 2001, Vol. 49, № 1, P. 331–335.

Biysk technological Institute (branch) of
FSEI HPE «The Altai state technical
University. I.I. Polzunov»,
27, Trofimov st., Biysk, 659305, Russia.
e-mail: tehbiysk@mail.ru

Дата поступления: 23.05.2014

УДК: 577.112.083

М.А. Константиновская, А.А. Красноштанова

ПОДБОР УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗАТА ИЗ БУЛЬОНА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОСТНОЙ МУКИ

В настоящее время во всем мире остро стоит проблема преодоления дефицита белка, прежде всего в питании человека и животных. В данной работе рассмотрен процесс получения гидролизатов коллагена из белоксодержащего бульона, образующегося при производстве костной муки, путем его обработки ферментными препаратами: трипсином, химотрипсином, панкреатином, папаином, протосубтилином, Protex 51FP, Protex 40E, Protex 6L, Protex 7L. Показано, что наиболее эффективными ферментными препаратами, обеспечивающими выход низкомолекулярной фракции не менее 10,5 г/л, являются трипсин, панкреатин и Protex 40 E. Подобраны оптимальные режимы гидролиза белоксодержащего бульона ферментным препаратами панкреатином и Protex 40E. Установлено, что последовательный гидролиз ферментными препаратами панкреатином и Protex 40E позволяет повысить выход низкомолекулярной фракции с 55 до 80 %. Установлено, что очистку белкового гидролизата от токсичных примесей необходимо проводить методом ультрафильтрации на мембране УПМ-20. При этом степень очистки от негидролизованной фракции белка составляет 30 %, от взвешенных примесей – 97 %, а потери компонентов гидролизата не превышают 10 %, а пермеат не обладает токсичностью. Исследован процесс получения сухой формы белкового гидролизата. Установлено, что проведение распылительной сушки при температуре влажного воздуха 160 °С, скорости подачи суспензии 30 % и расходе сушильного агента 90 % не влияет на качество гидролизата, а именно не приводит к деструкции пептидов и аминокислот, в частности, оксипролина, образованию токсичных примесей, не снижает индекса растворимости азота (NSI). По качественным показателям полученный в работе гидролизат не уступает известным промышленным образцам.

Ферментативный гидролиз, костная мука, гидролизаты коллагена, оксипролин, панкреатин.

Введение

Гидролизаты на основе белкового сырья находят применение в фармакологии, пищевой промышленности, медицине, косметологии, микробиологии.

В настоящее время разработаны различные технологии, позволяющие перерабатывать непищевое белковое сырье с получением высокоактивных биологических препаратов. Наибольший интерес представляют препараты, полученные путем ферментативного гидролиза белков и представляющие собой смесь низкомолекулярных пептидов и аминокислот – продуктов высокой биологической ценности.

При этом наиболее перспективным представляется использование в качестве пищевых добавок гидролизатов белков животного происхождения, и в частности коллагенсодержащего сырья.

Известно, что белковые гидролизаты коллагена характеризуются высоким содержанием аланина, аргинина, аспарагиновой и глутаминовой кислот, пролина, которые принимают активное участие в механизме регулирования биосинтеза аминокислот [1]. В настоящее время разработаны технологии получения гидролизатов коллагена из различного сырья, включая кожу, сухожилия, кости убойных животных [2, 3]. В данных работах предполагается подбор режимов получения ферментативных гидролизатов коллагена из бульона, образующегося при производстве костной муки мокрым способом на стадии отделения жира. В последнем содержится значительное количество водорастворимых белков и продуктов гидротермического распада коллагена [4].

Объект и методы исследования

Основным объектом исследования являлись образцы бульона, образующегося после отделения жира, любезно предоставленные перерабатывающим предприятием ОАО «Костные полуфабрикаты», г. Лобня, содержащего 4,1 % сухих веществ (СВ), 22,5 г/л белковых веществ и 12,3 г/л общего жира. Бульон был предварительно обезжирен в ранее подобранных оптимальных условиях методом центрифугирования в течение 10 минут при 6000 об/мин, при предварительном подтитровывании до pH 8,0. В результате был получен белковый полупродукт с содержанием белковых веществ не менее 20 г/л, который и являлся субстратом при проведении ферментативного гидролиза.

При подборе наиболее эффективного ферментного препарата был изучен процесс гидролиза белкового полупродукта протеолитическими ферментами, представленными в табл. 1. Активность ферментов (ПАк) определяли по модифицированному методу Ансона с казеинатом натрия (CAS RN 9005-46-3, Sigma-Aldrich).

Содержание общего азота определяли методом И. Кьельдаля. Содержание белка в растворах определяли колориметрическим методом Лоури, аминного азота – методом формольного титрования, оксипролина – по колориметрической реакции с реагентом Эрлиха [5].

Молекулярные массы белков определяли методом электрофореза с додецилсульфатом натрия.

Токсичность определяли с применением тест-культуры инфузорий *Tetrachimena pyriformis* [6].

Индекс растворимости азота (NSI) определяли как отношение содержания общего азота, определенного методом Кьельдаля, в супернатанте, полученном после диспергирования образца в воде, к содержанию общего азота в образце [7].

Таблица 1

Характеристика ферментных препаратов, используемых в работе

Наименование, производитель	Субстратная специфичность
Трипсин, ПЖ КРС, Самсон-Мед	Расщепление сопутствующих коллагену веществ, после тепловой или химической денатурации разрушение коллагена на полипептиды и аминокислоты с гидролизом пептидных, амидных и сложноэфирных связей. Разрушение связей с участием лизина или аргинина
Химотрипсин, ПЖ КРС, Самсон-Мед	Расщепление денатурированного коллагена,особенно после действия пепсина и совместно с трипсином вплоть до пептидов и аминокислот. Разрушение связей с участием тирозина, фенилаланина, триптофана, метионина или лейцина
Панкреатин, ПЖ КРС, Panreac (Италия)	Расщепление связей с участием лизина и аргинина
Папаин, Папайя, AppliChem	Расщепление денатурированного коллагена, а также его связей с углеводами. Расщепление связей, образованных остатками лейцина, изолейцина, тирозина, фенилаланина, аспарагиновой, глутаминовой кислотами и цистеина. Плохо расщепляет связи, образованные пролином
Протосубтилин Г3Х, *Bacillus sublilis*, Сиббиофарм	Расщепление растительных белков за счет разрыва связи –CO–NH–
Protex 51FP, *Aspergillus oryzae,* Genecor	Расщепление связей, образованных фенилаланином, тирозином, триптофаном и лейцином
Protex 40E, *Bacillus sublilis,* Genecor	
Protex 6L, *Bacillus licheniformis*, Genecor	
Protex 7L, *Bacillus amyloliquefaciens*, Genecor	

Таблица 2

Оптимальные условия действия ферментных препаратов, используемых в работе

Наименование	$ПА_к$, ед/г	Оптимальные значения pH	Оптимальные значения температуры, ° С
Трипсин	225	7,8–8,5	37–40
Химотрипсин	1319	7,0–8,5	37–40
Панкреатин	470	6,5–8,5	35–50
Папаин	269	5,0–7,2	37–40
Протосубтилин	219	5,5–7,2	30–50
Protex 51FP	448	6,0–9,0	45–60
Protex 40E	393	7,5–10,0	45–65
Protex 6L	486	7,0–10,0	50–70
Protex 7L	135	6,0–8,0	40–60

Результаты и их обсуждение

Используемый в работе бульон, предварительно обезжиренный по методике, изложенной в разделе «Материалы и методы», представлял собой белковый полупродукт с содержанием белковых веществ 22 г/л и жира менее 0,6 г/л. При этом белковые вещества практически полностью были представлены частично гидролизованными в результате температурной обработки молекулами коллагена, что было подтверждено данными электрофореза. Также было установлено, что содержание оксипролина в белковом полупродукте составляло 2,71 г/л. Поскольку нативная структура молекул коллагена в сырье нарушена, они легко подвергаются действию протеолитических ферментов широкой специфичности. При этом образуется сложная смесь продуктов распада белков с различной молекулярной массой, соотношение которых зависит от свойств применяемого фермента и условий проведения процесса.

Таким образом, необходимо было разработать режимы проведения ферментативного гидролиза белкового полупродукта.

Первоначально был подобран наиболее эффективный ферментный препарат, для чего был изучен процесс гидролиза белкового полупродукта ферментными препаратами протеаз, приведенными в табл. 1.

В качестве критерия эффективности ферментных препаратов использовали степень гидролиза белка, которую оценивали по накоплению низкомолекулярной фракции и аминного азота. Под высокомолекулярной и низкомолекулярной фракциями понимали белки, соответственно, осаждаемые и не осаждаемые 50 % ТХУ. Гидролиз проводили в оптимальных для каждого ферментного препарата условиях при начальной концентрации субстрата 22 г/л и активности ферментного препарата 60 ед/г субстрата. Результаты приведены на рис. 1, 2.

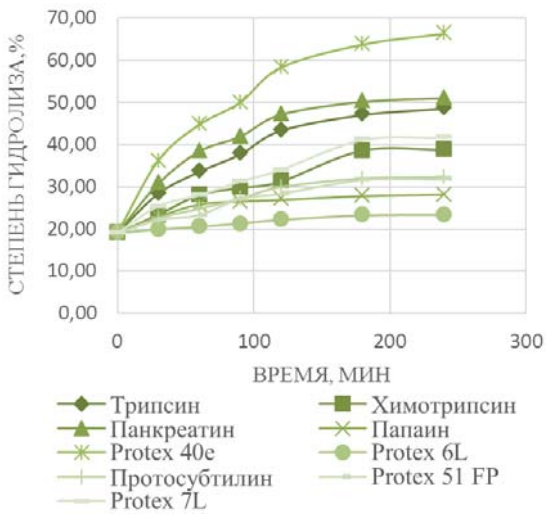

Рис. 1. Динамика степени гидролиза белка протеолитическими ферментными препаратами

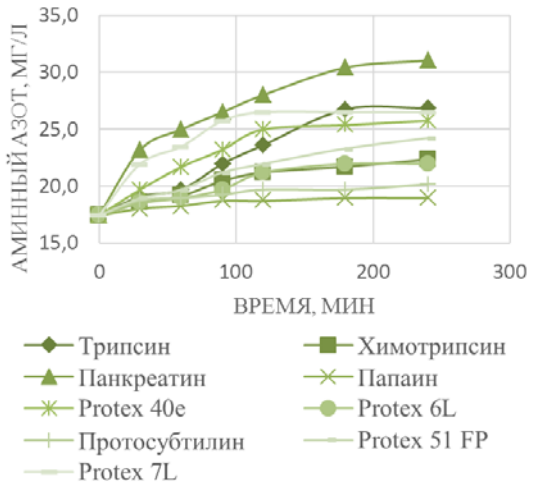

Рис. 2. Динамика накопления аминного азота при гидролизе протеолитическими ферментными препаратами

Анализ данных по накоплению аминного азота и низкомолекулярной фракции показывает, что наиболее полно процесс гидролиза проходит под действием трех ферментных препаратов: Protex 40E, панкреатина и трипсина. При этом максимальное количество низкомолекулярной фракции составляет 10,5–14,5 г/л, а аминного азота 950–1150 мг/л.

Из литературных данных известно, что эффективность действия ферментных препаратов в значительной степени зависит от соотношения фермент – субстрат.

Поэтому следующим этапом работы явилось проведение исследований по выбору оптимальных концентраций ранее выбранных ферментных препаратов (трипсина, панкреатина и Protex 40E). Результаты представлены на рис. 3–5.

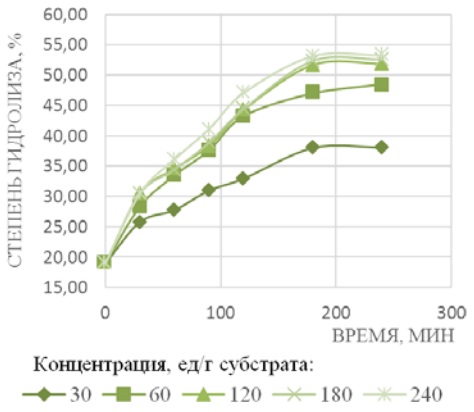

Рис. 3. Динамика степени гидролиза белка под действием трипсина при различных концентрациях ферментного препарата

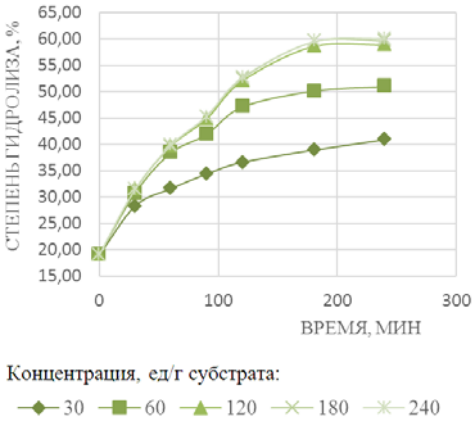

Рис. 4. Динамика степени гидролиза белка под действием панкреатина при различных концентрациях ферментного препарата

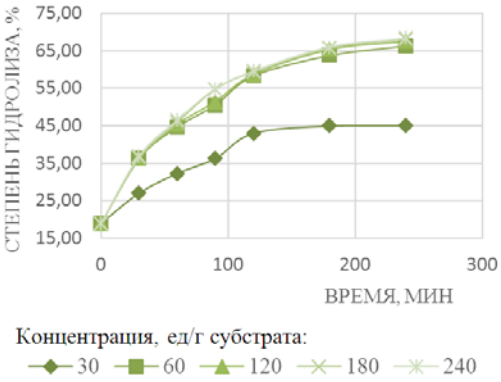

Рис. 5. Динамика степени гидролиза белка под действием Protex 40E при различных концентрациях ферментного препарата

Из полученных данных видно, что при использовании трипсина даже с концентрацией 240 ед/г субстрата степень гидролиза белка не превышает 55 %. Тогда как при использовании панкреатина при оптимальной концентрации 120 ед/г субстрата степень гидролиза достигает 60 %.

Оптимальной концентрацией для Protex 40E является 60 ед/г субстрата, при этом степень гидролиза белка составляет 66 %. Следует отметить, что стоимость панкреатина и Protex 40E значительно меньше стоимости трипсина. Поэтому в дальнейших исследованиях трипсин не использовали.

Поскольку оптимальные условия действия ферментных препаратов (температура и pH) могут варьироваться в зависимости от используемого субстрата, необходимо было подобрать температурный и pH-оптимумы для выбранных ранее ферментных препаратов применительно к гидролизу исследуемого белкового полупродукта.

Результаты представлены на рис. 6–11.

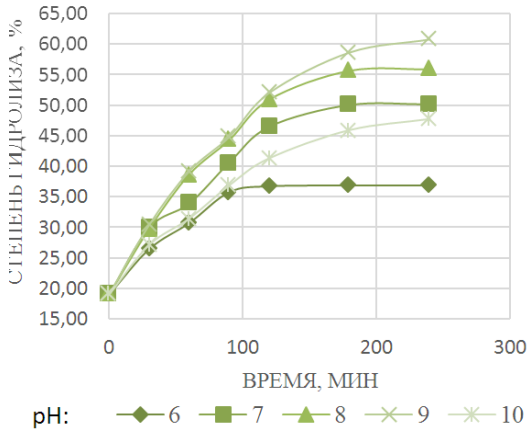

Рис. 6. Динамика степени гидролиза белка панкреатином при различных значениях pH

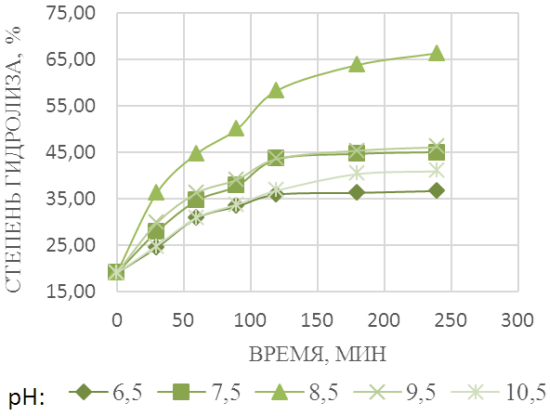

Рис. 7. Динамика степени гидролиза белка под действием Protex 40E при различных значениях pH

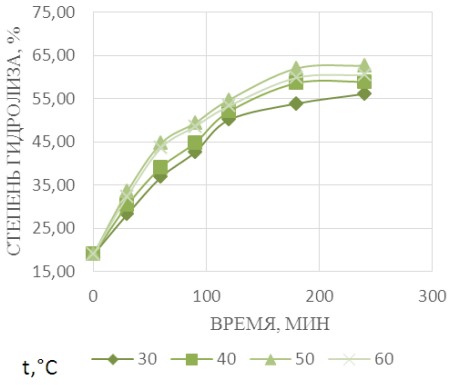

Рис. 8. Динамика степени гидролиза белка в полупродукте панкреатином при различных температурах

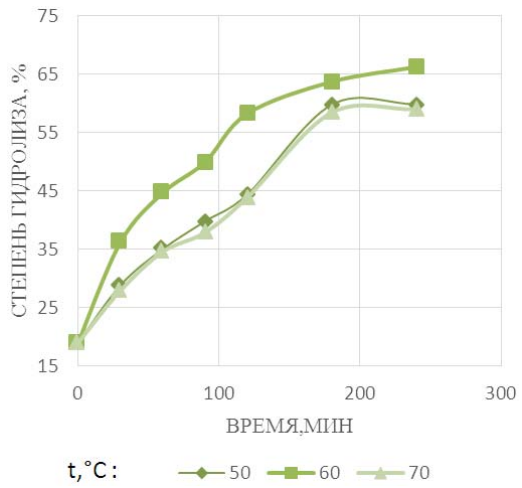

Рис. 9. Динамика степени гидролиза белка под действием Protex 40E при различных температурах

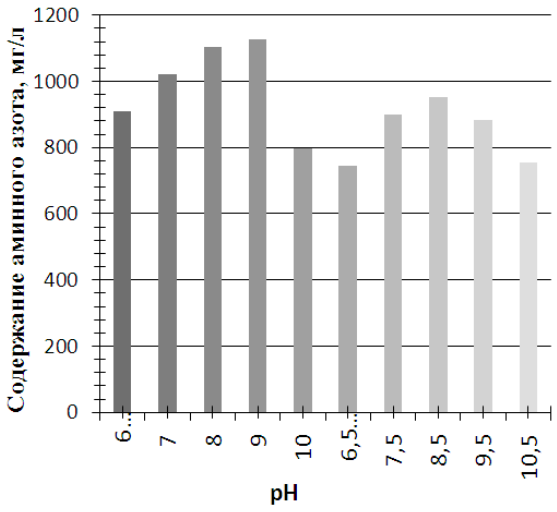

Рис. 10. Динамика накопления аминного азота при гидролизе белкового полупродукта панкреатином и Protex 40E при различных значениях pH

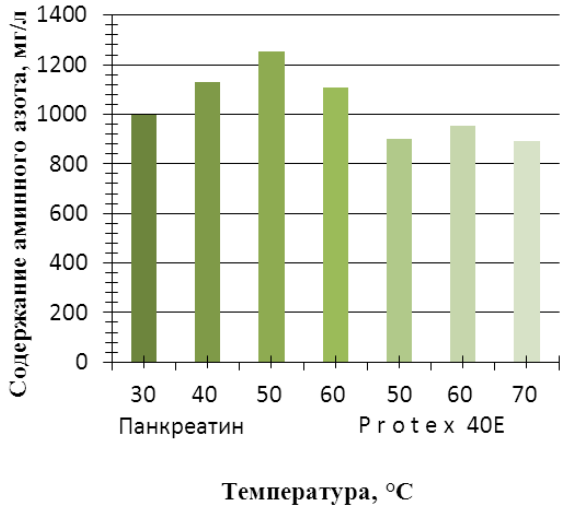

Рис. 11. Динамика накопления аминного азота при гидролизе белкового полупродукта панкреатином и Protex 40E при различных значениях температуры

Из представленных данных видно, что оптимальными условиями для панкреатина являются: pH=9, t=50 °C; для Protex40E – pH=8,5; t=60 °C.

Однако проведенные исследования показали, что даже при оптимальных условиях степень гидролиза белка не превышает 67 %. Поэтому необходимо было рассмотреть способы повышения эффективности гидролиза. Примерами таких способов являются дробное последовательное внесение ферментных препаратов и единовременное добавление ферментных препаратов. При последовательном внесении вначале приводили гидролиз белкового полупродукта в течение 2 часов, используя Protex 40 E, в ранее подобранных для данного ферментного препарата оптимальных условиях, а затем вносили панкреатин, устанавливали температуру 50 °C и pH среды 9,0 (что соответствовало оптимуму действия панкреатина) и проводили гидролиз еще в течение 2 часов. При единовременном внесении обоих ферментных препаратов гидролиз проводили в течение 4 часов при pH=8,7 и температуре 55 ºC. Результаты представлены на рис. 12, 13.

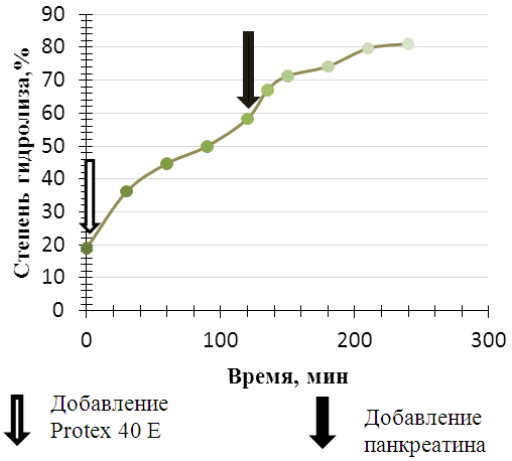

Рис. 12. Динамика степени гидролиза белка при последовательном добавлении ферментных препаратов

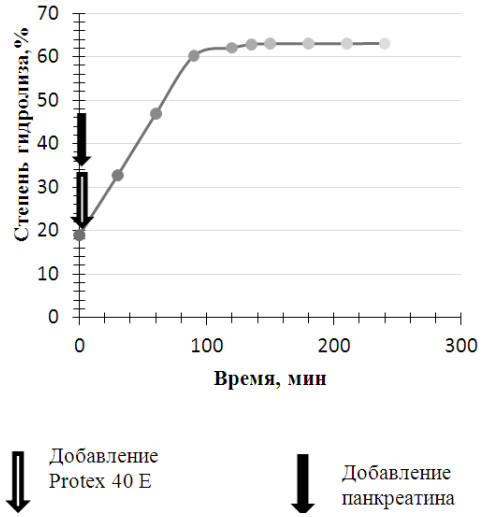

Рис. 13. Динамика степени гидролиза белка при единовременном добавлении ферментных препаратов

Из полученных данных следует, что последовательное добавление ферментных препаратов повышает эффективность процесса гидролиза до 81 %, в то время как единовременное добавление ферментных препаратов не увеличивает степень гидролиза белка.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что оптимальными условиями гидролиза белкового полупродукта являются проведение гидролиза ферментным препаратом Protex 40 E при температуре 60 ºС и pH 8,5 в течение 2 часов, а затем панкреатином при температуре 50 ºС и pH=9,0. При этом степень гидролиза белка составляет не менее 80 %.

Для оценки качества полученного гидролизата был проведен тест на токсичность с применением тест-культуры инфузорий *Tetrahymena pyriformis*.

Полученные данные показали, что гидролизат обладает токсичностью. Её наличие, возможно, обусловлено присутствием взвешенных примесей, которые могут быть токсичными. В связи с этим необходимо было провести очистку гидролизата от взвешенных примесей.

Очистку белковых гидролизатов от высокомолекулярных и взвешенных примесей можно провести методом ультрафильтрации или ионным обменом на катионитах. В работе была исследована эффективность использования обоих вышеуказанных методов [8].

Ультрафильтрацию проводили на полисульфонамидной мембране (УПМ) – УПМ-20 при степени концентрирования гидролизата равной 10.

В ходе ультрафильтрации определяли концентрацию высоко- и низкомолекулярной фракции белка, а также интегральную селективность по данным фракциям. Так же определяли эффективность очистки от взвешенных примесей путем измерения оптической плотности исходного раствора, пермеата и концентрата при 440 нм. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты эксперимента по очистке гидролизата методом ультрафильтрации на мембране УПМ-20

Показатель	V, мл	$C_{ВМФ}$, г/л	$C_{НМФ}$, г/л	D_{440}
Гидролизат	300	4,16	17,84	18,16
Концентрат	30	15,3	20,9	176,5
Пермеат	270	2,9	17,5	0,56

Значения интегральной селективности по компонентам составили:

– по высокомолекулярной фракции (ВМФ) – 30 %;

– по низкомолекулярной фракции (НМФ) – 2 %;

– по взвешенным веществам – 97 %.

Таким образом, было установлено, что в результате ультрафильтрации происходит почти полная очистка от взвешенных частиц и частично от высокомолекулярной фракции белка.

Очистку гидролизата методом ионного обмена проводили на катионитах С-150 МВН, С-106, NRW-100, в качестве элюентов использовали 0,1н HCl и 5 % NH_4OH. Эксперименты проводили при объемном соотношении катионит : раствор – 1 : 2. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты экспериментов по очистке гидролизата методом ионного обмена

Катионит	Элюент	Концентрация белка в несорбируемой фракции, г/л	Степень сорбции, %	Концентрация белка в элюате, г/л	Степень десорбсорбции, %
С-150 МВН	0,1н HCl	12,63	43	8,83	94
С-150 МВН	5 % NH_4OH	11,64	47	9,88	95
С-106	0,1н HCl	13,53	39	8,34	99
С-106	5 % NH_4OH	13,03	41	8,87	99
NRW-100	0,1н HCl	11,11	50	10,55	97
NRW-100	5 % NH_4OH	11,38	48	8,64	82

Из данных табл. 4 следует, что все исследованные катиониты оказались неэффективными, поскольку степень сорбции не превышала 50 %. В то же время независимо от типа элюента десорбция белковых веществ происходит практически полностью.

Для окончательного выбора способа очистки полученные пермеат, концентрат и элюат были проанализированы на токсичность.

Таблица 5

Основные характеристики полученного продукта

Препарат	Показатель			
	NSI, %	Концентрация низкомолекулярной фракции белка, % от СВ	Содержание аминного азота, % от СВ	Оксипролин, % от СВ
«КоллАмин 80 Плюс»*	100	99	26	13,1
Функциональный гидролизат коллагена**	90	80	27	11,3
Гидролизат, полученный в работе	100	86	27	12,7

Выводы

В результате проведенных экспериментов было установлено, что пермеат и элюат нетоксичны, что доказывает эффективность обоих методов очистки. Наличие токсичности в концентрате подтверждает сделанное ранее предположение о токсичности взвешенных примесей. Однако с точки зрения минимизации потерь продукта целесообразно проводить очистку гидролизата методом ультрафильтрации на мембране УПМ-20. Полученный после

очистки методом ультрафильтрации пермеат был высушен в распылительной сушилке при температуре влажного воздуха 160 °С, скорости подачи суспензии 30 % и расходе сушильного агента 90 %. Основные характеристики полученного продукта представлены в табл. 5 (выше по тексту). Там же проведено сопоставление характеристик полученного продукта с известными промышленными препаратами белковых гидролизатов коллагена.

Из приведенных данных можно сделать вывод, что ферментативный белковый гидролизат, получаемый из бульона, образующегося при производстве костной муки, соответствует качеству известных препаратов коллагенсодержащих гидролизатов. Он может быть использован в качестве компонента азотного питания для культивирования микроорганизмов, кормовой добавки для сельскохозяйственных животных.

Список литературы

1. Li, Fan. Amino acid composition and functional properties of collagen polypeptide from Yak (Bos grunniens) bone / Fan Li, Dongying Jia, Kai Yao // LWT – Food Science and Technology. – 2009. – Vol. 42. – P. 945–949.

2. Пат. 2409216, Российская Федерация. Способ получения функционального коллагенового гидролизата / Антипова Л.В., Сторублевцев С.– 2011.

3. Пат. 2160538, Российская Федерация. Способ получения белкового гидролизата из мясного и мясокостного сырья / Баер Н.А., Никлюдов А.Д. – 2000.

4. Рогов, И.А.Технология мяса и мясных продуктов. Кн. 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г.Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: КолосС, 2009. – С. 422–423.

5. High-throughput quantification of hydroxyproline for determination of collagen / Kathleen Hofman , Bronwyn Hall, Helen Cleaver, Susan Marshall // Analytical Biochemistry. – 2011. – Vol. 417. – P. 289–291.

6. ГОСТ Р 28178-85. Дрожжи кормовые. Методы испытаний. – М.: Изд-во Стандартинформ, 2007. – 41 с.

7. Methods of testing protein functionality / edited by G.M. Hall // Blackie academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, 1996 – P. 26.

8. Красноштанова, А.А. Разработка научных основ технологии получения ферментативных гидролизатов биополимеров на основе отходов пищевой и микробиологической промышленности: дис. ... д-ра хим. наук: 03.00.23 / Красноштанова А.А.; Рос. хим.-технол. ун-т им. Д.И. Менделеева. – М., 2009.

Российский химико-технологический
университет им. Д.И. Менделеева,
125047, г. Москва, Миусская площадь, 9.
Тел/факс: (499) 978-86-60,
e-mail: rector@muctr.ru

SUMMARY

M.A. Konstantinovskaya, A.A. Krasnoshtanova

SELECTION OF CONDITIONS OF ENZYMATIC HYDROLYSIS OF WASTE FROM BONE MEAL PRODUCTION

The protein deficiency primarily in human and animal nutrition is an acute problem all over the world. In this article we consider the process of obtaining collagen hydrolysates of protein-containing broth from bone meal production using enzymatic agents: trypsin, chymotrypsin, pancreatin, papain, protosubtilin, Protex 51FP, Protex 40E, Protex 6L, Protex 7L. It was shown that the most effective enzyme preparations are trypsin, pancreatin and Protex 40 E. They provide yield more than 10.5 g / l of low molecular weight fraction. Optimal modes of hydrolysis by pancreatin and Protex 40E selected. We established that the sequential hydrolysis by pancreatin and Protex 40E increases the yield of low molecular weight fraction from 55% to 80%. It was found that purification of the protein hydrolyzate from toxic impurities should be carried out by ultrafiltration on a membrane 20 kDa. The degree of purification of unhydrolyzed protein fraction was 30%, and from suspended impurities - 97%, and the loss of components of the hydrolyzate did not exceed 10% and the permeate had no toxicity. The process of obtaining the dry form of the protein hydrolyzate was investigated. It was established that the spray-drying at an air temperature 160 ° C, feed rate 30% and the slurry flow rate 90% of the drying agent does not affect the quality of the hydrolyzate, does not lead to degradation of peptides and amino acids, in particular, hydroxyproline, does not lead to formation of toxic impurities does not reduce the nitrogen solubility (NSI). Obtained hydrolyzate is not inferior to the famous industrial designs, thus its cost is significantly lower.

Enzymatic hydrolysis, bone meal, collagen hydrolysates, hydroxyproline, pancreatin.

References

1. Fan Li, Dongying Jia, Kai Yao. Amino acid composition and functional properties of collagen polypeptide from Yak (*Bos grunniens*) bone.*LWT - Food Science and Technology*, 2009, Vol. 42, pp. 945–949.
2. Antipov L.V., Storublevtsev S.A.*Sposob polucheniia funktsional'nogo kollagenovogo gidrolizata* [A method for producing a functional collagen hydrolyzate]. Patent RF, no. 2409216, 2011.
3. Baer N.A., Niklyudov A.D.*Sposob polucheniia belkovogo gidrolizata iz miasnogo i miasokostnogo syr'ia* [A method for producing a protein hydrolyzate from meat and meat and bone material]. Patent RF, no. 2160538, 2000.
4. Rogov I.A., Zabashta A.G., Kazyulin G.P. *Tekhnologiia miasa i miasnykh produktov. Kniga 1. Obshchaia tekhnologiia miasa* [Technology of meat and meat products. Book 1: General Technology of meat]. Moscow, KolosS, 2009, pp. 422-423.
5. Kathleen Hofman, Bronwyn Hall, Helen Cleaver, Susan Marshall. High-throughput quantification of hydroxyproline for determination of collagen. *Analytical Biochemistry*, 2011, Vol. 417, pp. 289-291.
6. *GOST 28178-85. Drozhzhi kormovye. Metody ispytanii* [State Standard 28178-85. Yeast. Test Methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 41 p.
7. Methods of testing protein functionality /Edited by G.M.Hall// Blackie academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, 1996, P. 26.
8. A. Krasnoshtanova. *Razrabotka nauchnykh osnov tekhnologii polucheniia fermentativnykh gidrolizatov biopolimerov na osnove otkhodov pishchevoi i mikrobiologicheskoi promyshlennosti*. Diss. dokt. khim. nauk [Development of scientific bases the technology of enzymatic hydrolysates of biopolymers on the basis of waste food and microbiological industry. Dr. chem. sci. diss.]. Moscow, 2009. 250 p.

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia,
9, Miusskaya square, Moscow, 125047, Russia.
Phone: (499) 978-86-60,
e-mail: rector@muctr.ru

Дата поступления: 07.10.2014

УДК 664:634.18

Л.А. Остроумов, О.В. Кригер, К.В. Карчин, М.П. Щетинин

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*SORBUS AUCUPARIA*), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность работы обоснована необходимостью исследования растительного сырья с целью обогащения продуктов питания биологически активными веществами, содержащимися в таком сырье. Аргументирована необходимость исследования химического состава плодов рябины обыкновенной, произрастающей на территории Кемеровской области, в связи с не проводившимися ранее исследованиями для данного региона. В качестве объекта исследования использованы плоды рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) сортов «Красная» и «Невежинская», собранные в 2010, 2011 и 2012 гг. в городе Кемерово и Промышленновском районе Кемеровской области. В работе применены стандартные методики исследований и обработки экспериментальных данных. Получены данные об исследовании химического состава плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), произрастающей в естественных условиях на территории Кемеровской области. Определено содержание сухих веществ, витаминов, каротиноидов, дубильных, пектиновых веществ, флавоноидов, антоцианов и сахаров в плодах рябины обыкновенной урожаев 2010–2012 гг. сортов «Красная» и «Невежинская» в зависимости от района сбора урожая. Обосновано различное содержание исследуемых веществ в плодах рябины в зависимости от района сбора. Полученные данные сопоставлены с данными, имеющимися в литературе. Установлены и обоснованы количественные различия в химическом составе плодов рябины обыкновенной, представленные в литературе, и по данным исследований. Даны рекомендации по использованию исследованных сортов рябины обыкновенной, по выбору района для сбора плодов рябины обыкновенной, содержащих наибольшее количество биологически активных веществ, с целью последующей переработки.

Плоды рябины обыкновенной, сорт, химический состав, витамины.

Введение

В различных отраслях пищевой промышленности проблема сбалансированного питания является очень острой. С целью ее решения разрабатываются новые продукты питания, содержащие в своем составе, помимо традиционных ингредиентов, вещества функциональной направленности, восполняющие недостаток витаминов, макро- и микроэлементов, и других незаменимых для нормального функционирования человеческого организма веществ [1]. Одним из растений, содержащим в своем составе комплекс жизненно важных веществ, явля-