

УДК 637.5.03

UDC 637.5.03

**ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ РУБЦА  
В ПРОЦЕССЕ ФЕРМЕНТНОЙ  
ОБРАБОТКИ**

**CHANGES IN THE MICROSTRUCTURE OF A  
RUMEN IN THE PROCESS OF ENZYMATIC  
PROCESSING**

Зинина Оксана Владимировна  
к.с.-х.н., доцент

Zinina Oksana Vladimirovna  
Cand.Agr.Sci., associate professor

Ребезов Максим Борисович  
д.с.-х.н., профессор  
*Южно-Уральский государственный  
университет, Челябинск, Россия*

Rebezov Maksim Borisovich  
Dr.Sci.Agr., professor  
*South Ural State University, Chelyabinsk, Russia*

В работе приведены исследования по установлению влияния биотехнологической обработки на микроструктуру рубца. Гистологические изменения были выявлены после обработки опытных образцов рубца заквасками бифидобактерий и пропионовокислых бактерий, а также ферментными препаратами пепсином и трипсином

The researches of the influence of biotechnological processing on the microstructure of rumen are given in the article. Histological changes were detected after processing the prototypes of rumen with starter cultures of propionic acid bacteria and bifid bacteria, and fermental preparation such as pepsin and trypsin

Ключевые слова: РУБЕЦ, ЗАКВАСКА, БИФИДОБАКТЕРИИ, ПРОПИОНОВОКИСЛЫЕ БАКТЕРИИ, МИКРОСТРУКТУРА, ПЕПСИН, ТРИПСИН

Keywords: RUMEN, STARTER, BIFID BACTERIA, PROPIONIC ACID BACTERIA, MICROSTRUCTURE, PEPSIN, TRYPSIN

В последние годы актуально создание высокопитательных продуктов на основе коллагена в сочетании с мышечными белками. Одной из основных положительных характеристик мясных изделий с высоким содержанием соединительной ткани является благоприятное воздействие на работу пищеварительной системы, связанное со спецификой свойств продуктов распада коллагена, присущих пищевым волокнам.

Высокие функционально-технологические показатели коллагена открывают широкие перспективы для разработки новых технологий, позволяющих заменить основное сырье, и получить при этом высококачественные продукты [1–6].

Особый интерес, как коллагенсодержащее сырье, представляют субпродукты II категории, а именно рубец, богатый коллагеновыми белками (6,8% от массы сырой ткани).

При высокой пищевой ценности использование рубца в производстве

мясопродуктов ограничено в связи со специфичностью свойств: жёсткость, неприятный запах, низкая хранимоспособность. Проблемой модификации свойств рубца для возможности его дальнейшего использования в составе мясных систем без ухудшения органолептических и других показателей не одно десятилетие занимаются многие исследователи. В последние годы с интенсивным развитием биотехнологии особой популярностью пользуется ферментная обработка сырья [7–9].

Неполная изученность изменения морфологических свойств в процессе ферментной модификации снижает эффективность разработки технологий рационального использования сырья.

Целью данной работы является установление влияния ферментной обработки на морфологическую структуру рубца.

Исследование микроструктуры образцов рубца крупного рогатого скота проводили после обработки препаратами ферментов пепсина и трипсина, а также заквасками бифидобактерий и пропионовокислых бактерий [10]. Для обработки использовали закваски ВВ-12 и PS-4, произведенные компанией Христиан Хансен (Дания). Гистосрезы окрашивали гематоксилин-эозином и выявляли изменения после биомодификации отдельных структурных элементов при увеличении  $\times 200$ .

Известно, что микроструктура рубца крупного рогатого скота представлена всеми основными видами тканей с преобладанием соединительной и мышечной тканей, образующих сложный «каркас».

Плотные пучки коллагеновых и эластиновых волокон слизистой и подслизистой оболочек обуславливают прочностные свойства рубца. Мышечная оболочка рубца состоит из двух слоев, разделенных прослойками рыхлой соединительной ткани [11].

У контрольного образца рубца (проба №1) слизистая оболочка представлена сосочками различной формы, покрыта многослойным

эпителием, разрыхлена. Подслизистый слой утолщен, расширен. В его структуре отмечаются незначительные вкрапления гладкомышечных клеток розовато-красного цвета (рисунок 1). Наружный мышечный продольный слой выражен незначительно.

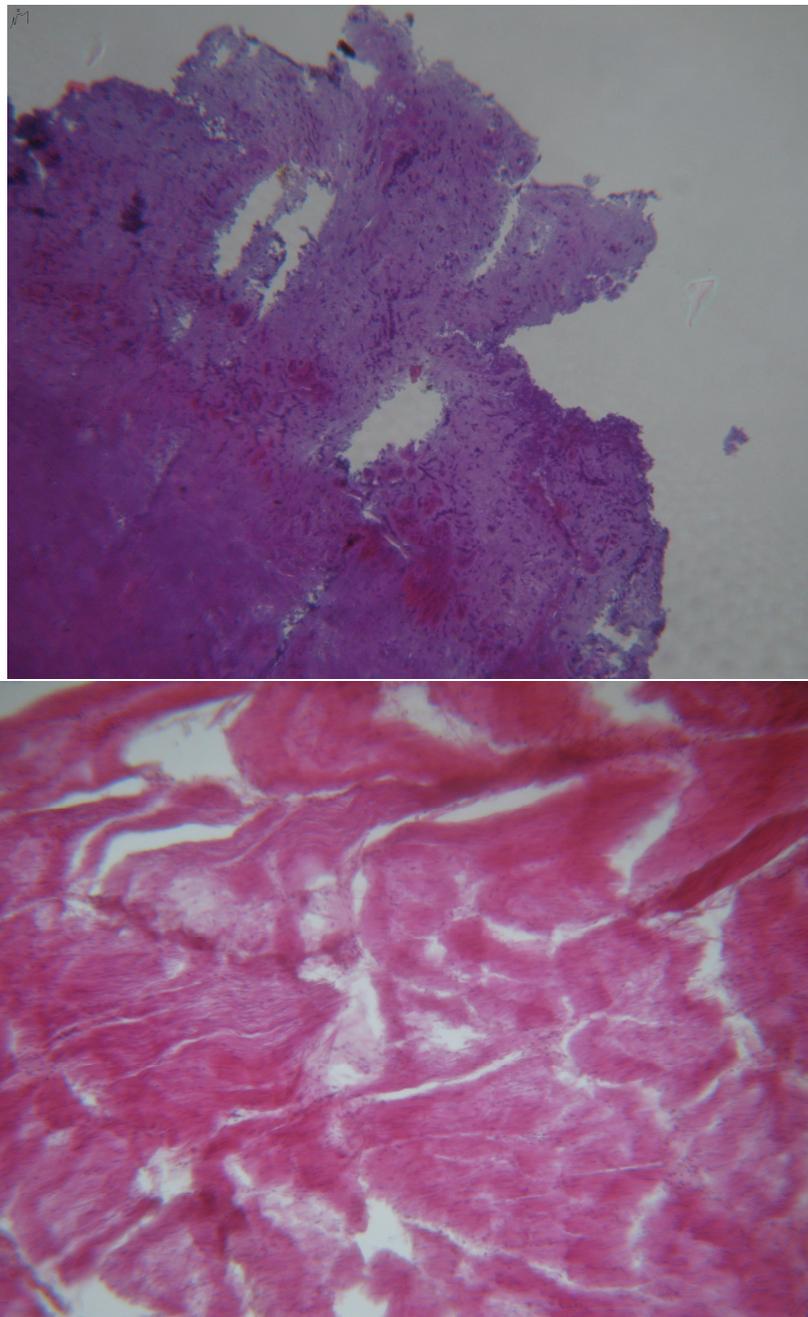
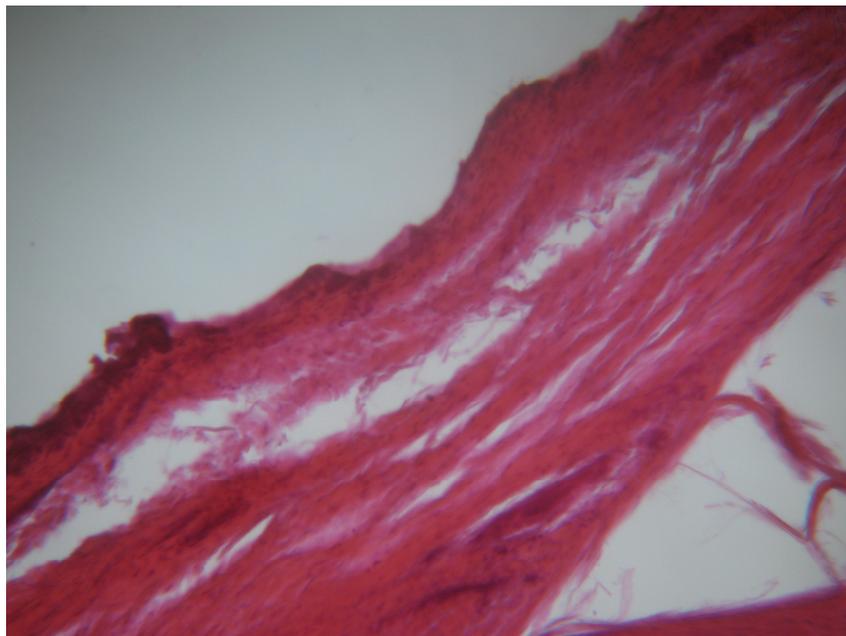


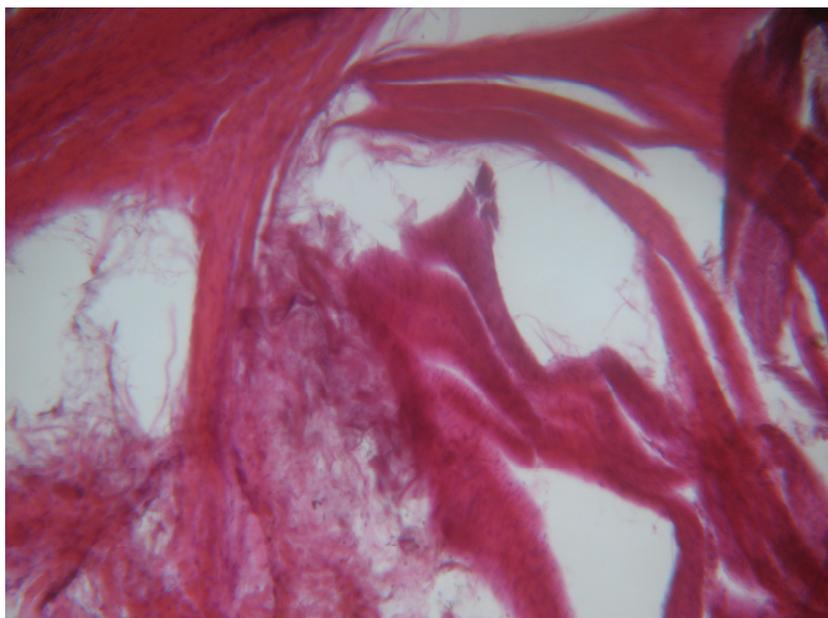
Рисунок 1 Контрольный образец рубца

На гистосрезках из фрагментов рубца (проба №2) после обработки их закваской бифидобактерий, хорошо просматривается сосочкообразная

шероховатая поверхность серозной оболочки стенки рубца. В отдельных местах поверхностный слой истончен, вплоть до полного исчезновения, а также заметно очаговое разрыхление его каркаса (рисунок 2 а). Прилегающие пучки волокон гладкомышечной ткани с незначительно выраженной поперечно-полосатой исчерченностью при продольном их разрезе. В отдельных мышечных пучках по краям сарколеммы хорошо заметны ядра мышечных клеток продолговатой удлиненной формы. Одновременно происходит набухание и разрыхление мышечных волокон, которые в дальнейшем деформируются, дефрагментируются и гомогенизируются (рисунок 2 б). Мышечные пучки имеют хорошо выраженную эозинофильную интенсивную окраску, что свидетельствует о наличии большого количества белковых фракций. Исчерченность мышечных волокон сохраняется в ослабленном виде. В некоторых местах сарколемма мышечных волокон теряет свою структуру, мышечные клетки становятся аморфными. Структурные компоненты стромы рубца незначительно выражены. В основном они представлены коллагеновыми и эластическими волокнами соединительной ткани, которые также имеют тенденцию к частичному разрыхлению. Также подвергается деструктивным процессам строма клеток жировой ткани. Межмышечное пространство значительно расширено, встречаются островки из клеток соединительной ткани, особенно ближе к поверхностным слоям рубцовой ткани. В более глубокой внутренней части паренхимы органа группы пучков мышечных волокон более компактны, с хорошо выраженными клетками удлиненной формы. В отдельных местах они приобретают мраморный рисунок из-за частичного расширения междольковых межмышечных перегородок с деструкцией соединительнотканых их оболочек.



а) Истончение поверхностного слоя с очаговым разрыхлением каркаса



б) Разрыхление и набухание мышечных волокон с их деформацией и дефрагментацией

Рисунок 2 Образцы рубца, обработанного закваской бифидобактерий (проба №2)

На гистопрепаратах из тканей рубца, обработанного закваской

пропионовокислых бактерий (проба №3) картина морфоструктурных изменений заметна, но выражена незначительно, по сравнению с пробой №2 и пробами контроля (рисунок 3). Коллагеновые волокна менее подверглись деструктивным процессам. Гладкая мускулатура имеет хорошо выраженные пучки с клеточными элементами. Межмышечные элементы соединительной ткани, также как и жировой, с незначительными изменениями морфоструктуры.

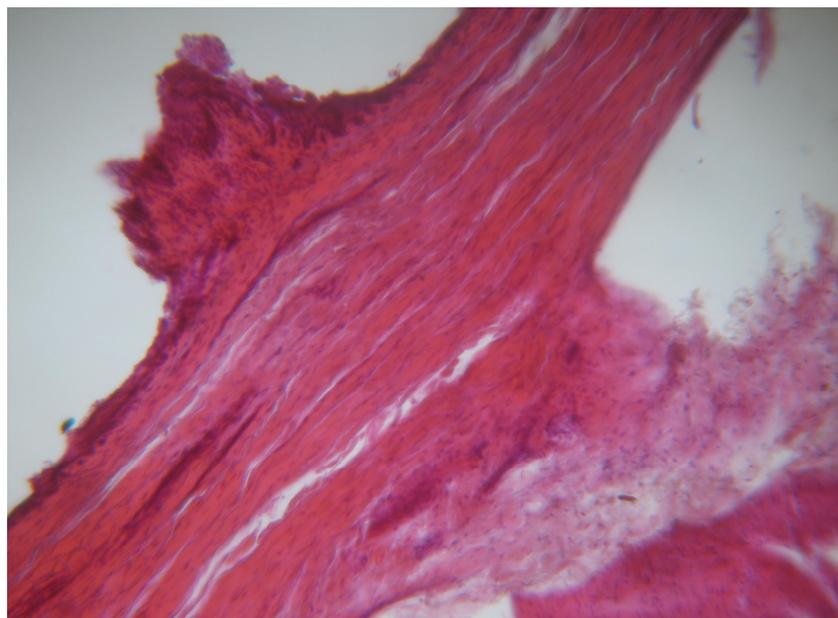


Рисунок 3 Образцы рубца, обработанного закваской пропионовокислых бактерий (проба №3): морфоструктурные изменения выражены незначительно, коллагеновые и мышечные волокна менее подверглись деструктивным изменениям по сравнению с пробой №2

На рисунке 4 представлена микроструктура образца рубца, обработанного препаратом пепсина (проба №4). Слизистая оболочка набухшая, на ее поверхности отмечается скопление белковых гранулированных субстанций зернистого характера. Местами имеются участки отторжения эпителия. Сосочки утолщены. Мышечная прослойка набухшая. Отмечаются участки с деструктивными изменениями мышечных волокон, они, как правило, имеют разрозненную структуру,

однородного фиолетово-синего цвета, ядра в них отсутствуют. Вокруг сосудов, а также повсеместно во всех слоях органа отмечаются очаговые пролифераты, состоящие из лимфоидных клеток.

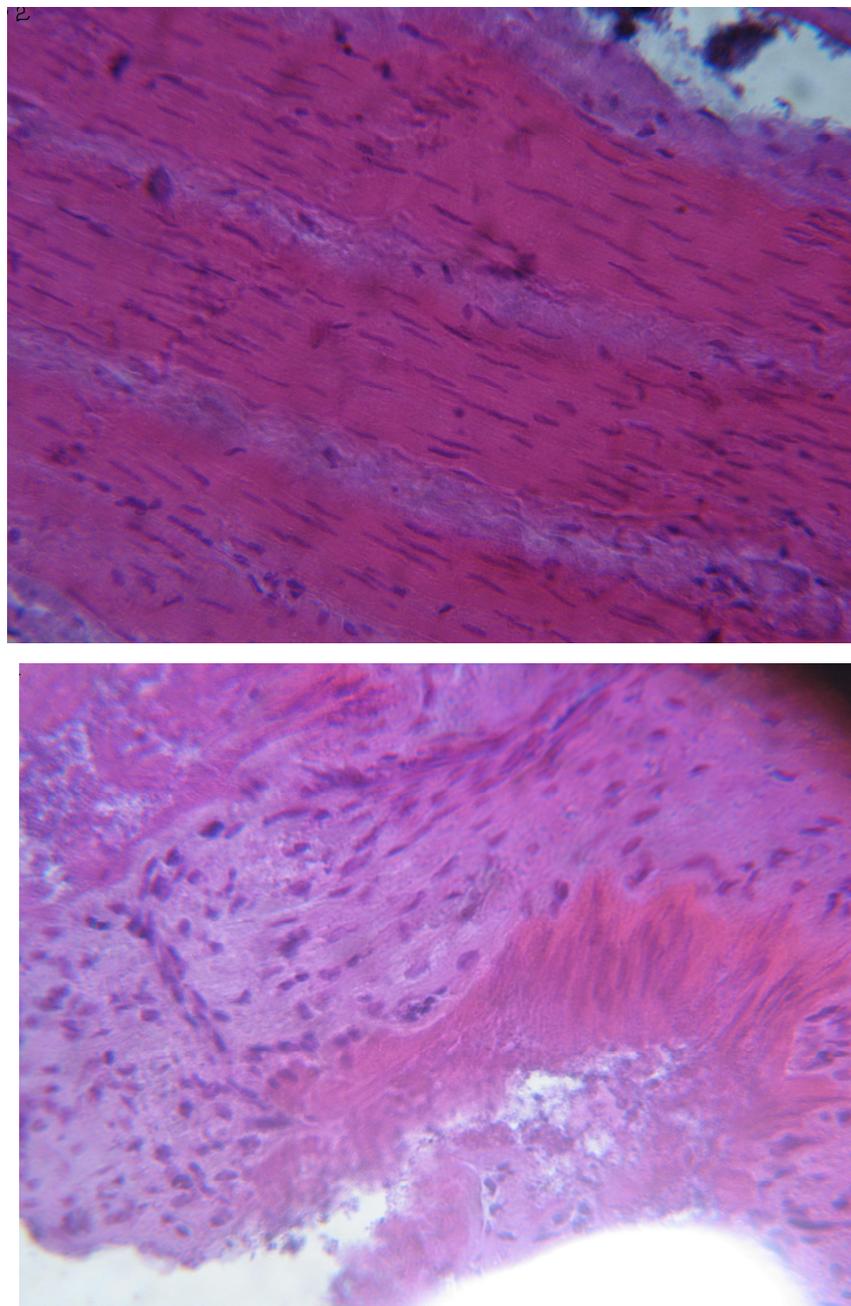


Рисунок 4 Образцы рубца, обработанного пепсином (проба №4)

При обработке образцов рубца трипсином (проба №5) существенных изменений в микроструктуре по сравнению с контрольным образцом не выявлено (рисунок 5). Мышечная ткань имеет хорошо выраженную

структуру. Волокна ровные, интерстициальные прослойки не утолщены. На поверхности слизистой оболочки сосочков имеется свободно лежащий гранулированный секрет. Эпителий плотно сросшийся с основной пластинкой. Подслизистый слой однородный, содержит клетки веретеновидной формы.

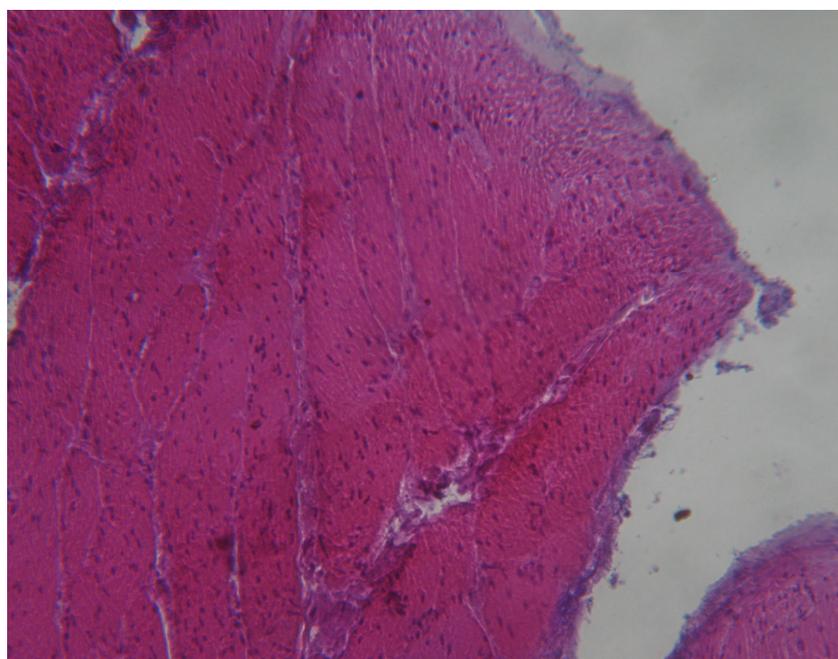
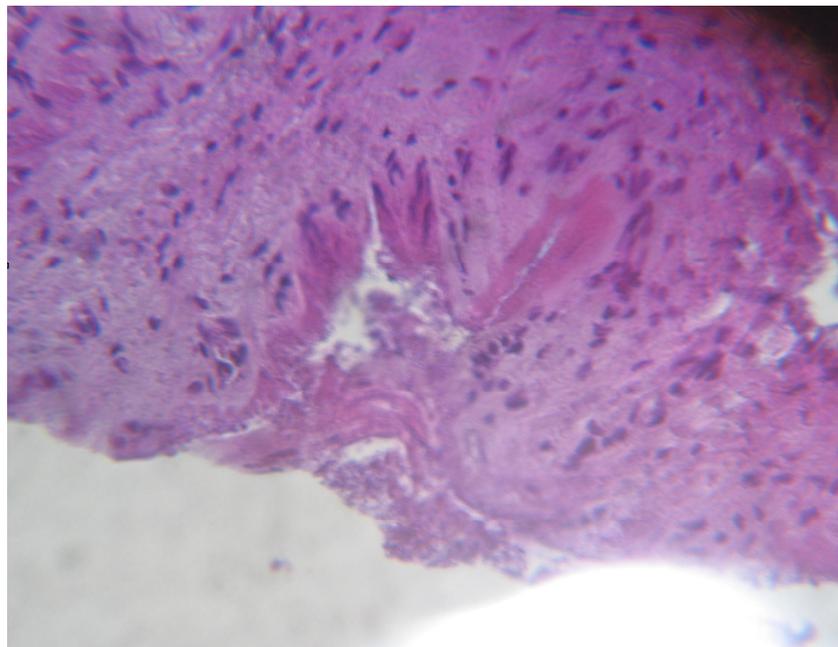


Рисунок 5 Образцы рубца, обработанного трипсином (проба №5)

Таким образом, по результатам проведенных микроструктурных

исследований можно сделать вывод о том, что наибольшие изменения структуры морфологических элементов рубца произошли при обработке закваской бифидобактерий и пепсином. Кроме того, при обработке заквасками, наблюдалось положительное изменение органолептических показателей сырья: практически исчез специфический запах, он стал приятным молочнокислым; консистенция мягкая, приятный светло-кремовый цвет.

### Литература

1. Зинина, О.В. Использование вторичных сырьевых ресурсов на мясоперерабатывающих предприятиях: монография/О.В. Зинина, М.Б. Ребезов, А.А. Лукин, М.Ф. Хайруллин. Челябинск: ЮУрГУ, 2010. 103 с.
2. Способ производства мясного хлеба. Лукин А.А., Ребезов М.Б., Хайруллин М.Ф., Лакеева М.Л., Пирожинский С.Г., Колоскова А.А. Патент на изобретение RUS 2446714 17.11.2010.
3. Способ производства деликатесного мясoproдукта. Хайруллин М.Ф., Лукин А.А., Ребезов М.Б.. Патент на изобретение RUS 2447702 16.06.2010.
4. Способ производства консервов «Соус томатный с говядиной». Лукин А.А., Ребезов М.Б., Хайруллин М.Ф., Лакеева М.Л., Пирожинский С.Г., Колоскова А.А., Зинина О.В., Ребезов Я.М. Патент на изобретение RUS 2458539 29.04.2011.
5. Полуфабрикаты мясные рубленые с ферментированным сыром. Зинина О.В., Ребезов М.Б., Жакслыкова С.А., Солнцева А.А., Чернева А.В. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2012. № 3. С. 19-25.
6. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов. Хайруллин М.Ф., Ребезов М.Б., Наумова Н.Л., Лукин А.А., Дуць А.О. Мясная индустрия. 2011. № 12. С. 15-17.
7. Изменение соединительной ткани под воздействием ферментного препарата и стартовых культур/ М.Б. Ребезов, А.А. Лукин, М.Ф. Хайруллин, М.Л. Лакеева и др. Вестник мясного скотоводства. 2011. Т. 3. № 64. С. 78-83.
8. Сравнительная оценка воздействия ферментных препаратов различного происхождения на коллагенсодержащее сырье. Ребезов М.Б., Лукин А.А., Хайруллин М.Ф., Лакеева М.Л. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2011. № 5. С. 28-36.
9. Использование коллагенового гидролизата в технологии производства мясного хлеба. Ребезов М.Б., Лукин А.А., Наумова Н.Л., Зинина О.В., Пирожинский С.Г. Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. 2011. № 3. С. 134-140.
10. Технологические приемы модификации коллагенсодержащих субпродуктов/ О.В. Зинина, М.Б. Ребезов. Мясная индустрия. 2012. № 5. С. 15-17.
11. Использование коллагенсодержащего сырья в мясной промышленности/ Е. И. Титов, С. К. Апраксина, Л.Ф. Митасева, А. Ю. Соколов. Мясная индустрия. 2008. №6.

### References

1. Zinin O. The use of secondary raw materials for meat processing plants: monograph / O.V. Zinin, M.B. Rebezov, A.A. Lukin, M.F. Khayrullin. Chelyabinsk South Ural State University, 2010. 103 p.
2. The method of production of meat loaf. Lukin A.A., Rebezov M.B., Khayrullin M.F., Lakeeva M.L., Pirozhinsky S.G., Koloskova A.A. patent for an invention RUS 2446714 17.11.2010.
3. The method of producing delicacy meat product. Khayrullin M.F., Lukin A.A., Rebezov M.B. patent for an invention RUS 2447702 16.06.2010.
4. The method of producing canned "tomato sauce with beef." Lukin A.A., Rebezov M.B., Khayrullin M.F., Lakeeva M.L., Pirozhinsky S.G., Koloskova A.A., Zina O., Y.M. Rebezov. patent for an invention RUS 2458539 29.04.2011.
5. Minced meat preparations from fermented raw materials. Zinin O.V., Rebezov M.B., Zhakslykova S.A., Solntseva A.A., A.V. Tcherneva. Technology and Commodity innovative food products. , 2012. Number three. pp. 19-25.
6. Consumer preferences in selecting meat products. Khayrullin M.F., Rebezov M.B., Naumova N.L., Lukin A.A., A.O. Duts. Meat Industry. , 2011. Number 12. pp. 15-17.
7. Changing the connective tissue under the influence of an enzyme preparation of starter cultures and / M.B. Rebezov, A.A. Lukin, M.F. Khayrullin, M.L. Lakeeva etc. Bulletin of beef cattle. , 2011. T. 3. Number 64. pp. 78-83.
8. Comparative evaluation of enzyme preparations of different origin on the collagen raw material. Rebezov Mikhail, Lukin A.A., Khayrullin M.F., M.L. Lakeeva. Technology and Commodity innovative food products. , 2011. Number 5. pp. 28-36.
9. The use of collagen hydrolyzate in the production technology of meat loaf. Rebezov Mikhail, Lukin A.A., Naumova N.L., Zinin O., S.G. Pirozhinsky. Bulletin of the Pacific State University of Economics. , 2011. Number three. pp. 134-140.
10. Processing methods of modification of collagen-products / O. Zinin, M.B. Rebezov. Meat Industry. , 2012. Number 5. pp. 15-17.
11. The use of a collagen material in the meat industry / E.I. Titov, S.K. Apraksina, L.F. Mitaseva, A.J. Sokolov. Meat Industry. 2008. Number 6.