

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА НА МИКРОСТРУКТУРУ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Н. Н. Шагаева, С. В. Колобов, В. А. Пчелкина

*Статья посвящена изучению влияния дигидрокверцетина (ДГК) на однородность структуры мясного рубленого полуфабриката из мяса лося. Для эксперимента использовались образцы полуфабриката массой 75 г из мяса лося с концентрацией дигидрокверцетина от 0,01 % до 0,09 % от массы сырья после технологического воздействия – замораживания при температуре -18 °С и термической обработки (обжаривания). Контрольный образец – рубленый полуфабрикат из мяса лося без добавления ДГК. Микроструктуру образцов изучали методом гистологического исследования. Изучение гистологических препаратов осуществляли на световом микроскопе AxioImaiger A1 (Carl Zeiss, Германия) с помощью подключенной видеокамеры AxioCam MRc 5. Обработку изображений производили с применением компьютерной системы анализа изображений AxioVision 4.7.1.0, адаптированной для гистологических исследований. В результате проведенных гистологических исследований образцов полуфабриката с внесением ДГК в разном количестве установлено, что структура образцов однородна, аналогична контролю, мелкозернистая белковая масса плотно прилегает к мышечным волокнам, что стабилизирует фаршевую массу. После термообработки структура немного уплотняется вследствие технологического воздействия. Внесение ДГК не отражается на гистологических особенностях мясных компонентов фарша. Подтверждено, что добавление дигидрокверцетина в рецептуру мясного полуфабриката не влияет на органолептические показатели качества продукта*

*Ключевые слова:* мясо, мясные полуфабрикаты, мясо диких животных, мясо лося, гистологический анализ, микроструктура мяса, мясные котлеты, дигидрокверцетин, антиоксидант, пищевые добавки.

Увеличивающийся потребительский спрос на мясные полуфабрикаты стимулирует производителей к увеличению объемов производства и расширению ассортимента этой продукции. Многочисленные исследования, направленные на изучение проблем питания в России, показали острую необходимость создания функциональных продуктов питания, носителей микронутриентов, предназначенных для широкого круга населения [4].

Одними из важнейших операций в процессе изготовления рубленых полуфабрикатов являются составление и приготовление фаршевой массы.

Воздух, находящийся в фаршевой массе, отрицательно влияет на качество готового продукта в процессе холодильного хранения, вызывая ускорение окислительных процессов в липидах.

Наличие воздушных пустот в структуре быстрозамороженных полуфабрикатов нежелательно, так как способствует ускорению процессов их окисления. Этому же способствует и сохранение собственных ферментов сырья, которые проявляют свою активность и при низких отрицательных температурах. Ка-

тализаторами окисления являются также металлы переменной валентности, наличие железа в составе гемовых пигментов мяса ускоряет окисление липидной фракции. Использование жиросодержащего сырья в качестве рецептурного компонента полуфабрикатов из мяса снижает устойчивость полуфабрикатов к окислению [6].

Современные технологии выработки мясных продуктов предусматривают удлинение сроков их годности при гарантии безопасности и стабильности качественных показателей.

Увеличить длительность хранения традиционных мясных продуктов в несколько раз позволяют применяемые в настоящее время антиокислители и консерванты. Специалисты отрасли отдают предпочтение натуральным добавкам, способным оказать позитивное воздействие на организм человека или не оказывающим отрицательное воздействие [7].

Антиоксиданты используются для минимизации окислительных изменений в мясе и мясных продуктах. Окислительные изменения могут оказывать негативное влияние на качество мяса и мясных продуктов, вызывая изменения их сенсорных и питательных свойств.

Большинство последних исследований направлено на выявление природных антиоксидантов из различных растительных источников [11].

Фенольные соединения, присутствующие в растительных источниках, обладают высокой антиоксидантной активностью через три механизма: свободнорадикальную удаляющую активность, переходно-металл-хелатирующую активность и/или синглетно-кислородную подавляющую способность [9, 8].

Одним из таких природных антиоксидантов является дигидрокверцетин. Дигидрокверцетин (ДГК) – природный биофлавоноид, витамин из группы Р, выделяемый из комлевой части (толстая часть ствола дерева непосредственно над корнем) древесины сибирской, Гмелина или даурской лиственницы. ДГК по химическому строению относится к полифенольным соединениям. По биологическому действию – мощный антиоксидант с активностью витамина Р. Он является антиоксидантом прямого действия, непосредственно связывающим свободные радикалы. Может функционировать как ловушка активных форм кислорода, хелатор металлов с переменной валентностью, цепьобрывающий агент [5, 1].

Дигидрокверцетин нетоксичен, физиологически безвреден для здоровья человека, не придает продуктам посторонних привкусов и запахов, не изменяет их цвет при его использовании. Добавка устойчива по отношению к температурным (от минус 50 до плюс 180 °С), механическим воздействиям и процессам, имеющим место при изготовлении продуктов, то есть отвечает всем требованиям, предъявляемым в целом ко всем пищевым добавкам и, в частности, к антиоксидантам [2].

Основная цель введения дигидрокверцетина в мясные продукты обусловлена его свойствами: замедление окислительных реакций, способность к укреплению сосудов, Р-витаминная активность. Таким образом, решаются две задачи: а) как антиоксидант, замедляющий окисление липидов, ДГК дает возможность выпускать продукты с повышенным сроком годности; б) как капилляропротектор и подвид витамина Р – возможность выпускать продукты лечебно-оздоровительной направленности.

Широкое применение общепринятых методов (химических, физико-химических, биохимических) позволяет получить только часть необходимой информации о качестве мясопродуктов. Метод гистологического анализа – прямой метод определения состояния сырья и продукции, их истинного состава. Микроструктурные исследования позволяют судить как о

структуре продукта в целом, так и об изменениях, происходящих в отдельных участках и компонентах исследуемых объектов [3, 10].

В связи с этим целью наших исследований стало изучение влияния дигидрокверцетина на структуру рубленых полуфабрикатов из мяса лося.

Объектами исследования в работе выступали: образцы рубленых полуфабрикатов из мяса лося массой 75 г с концентрацией дигидрокверцетина 0,01 %, 0,03 %, 0,05 %, 0,07 % и 0,09 % от массы сырья после технологического воздействия – замораживания при температуре -18 °С и термической обработки (обжаривания). Контрольный образец – рубленый полуфабрикат из мяса лося без добавления ДГК.

Контрольный и опытные образцы вырабатывали по традиционной технологии.

Таблица 1 – Рецепт рубленых мясных полуфабрикатов, контрольный образец

№ п/п	Сырье, кг на 100кг сырья	образец
1.	лось	42,75
2.	свинина	14,25
3.	жир-сырец свиной	6
4.	лук репчатый	2
5.	яйца	1
6.	хлеб	13
7.	вода	20
8.	соль	1,2
9.	перец	0,1

Исследования органолептических, гистологических показателей образцов проводили по стандартным методикам:

- органолептические показатели – по ГОСТ 9959-2015;

- гистологические показатели – по ГОСТ 19496-2013.

Контрольной точкой исследования выбрана 0 сутки хранения.

Обработку результатов проводили статистико-математическим методом обработки результатов эксперимента.

Контрольный образец представляет собой фаршевую систему средней степени измельчения, состоящую из фрагментов мышечной (560–790 мкм), соединительной (310–540 мкм) и жировой тканей (около 280–470 мкм), преимущественно сохранивших свою структурную организацию. Мышечная ткань присутствует в виде мышечных пучков, отдельных мышечных волокон и их фрагментов. В мышечных волокнах выявляется попе-

## «ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА НА МИКРОСТРУКТУРУ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ»

речная исчерченность, ядра хорошо дифференцируются, овальной формы, располагаются под сарколеммой мышечного волокна. Жировая ткань встречается участками из групп липоцитов с сохраненной целостностью или отдельными липоцитами, также присутствуют капельки жира 53–75 мкм, выделяющиеся из разрушенных липоцитов и относительно равномерно распределенные по объему образца. Фрагменты соединительной ткани имеют вид пучков неправильной формы с характерной структурой, состоящих из скоплений волокнистых элементов и хорошо дифференцируемых клеточных образований.

Масса фарша компактна, микропустоты, располагающиеся между структурными элементами фарша, составляют в среднем 100-140 мкм (рисунок 1).

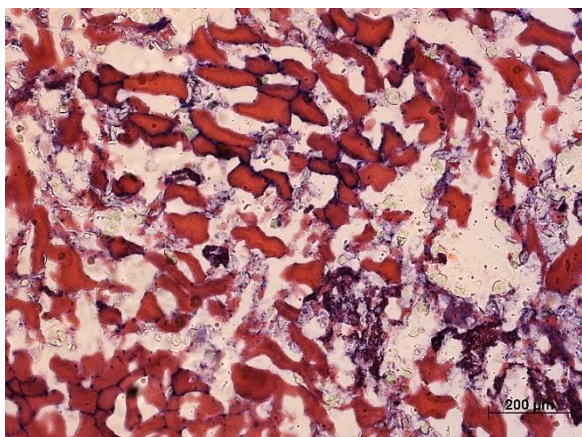


Рисунок 1 – Микроструктура контрольного образца, сырой (об. 10х)

При микроструктурном исследовании контрольного образца после термической обработки (рисунок 2) установлены деструктивные изменения мышечных волокон в виде отдельных поперечно-щелевидных трещин и разрывов, а также локальный распад саркомеров с образованием под сарколеммой мелкозернистой белковой массы. Часть липоцитов подверглась разрушению с выходом жировых капель. Фрагменты соединительной ткани разрыхлены, коллагеновые волокна истончены и дезинтегрированы. Масса фарша более компактна по сравнению с сырым образцом, мелкозернистая белковая масса плотно прилегает к мышечным волокнам, что стабилизирует фаршевую массу. Микропустоты, располагающиеся между структурными элементами фарша, составляют 90–125 мкм.

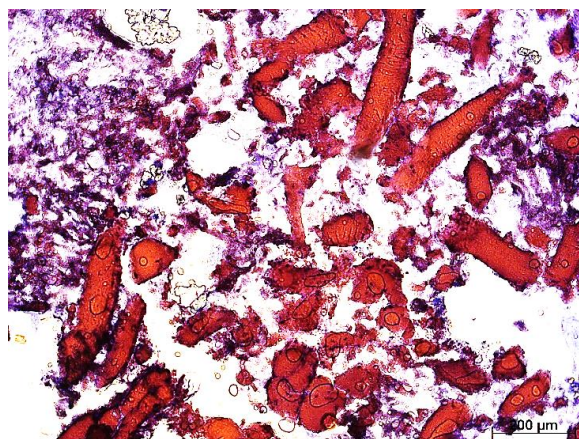


Рисунок 2 – Микроструктура контрольного образца, термообработанный (об. 10х)

При исследовании опытных образцов с добавлением ДГК (в количестве 0,01 %, 0,03 %, 0,05 %, 0,07 %, 0,09 %) принципиальных отличий в структуре фарша по сравнению с контрольным образцом не установлено. Фаршевая система состоит из фрагментов мышечной (570–785 мкм), соединительной (300–550 мкм) и жировой тканей (около 260–480 мкм), преимущественно сохранивших свою структурную организацию. Мышечная ткань присутствует в виде мышечных пучков, отдельных мышечных волокон и их фрагментов. В мышечных волокнах сохранена поперечная исчерченность, ядра хорошо дифференцируются, овальной формы, располагаются под сарколеммой мышечного волокна. Жировая ткань представлена как участками из групп липоцитов с сохраненной целостностью, так и отдельными липоцитами и капельками жира 50–75 мкм, относительно равномерно распределенными по объему образца. Фрагменты соединительной ткани в виде пучков неправильной формы с характерной структурой состоят из скоплений волокнистых элементов и хорошо дифференцируемых клеточных образований. Мелкозернистая белковая масса присутствует в небольшом количестве.

Масса фарша опытных образцов компактна, микропустоты, располагающиеся между структурными элементами фарша, составляют в среднем 105–150 мкм.

Добавка ДГК не имеет микроструктурных признаков идентификации и не выявляется на гистологических препаратах. Отличий в структуре между опытными образцами с разным количеством ДГК в сыром виде не выявлено.

После термической обработки опытных образцов фаршевая система характеризуется большей компактностью по сравнению с сы-

рой, мелкозернистая белковая масса присутствует в большем количестве за счет деструкции мышечных волокон при термообработке (образование поперечно-щелевидных трещин и разрывов, локальный распад саркомеров) и плотно прилегает к мышечным волокнам, что стабилизирует фаршевую массу. Микропустоты, располагающиеся между структурными элементами фарша, составляют 80–120 мкм. Часть липоцитов также подверглась разрушению с выходом жировых капель. Фрагменты соединительной ткани разрыхлены, коллагеновые волокна истончены и дезинтегрированы. Отличий в структуре между опытными образцами с разным количеством ДГК в термообработанном виде не выявлено.

Из ранее проведенных нами исследований было установлено, что использование дигидрокверцетина в количестве 0,05 % от массы сырья позволяет получить продукт с пролонгированным сроком хранения, где дигидрокверцетин в данной концентрации проявляет наиболее выраженные антиоксидантные свойства.

Микроструктура опытных образцов с концентрацией дигидрокверцетина 0,05 % в сыром виде и после температурной обработки представлена на рисунках 3-4.

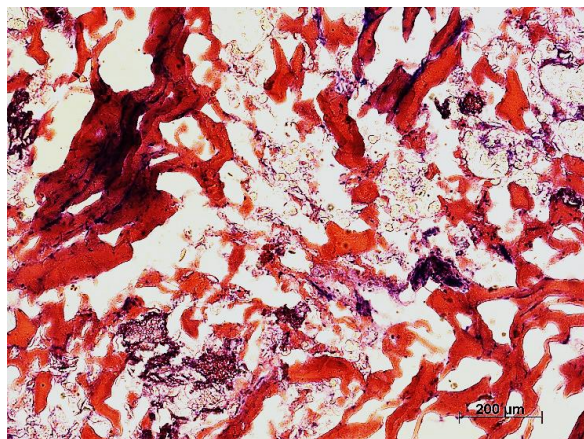


Рисунок 3 – Микроструктура опытного образца (ДГК 0,05%), сырой (об. 10х)

В результате проведенных гистологических исследований образцов полуфабрикатов с внесением ДГК в разном количестве установлено, что структура образцов однородна, аналогична контролю, мелкозернистая белковая масса плотно прилегает к мышечным волокнам, что стабилизирует фаршевую массу. После термообработки структура немного уплотняется вследствие технологического воздействия. Внесение ДГК не отражается на

гистологических особенностях мясных компонентов фарша.

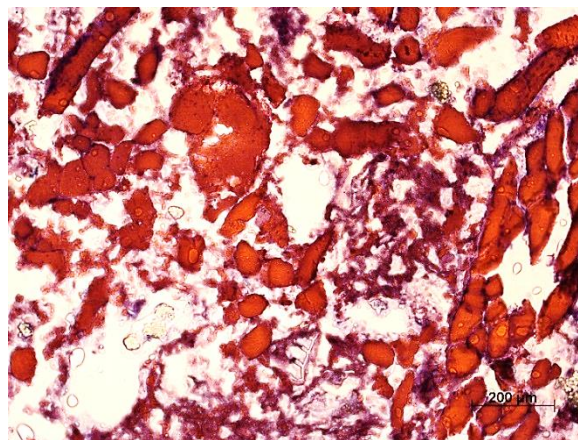


Рисунок 4 – Микроструктура опытного образца (ДГК 0,05 %), термообработанный (об. 10х)

Результаты органолептической оценки качества представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептическая оценка качества мясных рубленых полуфабрикатов

№ п/п	Наименование показателя	Образец	
		контроль	Опыт (ДГК 0,05%)
1.	Внешний вид	8,6±0,2	8,6±0,1
2.	Цвет на разрезе	8,4±0,3	8,4±0,3
3.	Запах (аромат)	8,4±0,2	8,4±0,2
4.	Вкус	8,4±0,3	8,3±0,1
5.	Консистенция	8,2±0,1	8,2±0,1
6.	Сочность	8,1±0,2	8,2±0,2
7.	Общая оценка в баллах	8,4±0,2	8,4±0,2

Контрольный образец обладал привлекательным внешним видом, нежной и сочной консистенцией, вкус имел приятную специфичность, а также тонкий аромат, свойственный дикому мясу. Общая оценка образца составила 8,4 балла, что указывает на очень хорошее качество продукта.

Опытный образец был очень хорошего качества, общая оценка составила 8,4 балла. Бальная оценка по всем показателям не отличалась от контрольного и находилась в пределах допустимой ошибки.

Полученные данные также свидетельствуют о том, что добавление дигидрокверцетина в рецептуру мясных полуфабрикатов не отражается на органолептических показателях качества продукта.

В процессе эксперимента установлено,

## «ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА НА МИКРОСТРУКТУРУ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ»

что использование дигидрохверцетина в концентрации 0,05 % при производстве рубленых полуфабрикатов позволяет обеспечить хорошие органолептические показатели и сохранить без изменения микроструктурную особенность продукта из мяса лося.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордынец, С. А. Влияние натуральных биологически безопасных ингредиентов на сроки годности охлажденных мясопродуктов / С. А. Гордынец, О. Н. Германович, В. М. Напреев // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сборник трудов. – Минск: Национальная академия наук Беларуси, 2016. – Вып. 10. – С. 199.

2. Костыря, О. В. О перспективах применения дигидрохверцетина при производстве продуктов с пролонгированным сроком годности / О. В. Костыря, О. С. Корнеева // Вестник ВГУИТ. – 2015. – № 4. – С. 166.

3. Хвыля, С. И. Применение гистологического анализа при исследовании мясного сырья и готовых продуктов / С. И. Хвыля, В. А. Пчелкина, С. С. Бурлакова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 3. – С. 132-138.

4. Холин, А. А. Потребительские свойства мясных полуфабрикатов с добавками функционального назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / А. А. Холин; ГОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет». – Москва, 2011. – С. 3.

5. Шагаева, Н. Н. Использование дигидрохверцетина в производстве пищевых продуктов / Н. Н. Шагаева, С. В. Колобов // Товаровед продовольственных товаров. – 2017. – № 5 (155). – С. 8.

6. Шарыгина, Я. И. Фитозэкстракты в современном производстве мясных замороженных полуфабрикатов / Я. И. Шарыгина, Л. С. Байдалинова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2011. – № 1. – С. 218.

7. Шахова, Е. В. Применение дигидрохверцетина в качестве антиоксиданта при хранении руб-

леных полуфабрикатов / Е. В. Шахова, О. А. Краснова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. Научно-практический журнал. – 2008. – №3(17). – С. 11.

8. Falowo, A. B. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review / A. B. Falowo, P. O. Fayemi, V. Muchenje // Food Research International. – 2014. – 64. – P. 171-181.

9. Maheswara, D. Application of Natural Antioxidants in Meat and Meat Products-A Review / D. Maheswara, G. Vijay Bhaskar, Prabhat Kumar Manda // Gavin Conferences. – 2018. – 16 march.

10. Pospiech, M. Microscopic methods in food analysis / M. Pospiech, Z. Rezacova-Lukaskova, B. Tremlova, Z. Randulova, P. Bartl // Maso international. – Brno. – 2011. – Vol. 1. – P. 27-34.

11. Shah, M. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products / M. A. Shah, S. J. D. Bosco, S. A. Mir // Meat Science. – 2014. – 98. – P. 21-33.

**Шагаева Наталья Николаевна, ст. преподаватель кафедры товароведения, технологии сырья и продуктов животного и растительного происхождения им. С.А. Каспарьянца ФГБОУ ВО «МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина», 109472, г. Москва, ул. Ак. Скрябина, 23, e-mail: nata-shag@yandex.ru, 8(495)377-70-81.**

**Колобов Станислав Викторович, к.т.н., доцент АНО ВО «Московский гуманитарный университет», 111395, Москва, ул. Юности, 5, e-mail: 97rus@mail.ru, 8(499)374-58-60.**

**Пчелкина Виктория Александровна, ведущий научный сотрудник экспериментальной клиники-лаборатории биологически активных веществ животного происхождения, к.т.н., ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26, +7(495)676-69-71, e-mail: v.pchelkina@fnfps.ru.**