

Упаковка мяса птиц в физически модифицированные пленочные материалы

Безнаева Ольга Владимировна

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»
Адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, д. 11
E-mail: olgazaikina@mail.ru*

Кириш Ирина Анатольевна

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»
Адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, д. 11
E-mail: irina-kirsh@yandex.ru*

Машенцева Наталья Геннадьевна

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»
Адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, д. 11
E-mail: natali-mng@yandex.ru*

Рассматривается проблема получения полимерных материалов с заданными эксплуатационными свойствами для использования их в качестве упаковочных. Цель работы – экспериментальное определение влияния электростатического состояния упаковочных полимерных пленок на сохранность мясных продуктов. Предложен способ физической модификации поверхности полиэтиленовой пленки воздействием коронного разряда для защиты и сохранения потребительских свойств мясных продуктов (тушки цыплят). Проведен анализ антимикробных свойств исследуемой пленки. Для изучения модифицированных упаковочных полимерных материалов использовали следующие методы. Микробиологические исследования проводили в соответствии с ГОСТ 7702.2.0-2016 Продукты убоя птицы, полуфабрикаты из мяса птицы и объекты окружающей производственной среды. Методы отбора проб и подготовка к микробиологическим исследованиям. Определение стойкости полимерного материала к действию химических сред (модельным средам) проводили по ГОСТ 12020-72 Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред. Выяснили, что электростатическое состояние пленок замедляет развитие микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов питания. Увеличение линейной скорости движения обрабатываемого материала, а, следовательно, уменьшение степени воздействия коронного разряда на материал приводит к увеличению уровня КМАФАнМ. Увеличение интенсивности воздействия коронного разряда на пленки в большей степени снижает уровень КМАФАнМ в тушках цыплят, упакованных в такие пленки.

Ключевые слова: коронный разряд; электростатический эффект; полиэтилен; срок хранения; тушки цыплят; микробиологическая порча; полимерные диэлектрики

Введение

В настоящее время актуальной проблемой остается защита и сохранение потребительских свойств мясных продуктов. Постоянно ведутся разработки по созданию новых материалов и технологий производства упаковочных изделий. Это связано с тем, что модификация упаковочных материалов и совершенствование существующих технологий позволит исключить дополнительную специальную обработку непосредственно продуктов питания.

Теоретическое Обоснование

Пленочные полимерные материалы являются широко применяемой потребительской упаковкой (Любешкина, 2006); при этом регулирование их эксплуатационных свойств посредством физической модификации воздействием коронного разряда является предпочтительным, т.к. в этом случае в их состав не вводятся функциональные ингредиенты (Кириш, Ананьев, Аксенова, Губанова, Филинская, 2010). В полимерных диэлектриках после такой обработки возникает электростатическое состояние, обусловленное их способностью поляризоваться при воздействии электрического

поля (Гороховатский, 1987; Кестельман, 1980; Лучейкин, 1984; Сесслер, 1983). Электретные материалы в упаковочной отрасли не применяются, поскольку необходимо доскональное изучение возможности упаковывания продуктов питания в пленки на основе таких материалов.

Цель настоящей работы заключалась в экспериментальном определении влияния электретного состояния упаковочных полимерных пленок на сохранность продуктов питания, а именно тушек цыплят, так как этот продукт является товаром массового потребления, и по нему достаточно легко определить размеры порчи в сравнительно короткие сроки.

Исследование

Объектами исследования были выбраны пленки из полиэтилена низкой плотности (ПЭ) марки Казпэлен 15813-20 (ГОСТ 16337-77). Из данных материалов производят широкий ассортимент упаковочных изделий, в том числе для мясоперерабатывающей отрасли. Выбранный полимер имеет низкие значения электрической и физико-механической прочности, в то же время он является неполярным и обладает хорошими диэлектрическими свойствами (Власов, Кандырин, Кулезнев, 2006; Гуль, Царский, Майзель, Шенфильд, Журавлев, Щибря, 1968; Крыжановский, 2007; Максанова, 2005; Шур, 1981).

Образцы пленочных материалов были получены в лаборатории полимерных композитов ФГБОУ ВО «МГУПП». Использовали лабораторную экструзионную установку со следующими технологическими параметрами: тип экструдера – одношнековый, диаметр шнека – 16 мм, соотношение длины шнека к его диаметру – 40, тип шнека – барьерный. Методом рукавной экструзии была получена ПЭ пленка толщиной 25 ± 3 мкм. Температура переработки полимерного материала в экструдере по зонам: $T_1 = 120^\circ\text{C}$, $T_2 = 130^\circ\text{C}$, $T_3 = 140^\circ\text{C}$, $T_4 = 140^\circ\text{C}$. Частота вращения (N) шнека составляла 90 об/мин. Обработку коронным разрядом поверхности полимерных пленок проводили на лабораторной установке, схема которой представлена на Рисунке 1.

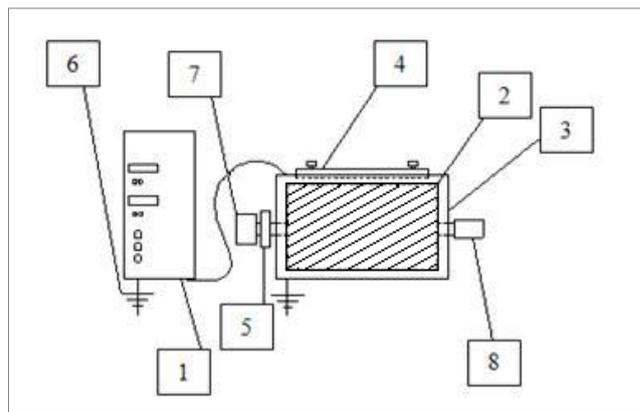


Рисунок 1. Схема установки: 1) система управления; 2) обрезиненный барабан с закрепленным пленочным материалом; 3) защитный кожух; 4) электрод; 5) муфта; 6) узел заземления; 7, 8) двигатели.

Экспериментальная установка состоит из блока питания и узла обработки. Процесс обработки коронным разрядом является периодическим. Установка оснащена высокочастотным генератором электрического тока. При работе на установке отрезок пленочного материала определенного размера, закрепленный на валу, вращаясь, проходит зону коронирования: одним электродом является вращающийся обрезиненный металлический вал, вторым служит металлическая алюминиевая пластина, направленная вдоль вала.

На данной установке проводили обработку поверхности пленок при различных частотах вращения наматывающего устройства, что соответствовало линейной скорости движения обрабатываемого материала 10 м/мин (образец 1) и 55 м/мин (образец 2). Ранее (Безнаева, 2014) было показано, что линейная скорость движения обрабатываемого материала обуславливает интенсивность воздействия коронного разряда на поверхность исследуемых образцов, а именно время воздействия коронного разряда, определяя тем самым удельную концентрацию носителей заряда на единице площади поверхности. С уменьшением линейной скорости движения обрабатываемого материала поверхностная плотность электрических зарядов увеличивается. Сила тока составляла 5 А на 1 м длины электрода; величина зазора в зоне обработки – $1 \div 3$ мм; обработку проводили однократно; количество коронирующих электродов – 1, электрод выполнен из алюминия в виде пластины, размеры которой $0,2 \times 0,02 \times 0,003$ м³; напряжение – 22-24 кВ, диаметр вала, на котором проводилась обработка, – 0,2 м, возможность модификации газовой среды не использовалась.

В качестве контрольных образцов использовали пленочные материалы из ПЭ, не обработанного коронным разрядом.

Для проведения исследований были приобретены партии цыплят (тушка охлажденная) с датой выработки не более 2 суток. Доставка тушек цыплят осуществлялась при температуре $5 \pm 7^\circ\text{C}$. Как только цыплята были доставлены, была проведена визуальная оценка целостности упаковки. При наличии дефектов такие образцы отбраковывали.

Состояние пищевой продукции, упакованной в физически модифицированные пленки, изучали, исключая дополнительное внешнее обсеменение микроорганизмами, вызывающими порчу продуктов питания. Для этого из полученных пленок были изготовлены пакеты. В данные пакеты был упакован продукт, причем обработанная коронным разрядом сторона пленок находилась в контакте с ним. Упаковку продуктов в образцы пленок проводили не более, чем через 1 час после ее обработки коронным разрядом. Герметичность полученных упаковок обеспечивалась термоимпульсной сваркой.

Электростатические свойства полимерных пленок в электретажном состоянии исследовали по ГОСТ 25209-82, для чего был использован измеритель параметров электростатического поля ИПЭП-1. Измерение поверхностной плотности электрических зарядов образцов проводили на расстоянии от передней плоскости датчика измерителя до измеряемой поверхности 1 см с использованием измерительной пластины (диска). Время первого измерения составляло не более 1 ч после обработки образцов коронным разрядом.

В ходе испытания оценивали качество и степень порчи цыплят в исследуемых упаковках, визуально сравнивая с изменениями внешнего вида продуктов, упакованных в необработанные (контрольные) образцы.

Отбор и подготовку проб для микробиологических исследований проводили в соответствии с ГОСТ 7702.2.0-2016. Определение микробной обсемененности поверхности части тушки птицы проводили методом смывов (ГОСТ 7702.2.0-2016, 2016; Инешина, 2006). С поверхности контрольных и опытных образцов частей тушки птицы с помощью предварительно смоченных в физиологическом растворе стерильных тампонов проводили смывы. Общая площадь поверхности смыва составляла 100 см^2 . Полученная смывная жидкость служила исходным материалом для

последующих разведений. Полученные пробы высевали на селективную питательную среду с последующим культивированием в термостате при температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$ и регистрацией выросших колоний микроорганизмов через 24 часа (ГОСТ 31962-2013, 2014; ГОСТ Р 50396.1-2010, 2011; МУК 4.2.1890-04, 2004; ТР ТС 021/2011, 2011; ТР ТС 034/2013, 2013).

Определение стойкости полимерного материала к действию химических сред (модельным средам) проводили по ГОСТ 12020-72. Определение изменения массы при контакте с модельной средой (дистиллированная вода) упаковочных материалов проводили следующим образом: образцы материалов помещали в сосуд с модельной средой. Объем модельной среды составлял 10 см^3 на каждый квадратный сантиметр полной поверхности испытуемого образца. Эксперимент проводили при температуре $24 \pm 1^\circ\text{C}$. Первые сутки взвешивание образцов проводили каждые 30 минут. Далее проводили взвешивание образцов один раз в сутки. Изменение массы образцов рассчитывали как отношение изменения массы материала после контакта с модельной средой к начальному значению массы образца. Взвешивание проводили на аналитических весах с точностью до четвертого десятичного знака.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе работы с тушек цыплят проводили смывы с поверхности для установления исходной контаминации. Уровень исходной контаминации поверхности части тушки птицы составил $(0,98 \pm 0,14) \times 10^3 \text{ КОЕ/см}^2$.

Кроме того, сразу после обработки образцов пленочных материалов коронным разрядом измеряли поверхностную плотность электрических зарядов образцов. Среднее значение данного показателя составило при линейной скорости движения обрабатываемого материала 10 м/мин $(0,26 \pm 0,03) \text{ мкКл/м}^2$, при 55 м/мин – $(0,07 \pm 0,01) \text{ мкКл/м}^2$.

Далее в стерильном боксе и в стерильных условиях при температуре 18°C и влажности не более 50% проводили упаковку тушек цыплят в исследуемые материалы. В качестве контрольной группы выступали тушки той же партии в ПЭ упаковке, не обработанной коронным разрядом. Хранение упакованных контрольных и опытных образцов

происходило в холодильной камере при температуре от 0°C до +2°C включительно.

Изменение уровня контаминации поверхности хранимых образцов осуществляли на протяжении 11 дней на одну партию куриц. В Таблице 1 показан уровень количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) на поверхности исследуемых образцов частей тушек птицы. Эксперимент проводили по двум партиям птицы с близким уровнем КМАФАнМ.

После вскрытия упаковок проводили повторное измерение поверхностной плотности электрических зарядов образцов, обработанных коронным разрядом. Показано сохранение заряда, не смотря на то, что влажность среды снижает электретные характеристики. Среднее значение поверхностной плотности электрических зарядов составило при линейной скорости движения обрабатываемого материала 10 м/мин ($0,15 \pm 0,02$) мкКл/м², при 55 м/мин – ($0,04 \pm 0,01$) мкКл/м².

Как видно из полученных данных, в процессе исследования уровня количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) на поверхности исследуемых образцов определено, что после 10 дней хранения в физически модифицированных упаковочных материалах наблюдаются следующие значения КМАФАнМ: для образца 1 – ($2,01 \pm 0,72$) $\times 10^6$, для образца 2 – ($4,94 \pm 0,64$) $\times 10^6$, для контроля – ($1,68 \pm 0,11$) $\times 10^7$. То есть, после обработки коронным разрядом поверхности ПЭ пленочных материалов уровень КМАФАнМ значительно ниже. При этом на пленках, обработанных коронным разрядом при различной линейной скорости движения обрабатываемого материала,

уровень КМАФАнМ ниже при 10 м/мин по сравнению с 55 м/мин.

Электретное состояние пленок замедляет развитие микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов питания. Увеличение линейной скорости движения обрабатываемого материала, а, следовательно, уменьшение степени воздействия коронного разряда на материал приводит к увеличению уровня КМАФАнМ. Увеличение интенсивности воздействия коронного разряда на пленки в большей степени снижает уровень КМАФАнМ в тушках цыплят, упакованных в такие пленки.

В процессе исследований была проведена органолептическая оценка образцов тушек после вскрытия упаковок (ГОСТ 31962-2013, 2014; Инешина, 2006; МУК 4.2.1890-04, 2004). Установлено, что во время эксперимента (до 7 суток) все образцы тушек имели поверхность белого цвета без серых и зеленоватых оттенков, наличие неприятного запаха не ощущалось. В контрольных образцах на 8 сутки отмечалось наличие «склизкой» поверхности тушек, отмечался резковатый запах. В образцах тушек, упакованных в модифицированные ПЭ материалы, наблюдалось следующее: поверхность тушек слегка влажная, без серых и зеленоватых оттенков, резкий запах отсутствовал. На протяжении всего эксперимента можно отметить тот факт, что поверхность тушек, упакованных в материалы, обработанные коронным разрядом, имела более сухую поверхность по сравнению с контрольными образцами.

На следующем этапе работы были проведены исследования стойкости исследуемых материалов к действию химических сред по ГОСТ 12020-72. В качестве модельной среды использовали дистил-

Таблица 1
Уровень КМАФАнМ на поверхности исследуемых образцов тушек птицы

| Срок хранения, сутки | Уровень КМАФАнМ на поверхности исследуемых образцов, КОЕ/см ² | | |
|----------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Образец 1 (при 10 м/мин) | Образец 2 (при 55 м/мин) | Контроль |
| 0 | ($0,98 \pm 0,14$) $\times 10^5$ | ($0,98 \pm 0,14$) $\times 10^5$ | ($0,98 \pm 0,14$) $\times 10^5$ |
| 1 | ($1,39 \pm 0,19$) $\times 10^5$ | ($1,68 \pm 0,10$) $\times 10^5$ | ($2,45 \pm 0,24$) $\times 10^5$ |
| 2 | ($1,15 \pm 0,14$) $\times 10^4$ | ($1,44 \pm 0,16$) $\times 10^4$ | ($1,54 \pm 0,17$) $\times 10^4$ |
| 4 | ($1,85 \pm 0,20$) $\times 10^5$ | ($2,28 \pm 0,21$) $\times 10^5$ | ($5,81 \pm 0,42$) $\times 10^5$ |
| 6 | ($4,79 \pm 0,61$) $\times 10^5$ | ($7,60 \pm 0,71$) $\times 10^5$ | ($1,86 \pm 0,11$) $\times 10^6$ |
| 8 | ($1,06 \pm 0,10$) $\times 10^6$ | ($1,10 \pm 0,11$) $\times 10^6$ | ($7,42 \pm 0,48$) $\times 10^6$ |
| 10 | ($2,01 \pm 0,72$) $\times 10^6$ | ($4,94 \pm 0,64$) $\times 10^6$ | ($1,68 \pm 0,11$) $\times 10^7$ |

лированную воду. В результате проведенных исследований установлено, что изменение массы при контакте с водой исследуемых материалов по сравнению с необработанными образцами является незначительным.

Выводы

Таким образом, в продуктах питания (тушках цыплят), упакованных в полимерные материалы, поверхность которых обработана коронным разрядом, наблюдается замедление процессов микробиологической порчи. Следует отметить, что при увеличении интенсивности воздействия коронного разряда данный эффект усиливается. Замедление порчи продуктов питания, а, следовательно, увеличение сроков их хранения связано с действием поля электрета на микроорганизмы – возбудителей порчи продуктов питания.

Благодарности

Данной работе была оказана поддержка Министерством образования и науки Российской Федерации по гранту 0710-2017-0010.

Литература

- Безнаева О.В. Антимикробная упаковка на основе физически модифицированных пленочных материалов: дис. ... канд. техн. наук : 05.17.06: утв. 23.06.14. М., 2014. 121 с.
- Гороховатский Ю.А. Электретный эффект и его применение // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 8. С. 92-98.
- ГОСТ 12020-72. Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред. М.: Издательство стандартов, 1980. 14 с.
- ГОСТ 25209-82. Пластмассы и пленки полимерные. Методы определения поверхностных зарядов электретов. М.: Издательство стандартов, 1982. 16 с.
- ГОСТ 31962-2013. Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 10 с.
- ГОСТ 7702.2.0-2016. Продукты убоя птицы, полуфабрикаты из мяса птицы и объекты окружающей производственной среды. Методы отбора проб и подготовка к микробиологическим исследованиям. М.: Стандартинформ, 2016. 24 с.
- ГОСТ Р 50396.1-2010. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2011. 6 с.
- Инешина Е.Г., Гомбоева С.В. Санитарная микробиология. Санитарно-микробиологический контроль на производстве: методические указания. Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2006. 88 с.
- Кестельман В.Н. Физические методы модификации полимерных материалов. М.: Химия, 1980. 224 с.
- Лучейкин Г.А. Полимерные электреты. М.: Химия, 1984. 184 с.
- Любешкина Е. Триумф упаковки // Наука и жизнь. 2006. № 10. С. 78-84.
- Максанова Л.А. Высокомолекулярные соединения и материалы на их основе, применяемые в пищевой промышленности. М.: КолосС, 2005. 213 с.
- Кирш И.А., Ананьев В.В., Аксенова Т.И., Губанова М.И., Филинская Ю.А. Методы модификации упаковочных полимерных материалов: методические указания к самостоятельной работе студентов специальностей 261201, 240502. М.: МГУПБ, 2010. 21 с.
- МУК 4.2.1890-04. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 91 с.
- Власов С.В., Кандырин Л.Б., Кулезнев В.Н. Основы технологии переработки пластмасс: учебник для вузов. М.: Мир, 2006. 600 с.
- Крыжановский В.К., Бурлов В.В., Паняматченко А.Д. Технические свойства полимерных материалов: учеб.-справ. пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Профессия, 2007. 240 с.
- ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880. 242 с.
- ТР ТС 034/2013. О безопасности мяса и мясной продукции. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 09.10.2013 № 68. 69 с.
- Шур А.М. Высокомолекулярные соединения: учебник для ун-тов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1981. 651 с.
- Электреты / Под ред. Г.М. Сесслера. М.: Мир, 1983. 487 с.
- Гуль В.Е., Царский Л.Н., Майзель Н.С., Шенфиль Л.З., Журавлев В.С., Щибря Н.Г. Электропроводящие полимерные материалы. М.: Химия, 1968. 248 с.

Packaging of Poultry Meat in Physically Modified Membranous Materials

Olga V. Beznaeva

*Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: olgazaikina@mail.ru*

Irina A. Kirsh

*Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: irina-kirsh@yandex.ru*

Natalia G. Mashentseva

*Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: natali-mng@yandex.ru*

The issue of obtaining polymeric materials with specified operational characteristics for their use as packing material is under review. The purpose of this work is to determine the influence of polymeric membrane electretic state on storing meat by performing an experiment. It is suggested to use the method of physics modification of polythene membrane surface to protect and to reserve consumer properties of meat products (poultry). The analysis of the membrane antimicrobial characteristics was carried out. Following methods were applied to study modified polymeric packing materials. Microbiological analyses were made according to GOST 7702.2.0-2016 (Poultry slaughtering products, poultry meat ready-to-cook products and the objects of production environment. Sampling methods and the preparation to microbiological analyses). The analysis to determine the chemical substances (model environment) resistance of polymeric material was carried out according to GOST 12020-72 (Plastics. Testing methods of plastics resistance to chemical substances). It has been found out that electretic state of membranes checks the bacteria growth, which cause food spoilage. The more linear travel is, the less impact of corona discharge on material is. That increases the Quantity of Mesophilic Aerobic and Facultative Anaerobic Microorganisms (QMAFAnM). The impact densification on corona discharge on films reduces the QMAFAnM in poultry packed in these films to a greater extent.

Keywords: corona discharge; electret effect; polyethylene; shelf life; chicken carcasses; microbiological spoilage; polymer dielectrics

Acknowledgments

This work was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation under grant 0710-2017-0010.

References

- Beznaeva O.V. Antimikrobnaya upakovka na osnove fizicheski modifitsirovannykh plenochnykh materialov. Diss. kand. tehn. nauk [Antimicrobial packaging based on physically modified film materials. Ph.D. (Technical sciences) thesis]. Moscow, 2014. 121 p.
- Elektrety / Pod red. G.M. Sesslerera [Electrets / Ed. by G.M. Sessler]. Moscow: Mir, 1983, 487 p.
- Gorokhovatskiy Yu.A. Elektretniy effekt i ego primeneniye [Electret effect and its application]. *Sorosovskiy obrazovatelniy zhurnal [Soros educational journal]*, 1997, no. 8, pp. 92-98.
- GOST 12020-72. Plastmassi. Metodi opredeleniya stoykosti k deystviyu khimicheskikh sred [Plastics. Methods for determination of resistance to chemical environments]. Moscow: Izdatelstvo standartov, 1980, 14 p.
- GOST 25209-82. Plastmassi i plenki polimernie. Metody opredeleniya poverkhnostnykh zaryadov elektretov [Plastics and polymer films. Methods for determination of the surface charges of electrets]. Moscow: Izdatelstvo standartov, 1982, 16 p.

- GOST 31962-2013. Myaso kur (tushki kur, tsyplyat, tsyplyat-broylerov i ikh chasti). Tekhnicheskie uslovia [Chicken meat (carcasses of hens, chickens, broiler chickens and parts thereof). Technical conditions]. Moscow: Standartinform, 2014, 10 p.
- GOST 7702.2.0-2016. Produkti uboya ptitsy, polufabrikati iz myasa ptitsi i obyeki okruzhayushchey proizvodstvennoy sredi. Metodi otbora prob i podgotovka k mikrobiologicheskim issledovaniyam [Poultry slaughter products, semi-finished products from poultry meat and environmental objects. Sampling methods and preparation for microbiological studies]. Moscow: Standartinform, 2016, 24 p.
- GOST R 50396.1-2010. Myaso ptitsi, subprodukti i polufabrikati iz myasa ptitsi. Metod opredelenia kolichestva mezofilnykh aerobnykh i fakultativno-anaerobnykh mikroorganizmov [Poultry meat, offal and semi-finished products from poultry meat. Method for determination of the amount of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms]. Moscow: Standartinform, 2011, 6 p.
- Gul V.E., Tsarskiy L.N., Mayzel N.S., Shenfil L.Z., Zhuravlev V.S., Shchibrya N.G. Elektroprovodyashchie polimernie materialy [Conductive polymer materials]. Moscow: Khimia, 1968, 248 p.
- Ineshina E.G., Gomboeva S.V. Sanitarnaya mikrobiologiya. Sanitarno-mikrobiologicheskiy kontrol na proizvodstve: metodicheskiye ukazania [Sanitary microbiology. Sanitary and microbiological control in the workplace: guidelines]. Ulan-Ude: Izdatelstvo VSGTU, 2006, 88 p.
- Kestelman V.N. Fizicheskie metody modifikatsii polimernykh materialov [Physical methods for the modification of polymer materials]. Moscow: Khimia, 1980, 224 p.
- Kirsh I.A., Ananiev V.V., Aksenova T.I., Gubanova M.I., Filinskaya Yu.A. Metody modifikatsii upakovochnykh polimernykh materialov: metodicheskiye ukazaniya k samostoyatelnoy rabote studentov spetsialnostey 261201, 240502 [Modification methods for packaging polymer materials: guidelines for independent work of students specialties 261201, 240502]. Moscow: MGUPB, 2010, 21 p.
- Krizhanovskiy V.K., Burlov V.V., Panimatchenko A.D. Tekhnicheskie svoystva polimernykh materialov: uchebno-spravochnoe posobie [Technical properties of polymeric materials: study guide]. St. Petersburg: Professia, 2007, 240 p.
- Lushcheykin G.A. Polimernie elektrety [Polymer electrets]. Moscow: Khimia, 1984, 184 p.
- Lyubeshkina E. Triumf upakovki [The triumph of packaging]. *Nauka i zhizn* [Science and life], 1997, no. 10, pp. 78-84.
- Maksanova L.A. Visokomolekulyarnie soedinenia i materialy na ikh osnove, primenyaemie v pishchevoy promyshlennosti [High molecular weight compounds and materials based on them, used in the food production]. Moscow: KolosS, 2005, 213 p.
- MUK 4.2.1890-04. Opredelenie chuvstvitelnosti mikroorganizmov k antibakterialnim preparatam [Determination of the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs]. Moscow: Federalniy tsentr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004, 91 p.
- Shur A.M. Visokomolekulyarnie soedinenia: uchebnik dlya universitov [High-molecular compounds: the university textbook]. Moscow: Visshaya shkola, 1981, 651 p.
- Technical regulations of the Customs Union «O bezopasnosti myasa i myasnoy produktsii» [On the safety of meat and meat products]. (TR CU 034/2013).
- Technical regulations of the Customs Union «O bezopasnosti pishchevoj produkcii» [On food safety]. (TR CU 021/2011).
- Vlasov S.V., Kandyrin L.B., Kuleznev V.N. Osnovi tekhnologii pererabotki plastmass: uchebnik dlya vuzov [Basics of plastics processing technology: the textbook for universities]. Moscow: Mir, 2006, 600 p.