

*И.В. Калтович, к.т.н., доцент, И.О. Головач
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СУШКИ МЕЗДРЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ

*I. Kaltovich, I. Halavach
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

OPTIMAL PROCESS PARAMETERS OF MEZDRA DRYING FOR FODDER PRODUCTION

e-mail: irina_kaltovich@inbox.ru

В статье представлены результаты исследований по определению оптимальных технологических параметров сушки мездры для изготовления кормовой продукции. Установлено, что использование предварительной варки при температуре 105°C в течение 10 минут, измельчения на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, поэтапной сушки мездры (при температуре 180 °С в течение 0,5 часа, 150°C - в течение 2,5 часов, 110°C – в течение 2 часов) позволяет изготавливать продукцию из данного побочного сырья кожевенной отрасли, являющуюся значимым источником белка (27,9 %), жира (14,0 %), минеральных веществ – натрия (1160,0 мг/100 г), кальция (640,0 мг/100 г), железа (530,0 мг/100 г), фосфора (220,0 мг/100 г), магния (170,0 мг/100 г), а также полиненасыщенных жирных кислот (1,76 %, в т.ч. линолевой кислоты – 1,42 % от суммы жирных кислот), что подтверждает высокую пищевую и биологическую ценность данной кормовой продукции, а также позволяет рассматривать возможность ее применения в качестве кальциевых, магниевых, натриевых и др. обогащенных добавок для животных после изучения биодоступности данных эссенциальных микронутриентов и влияния введения в рационы животных кормовой продукции на основе мездры на физиологические показатели их организма.

Ключевые слова: мездра, продукция из мездры, предварительная варка, измельчение, сушка, температура, рациональные технологические параметры, белок, жир, влага, минеральный и жирнокислотный состав, показатели безопасности.

The article presents the research results of determining the optimal technological parameters of drying mezdra for the manufacture of feed products. It has been established that the use of pre-cooking at a temperature of 105°C for 10 minutes, grinding on a spinning top with a hole diameter of 2–3 mm, step-by-step drying of mezdra (at a temperature of 180°C for 0.5 hours, 150°C for 2.5 hours, 110°C for 2 hours). It allows to manufacture products from this by-product of the leather industry, which is a significant source of protein (27.9 %), fat (14.0 %), and minerals – sodium (1160.0 mg/100 g), calcium (640.0mg/100 g), iron (530.0 mg/100 g), phosphorus (220.0 mg/100 g), magnesium (170.0 mg/100 g), as well as polyunsaturated fatty acids (1.76 %, including linoleic acid – 1.42 % of the total fatty acids), which confirms the high nutritional and biological value of this feed product, and also allows us to consider the possibility of its use as calcium, magnesium, sodium, etc. after studying the bioavailability of these essential micronutrients and the effect of introducing mezdra-based feed products into animal diets on the physiological parameters of their body.

Key words: mezdra, mezdra products, pre-cooking, grinding, drying, temperature, rational technological parameters, protein, fat, moisture, mineral and fatty acid composition, safety indicators.

Введение. На сегодняшний день среди наиболее проблемных трудно перерабатываемых отходов кожевенной отрасли особое внимание следует обращать на жиросодержащие отходы [1–3]. Если большинство твердых отходов могут найти свое использование в производстве кожеподобных композиционных материалов, то переработка мездры, характеризующейся высоким содержанием жира и влаги, представляет значительную проблему [4, 5].

Основными предприятиями в Республике Беларусь, осуществляющими переработку кожевенного сырья, являются ОАО «Минское производственное кожевенное объединение», РУП «Гродненское производственное кожевенное объединение», СООО «Могилевский кожевенный завод», ОАО «Бобруйский кожевенный комбинат», при осуществлении технологических процессов производства которых образуется около 30 % мездры и шквары к массе перерабатываемых шкур, что составляет в среднем от 6 до 12 т в смену (в зависимости от среднесуточного объема производства) и представляет значимую проблему вследствие экономических потерь предприятий из-за необходимости уплаты экологического налога при их утилизации, т.к. на сегодняшний день отсутствуют рациональные способы переработки данного сырья. Кроме того, утилизация отходов (мездры и др.) предприятий кожевенной отрасли приводит к загрязнению территорий (почв и вод), что также подтверждает необходимость и актуальность разработки технологических способов их переработки [6, 7].

Цель исследований – установление рациональных технологических параметров сушки мездры для использования при изготовлении кормовых добавок и кормов для животных.

Материалы и методы исследований. Объекты исследований – мездра, подвергнутая сушке при различных технологических параметрах, а также продукция из мездры. Методы исследований – стандартные методы исследований показателей качества и безопасности сырья и продукции.

Результаты и их обсуждение. Установлены рациональные технологические параметры сушки мездры для использования при изготовлении кормовых добавок и кормов для животных. С целью улучшения консистенции мездры для ее последующего измельчения на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, а также обеспечения микробиологической безопасности при последующей сушке проведены исследования по установлению рациональных параметров варки данного побочного сырья кожевенной отрасли.

Для определения оптимальной продолжительности технологического процесса предварительная варка мездры осуществлялась при температуре 105 °С в течение 5–15 минут с интервалом 5 минут. Установлено, что рациональным значением предельного напряжения сдвига характеризовались экспериментальные образцы мездры, подвергнутые варке в течение 10 минут (998,4 Па), в то время как образцы, проваренные в течение 5 минут, отличались жесткой консистенцией (1025,3 Па), в течение 15 минут – излишне размягченной для последующего измельчения на волчке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм и сушки (961,3 Па) (рисунок 1).

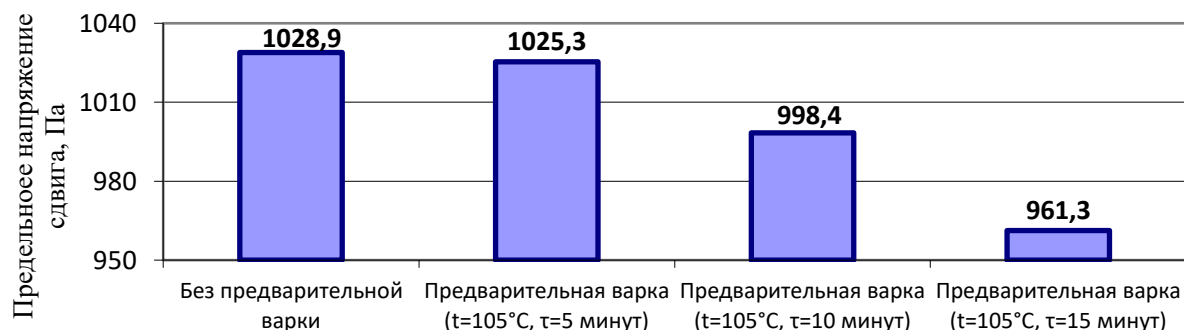


Рисунок 1 – Предельное напряжение сдвига мездры, в т.ч. подвергнутой предварительной варке

Источник данных: собственная разработка.

На дальнейшем этапе исследований изучена возможность проведения поэтапной сушки мездры с целью более интенсивного испарения влаги на начальной стадии сушки при использовании повышенной температуры ($t=180^{\circ}\text{C}$) с последующим ее снижением до 150°C (II этап) и 110°C (III этап) .

Определено, что проведение сушки мездры на I этапе при температуре 180°C в течение 0,5 часа приводит к испарению 51,5 % влаги от общего количества (43,3 %), что будет способствовать сокращению продолжительности дальнейшего технологического процесса. Вместе с тем, опытным путем выявлено, что сушка побочного сырья кожевенной отрасли при температуре 180°C более 0,5 часа не рекомендуется, т.к. приводит к излишне интенсивному испарению влаги из сырья, образованию «корочки подсыхания», что приводит к подгоранию мездры и затрудняет возможность ее дальнейшей сушки.

На следующем этапе исследований изучена возможность снижения температуры сушки мездры со 180 до 150°C . Установлено, что рациональная продолжительность технологического процесса сушки данного побочного сырья при 150°C на II этапе составляет 2,5 часа, что позволяет снизить содержание влаги в мездре с 43,3 % до 16,1 %, а также уменьшить температуру сушки данного сырья на III этапе до 110°C и проводить его досушивание до содержания влаги в продукции из мездры менее 10 % с учетом сохранения оптимальных показателей качества готовой продукции (рисунок 2). Определено, что продолжительность досушивания мездры при температуре 110°C на III технологическом этапе составляет 2 часа. При этом содержание влаги в готовой продукции из мездры находится на уровне 1,0 % (таблица 1).

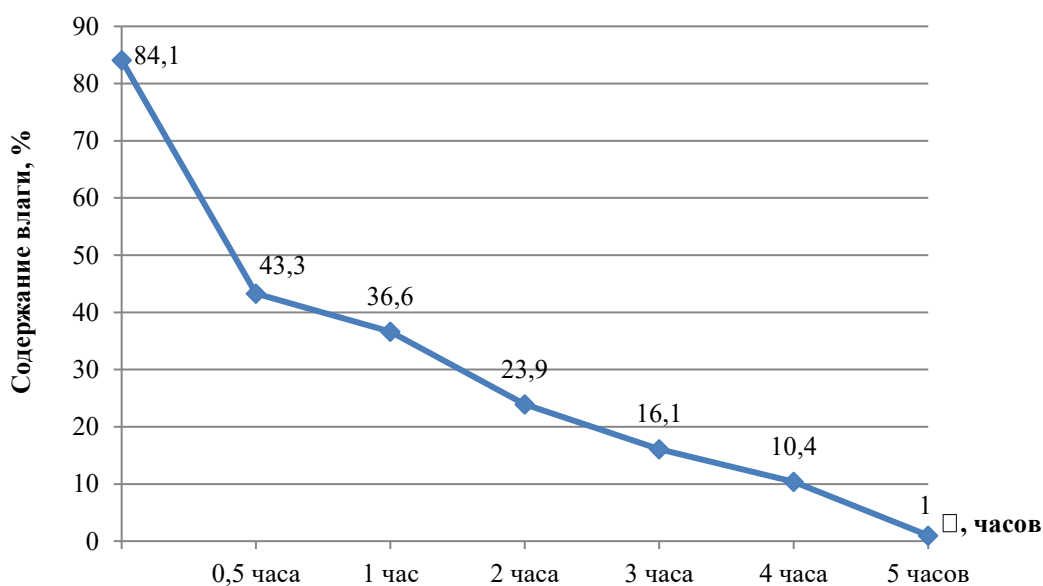


Рисунок 2 – Динамика снижения содержания влаги в мездре при сушке

Источник данных: собственная разработка.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема сушки мездры с использованием установленных рациональных технологических параметров (рисунок 3).

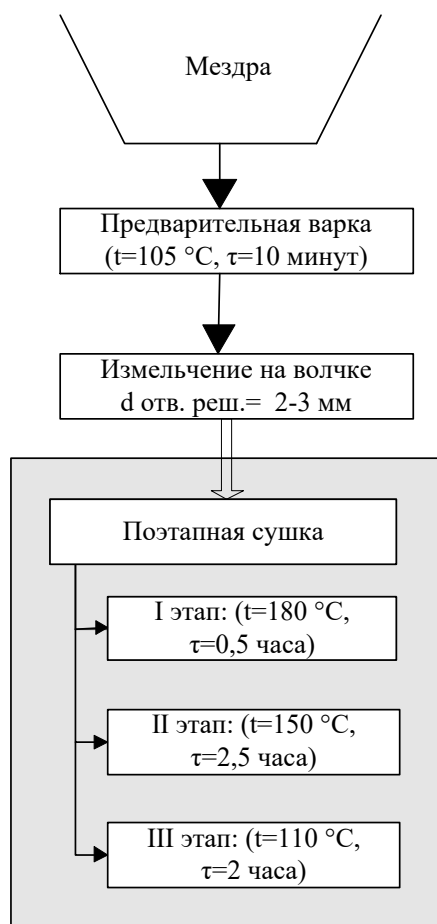


Рисунок 3- Технологическая схема сушки мездры с использованием рациональных параметров
Источник данных: собственная разработка.

Изготовлены экспериментальные образцы продукции из мездры (рисунок 4).



Рисунок 4 – Продукция из мездры, подвергнутая сушке с использованием установленных рациональных технологических параметров
Источник данных: собственная разработка.

Изучена пищевая и биологическая ценность, показатели безопасности продукции из мездры. Установлено, что содержание белка в продукции из мездры составляет 27,9 %, жира – 14,0 %, что позволяет обеспечить соотношение белок:жир в данном сырье 2:1 (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание белка, жира и влаги в продукции из мездры

Наименование сырья	Содержание		
	белка, %	жира, %	влаги, %
Продукция из мездры	27,9	14,0	1,0

Источник данных: собственная разработка.

Выявлено, что в составе продукции из мездры содержится 55,41 % мононенасыщенных жирных кислот, 1,76 % полиненасыщенных жирных кислот, в т.ч. линолевой кислоты – 1,42 % от суммы жирных кислот (27,4-356,0 % от регламентируемого содержания в 100 г сухого вещества кормовой продукции), 42,88 % насыщенных жирных кислот от суммы жирных кислот, в то время как соотношение ПНЖК:МНЖК:НЖК составляет 1:31,5:24,6, (ПНЖК+МНЖК):НЖК – 1:0,8, что позволит обеспечить присутствие в рационах питания животных эссенциальных жирных кислот при употреблении кормовой продукции из данного побочного сырья кожевенной отрасли (таблица 2).

Таблица 2 – Жирнокислотный состав продукции из мездры

Наименование показателя	Содержание, % от суммы жирных кислот
Полиненасыщенные жирные кислоты, в т.ч.:	1,76
-линолевая	1,42
-альфа-линоленовая	0,27
-цис 8,11,14-эйкозатриеновая	0,03
-C20:4+C20:3	0,03
-нервоновая	0,04
Мононенасыщенные жирные кислоты, в т.ч.:	55,41
-миристолеиновая	1,80
-пальмитолеиновая	7,77
-элаидиновая	0,42
-олеиновая	45,21
-гондоиновая	0,21
Насыщенные жирные кислоты, в т.ч.:	42,88
-каприловая	0,01
-декановая	0,07
-лауриновая	0,09
-миристиновая	3,19
-пентадекановая	0,43
-пальмитиновая	27,42
-маргариновая	0,76
-стеариновая	10,74
-арахиновая	0,10
-генэкозановая	0,03
-бегеновая	0,01
-лигноцериновая	0,03
Соотношение ПНЖК:МНЖК:НЖК	1:31,5:24,6
Соотношение (ПНЖК+МНЖК):НЖК	1:0,8

Источник данных: собственная разработка.

Определено, что содержание натрия в продукции из мездры составляет 1160,0 мг/100 г, кальция – 640,0 мг/100 г, железа – 530,0 мг/100г, фосфора – 220,0 мг/100 г, магния – 170,0 мг/100г, калия – 20,0 мг/100г (таблица 3).

Таблица 3 – Минеральный состав продукции из мездры

Наименование минеральных веществ	Содержание, мг/100 г	Регламентируемое содержание в 100 г сухого вещества кормовой продукции*, мг/100 г
Натрий	1160,0	Не менее 80,0
Кальций	640,0	Не менее 400,0
Магний	170,0	Не менее 40,0
Железо	530,0	Не менее 3,6
Фосфор	220,0	Не менее 260,0
Калий	20,0	Не менее 440,0

Источник данных: собственная разработка.

Примечание –* Регламентируемое содержание в 100 г сухого вещества кормовой продукции – согласно требованиям [8]

Вышеприведенные данные свидетельствуют о возможности применения продукции из мездры в качестве натриевых, кальциевых, магниевых и др. обогатительных добавок для животных после изучения биодоступности данных эссенциальных микронутриентов и влияния введения в рационы животных кормовой продукции на основе мездры на физиологические показатели их организма (таблица 3).

Установлено, что продукция из мездры, изготовленная в соответствии с установленными рациональными технологическими параметрами сушки, по показателям безопасности соответствует требованиям Ветеринарно-санитарных правил обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении кормов и кормовых добавок, утвержденных Постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 10 февраля 2011 г. № 10 (таблица 4) [9].

Таблица 4 – Показатели безопасности продукции из мездры

Наименование показателя	Нормируемое значение [9]	Фактическое значение
Содержание токсичных элементов, мг/кг:		
<i>ртуть</i>	Не более 0,2	0,024
<i>кадмий</i>	Не более 0,3	0,07
<i>свинец</i>	Не более 5,0	0,26
<i>мышьяк</i>	Не более 1,0	0,19
<i>фтор</i>	Не более 100,0	30,1
Содержание нитратов, мг/кг	Не более 400	73,0
Содержание нитритов, мг/кг	Не более 5,0	2,0
Кислотное число, мг КОН	Не более 30,0	14,17
Перекисное число, % J ₂	Не более 0,3	0,17
Токсичность	Не допускается	Не токсично
Общее микробное число, КОЕ/г	Не более 8,1×10 ⁴	5 × 10 ⁵
Наличие патогенных микроорганизмов:		
<i>сальмонеллы в 25,0 г</i>	Не допускаются	Не обнаружено
<i>анаэробы в 1,0 г</i>	Не допускаются	Не обнаружено
<i>энтерококки в 1,0 г</i>	Не допускаются	Не обнаружено
<i>бактерии рода протей в 1,0 г</i>	Не допускаются	Не обнаружено
<i>патогенные пастереллы в 25,0 г</i>	Не допускаются	Не обнаружено

Источник данных: собственная разработка.

Выводы. Таким образом, на основании проведенных исследований установлены рациональные технологические параметры сушки мездры для использования при изготовлении кормовых добавок и кормов для животных, включающие предварительную варку при температуре 105°C в течение 10 минут, измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, поэтапную сушку (при температуре 180°C в течение 0,5 часа, при температуре 150°C в течение 2,5 часов, при температуре 110°C в течение 2 часов).

Определено, что продукция из мездры, изготовленная в соответствии с установленными параметрами сушки, является значимым источником белка (27,9 %), жира (14,0 %), минеральных веществ – натрия (1160,0 мг/100 г), кальция (640,0 мг/100 г), железа (530,0 мг/100 г), фосфора (220,0 мг/100 г), магния (170,0 мг/100 г), а также полиненасыщенных жирных кислот (1,76 %, в т.ч. линолевой кислоты – 1,42 % от суммы жирных кислот), что подтверждает высокую пищевую и биологическую ценность данной кормовой продукции, а также позволяет рассматривать возможность ее применения в качестве натриевых, магниевых, кальциевых и др. обогатительных добавок для животных после изучения биодоступности данных эссенциальных микронутриентов и влияния введения в рационы животных кормовой продукции на основе мездры на физиологические показатели их организма.

Список использованных источников

1. Технологии первичной переработки продуктов животноводства : учеб. пособие / Г. М. Долженкова, З. А. Галиева, М. Б. Ребезов [и др.] ; под общ. ред. М. Б. Ребезова. – Алматы : МАП, 2015. – 120 с.
2. Левин, А. И. Определение безвредности отходов кожевенного производства для кормления животных / А. И. Левин, В. С. Касаткин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. – Т. 4. – № 12–1. – С. 29–31.
3. Паркалов, И. В. Биоотходы – ценное кормовое сырьё в звероводстве / И. В. Паркалов, М. В. Навныко // Кролиководство и звероводство. – 2019. – № 1. – С. 27–31.
4. Богданова, И. Е. Современные направления переработки коллагенсодержащих отходов кожевенного производства / И. Е. Богданова // Кожевенно-обувная промышленность. – 2007. – № 2. – С. 30–31.
5. Кравченя, Г. Н. Направления и возможности переработки отходов кожевенного производства / Г. Н. Кравченя, Е. И. Кордикова, А. В. Спиглазов // Труды БГТУ. Серия 2, Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2017. – № 2. – С. 220–226.
1. Tehnologii pervichnoj pererabotki produktov zhivotnovodstva [Technologies for primary processing of livestock products] : ucheb. posobie / G. M. Dolzhenkova, Z. A. Galieva, M. B. Rebezov [i dr.] ; pod obsh. red. M. B. Rebezova. – Almaty : MAP, 2015. – 120 s.
2. Levin, A. I. Opredelenie bezvrednosti othodov kozhevennogo proizvodstva dlya kormleniya zhivotnyh [Determination of the safety of leather waste for animal feed] / A. I. Levin, V. S. Kasatkin // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2006. – T. 4. – № 12–1. – S. 29–31.
3. Parkalov, I. V. Bioothody – cennoe kormovoe syryo v zverovodstve [Biowaste is a valuable feed raw material in animal husbandry] / I. V. Parkalov, M. V. Navnyko // Krolikovodstvo i zverovodstvo. – 2019. – № 1. – S. 27–31.
4. Bogdanova, I. E. Sovremennye napravleniya pererabotki kollagensoderzhashih othodov kozhevennogo proizvodstva [Modern trends in processing collagen-containing waste from leather production] / I. E. Bogdanova // Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost. – 2007. – № 2. – S. 30–31.
5. Kravchenya, G. N. Napravleniya i vozmozhnosti pererabotki othodov kozhevennogo proizvodstva [Directions and possibilities for processing leather production waste] / G. N. Kravchenya, E. I. Kordikova, A. V. Spiglazov // Trudy BGTU. Seriya 2, Himicheskie tehnologii, biotekhnologiya, geoekologiya. – 2017. – № 2. – S. 220–226.

6. Прокофьева, А. А. Белковые отходы как альтернативные источники белка в рационе / А. А. Прокофьева, А. В. Быков, О. В. Кван // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106, № 2. – С. 112–126.
7. Файвишевский, М. Л. Рациональное использование вторичных сырьевых ресурсов мясной промышленности и экологические проблемы отрасли / М. Л. Файвишевский // Практические и теоретические аспекты комплексной переработки продовольственного сырья и создания конкурентоспособных продуктов питания – основа обеспечения импортозамещения и продовольственной безопасности России : материалы 19-ой Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Василия Матвеевича Горбатова, г. Москва, 8–9 дек. 2016 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т мяс. пром ; редкол.: А. Б. Лисицын [и др.] – М., 2016. – С. 314–317.
8. Корма для непродуктивных животных. Общие технические условия = Кармы для непродуктивных живёл. Агульные техничныя ўмовы : ГОСТ Р 55453-2022. – Взамен ГОСТ Р 55453-2013 ; введ. с изм. 01.05.2024. – Мн. : Госстандарт : Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2024. – 44 с.
9. Об утверждении Ветеринарно-санитарных правил обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов : [утв. постановлением М-ва сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь от 10 фев. 2011 г. № 10 : вступ. в силу с изм. от 16 сент. 2014 г.]. – Мн. : Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Мн., 2014. – 38 с.
6. Prokofeva, A. A. Belkovye othody kak alternativnye istochniki belka v racione [Protein waste as alternative sources of protein in the diet] / A. A. Prokofeva, A. V. Bykov, O. V. Kvan // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. – 2023. – T. 106, № 2. – S. 112–126.
7. Fajvishevskij, M. L. Racionalnoe ispolzovanie vtorichnyh syrevyh resursov myasnoj promyshlennosti i ekologicheskie problemy otrasli [Rational use of secondary raw materials in the meat industry and environmental problems of the industry] / M. L. Fajvishevskij // Prakticheskie i teoreticheskie aspekty kompleksnoj pererabotki prodovolstvennogo syrya i sozdaniya konkurentosposobnyh produktov pitaniya – osnova obespecheniya importozamesheniya i prodovolstvennoy bezopasnosti Rossii : materialy 19-oj Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyash. pamyati Vasiliya Matveevicha Gorbatova, g. Moskva, 8–9 dek. 2016 g. / Vseros. nauch.-issled. in-t myas. prom ; redkol.: A. B. Lisicyn [i dr.] – M., 2016. – S. 314–317.
8. Korma dlya neproduktivnyh zhivotnyh. Obshie tehicheskie usloviya = Karmy dlya nepraduktyŭnyh zhyvyol. Agulnyya tehnichnyya ŷmovy [Food for non-productive animals. General specifications] : GOST R 55453-2022. – Vzamen GOST R 55453-2013 ; vved. s izm. 01.05.2024. – Mn. : Gosstandart : Bel. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2024. – 44 s.
9. Ob utverzhdenii Veterinarno-sanitarnyh pravil obespecheniya bezopasnosti kormov, kormovyh dobavok i syrya dlya proizvodstva kombikormov [Approval of Veterinary and Sanitary Rules for Ensuring the Safety of Feed, Feed Additives and Raw Materials for the Production of Compound Feed] : [utv. postanovleniem M-va selskogo hozyajstva i prodovolstviya Resp. Belarus ot 10 fev. 2011 g. № 10 : vstup. v silu s izm. ot 16 sent. 2014 g.]. – Mn. : Nac. pravovoj Internet-portal Resp. Belarus. – Mn., 2014. – 38 s.