

## Мясо яков, как перспективное сырье для производства мясопродуктов

Б. А. Баженова\*<sup>ORCID</sup>, Ю. Ю. Забалуева<sup>ORCID</sup>, М. Б. Данилов<sup>ORCID</sup>,  
И. А. Вторушина<sup>ORCID</sup>, Т. М. Бадмаева<sup>ORCID</sup>

ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет  
технологий и управления»,  
670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В

Дата поступления в редакцию: 07.08.2018  
Дата принятия в печать: 20.09.2018

\*e-mail: [bayanab@mail.ru](mailto:bayanab@mail.ru)



© Б. А. Баженова, Ю. Ю. Забалуева, М. Б. Данилов, И. А. Вторушина, Т. М. Бадмаева, 2018

**Аннотация.** В статье приведены сравнительные данные по динамике производства мясного сырья и потребления мясных продуктов в Республике Бурятия. Анализ данных показал, что в последние годы наблюдается стабильность и даже небольшое повышение уровня производства мяса и потребления мясных продуктов на душу населения. Показано, что основными источниками мясного сырья Республики Бурятия являются крупный рогатый скот, овцы и свиньи, а козы, лошади и яки составляют небольшую часть сельскохозяйственных животных региона и могут служить дополнительным источником ценного животного белка. Обзор литературы показал интерес ученых к исследованию пищевой ценности мяса яков для дальнейшего их использования в производстве мясопродуктов. Выявлено, что по пищевой и биологической ценности ячина сильно не отличается от говядины, но имеет особенности: жестковатое, темного цвета, со специфическим вкусом и запахом. Экспериментальные исследования позволили установить, что пищевая ценность мяса яков зависит от высоты обитания животных. Например, содержание полиненасыщенных жирных кислот тем больше, чем выше расположено место обитания яков. Содержание соединительнотканых белков, которые могут повлиять на консистенцию готового изделия выше на 12,1 % в мясе яков по сравнению с говядиной. Показано, что в ячине процесс гликолиза растянут по сравнению с говядиной почти на сутки. Более жесткое мясо, обусловленное повышенным уровнем соединительнотканых белков, и более темное - в связи с высоким содержанием миоглобина в ячине, вызывают необходимость учета данных факторов при производстве из них качественных мясопродуктов.

**Ключевые слова.** Мясо яков, экотипы, влага, белок, жир, соединительнотканый белок, гликоген, аминокислотный состав, жирнокислотный состав, водосвязывающая способность, усилие резания

**Для цитирования:** Мясо яков, как перспективное сырье для производства мясопродуктов / Б. А. Баженова, Ю. Ю. Забалуева, М. Б. Данилов [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 3. С. 16–33. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-16-33>.

Review article

Available online at <http://fptt.ru/>

## Yak Meat as a Lucrative Raw Material for Meat Products

B.A. Bazhenova\*<sup>ORCID</sup>, Yu.Yu. Zabalueva<sup>ORCID</sup>, M.B. Danilov<sup>ORCID</sup>, I.A. Vtorushina<sup>ORCID</sup>,  
T.M. Badmaeva<sup>ORCID</sup>

East Siberia State University of Technology and Management,  
40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia

Received: August 07, 2018  
Accepted: September 20, 2018

\*e-mail: [bayanab@mail.ru](mailto:bayanab@mail.ru)



© B.A. Bazhenova, Yu.Yu. Zabalueva, M.B. Danilov, I.A. Vtorushina, T.M. Badmaeva, 2018

**Abstract.** The present research features comparative data on the dynamics of meat production and consumption in the Republic of Buryatia. The analysis revealed stability and a slight increase in meat production and consumption per capita. The main sources of raw meat in Buryatia are cattle, sheep, and pigs, whereas goats, horses, and yaks make up a small part of farm animals in the region and serve as an additional source of valuable animal protein. The article contains a review of academic literature that showed a growing interest in yak meat studies, e.g. its nutritional value and use in meat products. The present research demonstrated that the nutritional and biological value of yak meat was similar to beef. However, yak meat proved to be tough, dark in color, and with a specific taste and smell. According to the experimental studies, the nutritional value of yak meat depends on the altitude of habitat. For instance, the higher the altitude, the larger the content of polyunsaturated fatty acids. The content of connective proteins, which can affect the consistency of the end product, was higher by 12.1% in yak meat than in beef. The experiment showed that the process of glycolysis in yak meat was 24 hours longer than in beef. The yak meat was tough due to the higher level of connective proteins, while its darker colour could be explained by the high content of myoglobin. These properties should be taken into account in the production of high-quality meat products.

**Keywords.** Yak meat, ecotypes, moisture, protein, fat, connective tissue protein, glycogen, AMI-acid composition, fatty acid composition, water binding capacity, cutting force

**For citation:** Bazhenova B.A., Zabalueva Yu.Yu., Danilov M.B., Vtorushina I.A., Badmaeva T.M. Yak Meat as a Lucrative Raw Material for Meat Products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 3, pp. 16–33. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-16-33>.

## Введение

Особенное значение в питании человека имеют мясо и мясные продукты. Они главные поставщики полноценных, высокоусвояемых белковых компонентов. За последние 5 лет в нашей стране выработка мяса непрерывно возрастала. Однако объемы изготовления продуктов мясоперерабатывающих компаний лишь на 84,5 % могут обеспечить общепринятые нормативы употребления мясных продуктов для физиологического удовлетворения запросов организма.

С целью наращивания объемов изготовления мясных изделий в некоторых районах используют импортируемое сырье, так как ощущается нехватка собственных ресурсов. По результатам 2012 года в Республике Бурятия произведено 36,5 тысяч тонн мяса. Одновременно ввезено 39,3 тысячи тонн мяса в убойном весе, что не может полностью решить вопрос недостатка мясного сырья. Именно поэтому исследования ученых мясной отрасли направлены на разработку ресурсосберегающих технологий с оптимальным использованием животного белка. Одним из направлений разрешения этого вопроса является создание рецептур и технологий производства мясных продуктов с применением мяса нетрадиционных видов животных.

Уделение особого внимания мясной отрасли животноводству в Бурятии обозначено в Постановлениях правительства Республики по развитию агропромышленного сектора, как одно из перспективных направлений экономики [17].

Мясной перерабатывающей отрасли в регионе уделяют особое внимание в связи с привычками питания коренного населения в сложных климатических условиях района и их традициями. Также это особенности природных, климатических, экологических условий, которые влияют на развитие скотоводства, как древнего занятия коренного населения.

Животноводы Республики Бурятия занимаются разведением и выращиванием крупного рогатого скота, овец, свиней, коней и яков. Мясо лошадей и яков имеет свои особенности разведения. Например, яки пасутся и обитают в условиях высокогорья, добывают под коркой снега себе корм, что делает их неприхотливыми, а разведение – рентабельным. В связи с этим перспективным является изучение пищевой ценности и функционально-технологических свойств ячины для направления ее на производство качественных мясных изделий.

## Объекты и методы исследования

Объектами изучений явились научные работы российских и зарубежных исследователей, в которых представлены результаты изучения пищевой и биологической ценности, функциональных и

технологических свойств мышечной ткани яков разных экотипов. Основным способом изучения является сравнение литературных данных и данных личных научных исследований по массовой доле белка, воды, жира, углеводов, микроэлементов и витаминов мяса яков, которые обитают в различных регионах. Также изучение функционально-технологических свойств ячины по сравнению с говяжьим мясом.

В ходе выполнения собственных экспериментальных исследований были использованы следующие методы для определения изучаемых показателей. Концентрацию ионов  $H^+$  определяли потенциометрическим методом [82]. Содержание влаги – методом высушивания до постоянного веса при температуре 103–105 °С (ГОСТ Р 51479-99), белка – методом, основанным на минерализации пробы по Кьельдалю, отгонки аммиака в раствор серной кислоты с последующим титрованием исследуемой пробы (ГОСТ 25011-81), жира – с помощью метода Сокслета (ГОСТ 23042-86), золы сжиганием навески до постоянного веса [8].

Массовую долю гликогена определяли антроновым методом, основанным на нагревании моносахаридов с неорганическими кислотами для перехода их в фурфурол (оксиметилфурфурол), который с антроном дает окрашенные вещества. Интенсивность окраски полученных растворов указывает на содержание углеводов [4].

Содержание соединительнотканного белка (коллагена) находили по количеству оксипролина (ГОСТ Р 50207-92).

Минеральный состав мышечной ткани мяса характеризовали по наличию и содержанию макро- и микроэлементов в соответствии с руководящими ГОСТами (ГОСТ 26927-86, ГОСТ 26930-86) и инструкциями (НСАМ 3х, 160х, 172х, 138х, 450хс). Содержание витаминов  $B_1$ ,  $B_2$ , РР изучали с помощью флуориметрического и химического методов на электронном флуориметре ЭФ-3М. Содержание витаминов А, Е – высокоэффективной жидкостной хроматографией.

Содержание токсичных элементов определяли атомно-абсорбционным методом по НСАМ 450хс, ГОСТ 26927-86, содержание пестицидов – полярографическим методом. Содержание цезия-137 и стронция-90 в мясе определяли в соответствии с МУК 2.6.1717-98. Массовую долю антибиотиков – экспресс-методом (МУК 4.2.026-95).

Для определения активности протеиназ использовали метод Ансона в модификации Е. Каверзневой. В данном методе изучают степень расщепления стандартных белков с образованием тирозина. В качестве субстрата использовали казеин [4].

Определение количества общих пигментов проводили по общепринятой методике, основанной

на экстрагировании пигментов мяса последовательно водным и солянокислым ацетоном с последующим фотоколориметрированием вытяжки при длине волны 540 нм в отношении солянокислого ацетона [8]. Количество форм пигментов определяли методом, основанным на экстракции пигментов ледяным фосфатным буферным раствором с измерением оптической плотности раствора при длинах волн 525, 545, 565 нм и расчетом количества трех форм миоглобина – дезоксимиоглобина, оксимиоглобина и метмиоглобина [27].

Аминокислотный состав белков мяса исследовали методом ионообменной колоночной хроматографии на приборе ААА-881, жирнокислотный состав – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе LC-10Avr (Шимадзу, Япония). Коэффициенты биологической ценности были получены расчетным методом.

ВСС определяли методом прессования по Грау-Хамму [4]. Потери массы при тепловой обработке определяли по разности массы образца до и после варки [4]. Метод определения количества капиллярной свободной влаги основан на определении количества воды, выделяемого из объекта исследования при прессовании. Количество связанной влаги (адсорбционной и осмотической) в мясе изучали после определения капиллярной влаги по кривой сушки/сушке навески в течение 120 мин при температуре 150 °С.

## Результаты и их обсуждение

### 1. Мясные сырьевые ресурсы Республики Бурятия.

В данной главе были изучены статистические данные по выработке мяса в Бурятии (табл.1).

Представленные цифры демонстрируют, что в 1990 г объем выработанного мясного сырья составил 72,2 тонны и был наибольшим за последние 25 лет. В 90-х годах, во время экономического кризиса, сельское хозяйство находилось в упадке, поэтому производство мяса уменьшилось практически в два раза. В следующие 6 лет производство мяса

Таблица 1 – Выработка мяса по годам в Бурятии

Table 1 – Production of meat by year in Buryatia

Год	Количество мяса в убойном весе, (тыс. т)
1990	72,2
2000	36,1
2005	30,5
2006	28,2
2007	28,3
2008	28,8
2009	30,7
2010	28,1
2011	28,2
2012	31,2
2013	33,6
2014	45,2
2015	43,6
2016	41,7
2017	43,5

сокращалось почти до 2006 года и составило только 28200 тонн.

Из данных таблицы видно, что с 2011 года происходит увеличение степени производства мясного сырья. В 2013 году выработка мяса в Бурятии составила 33600 тонн. Это ниже уровня значения показателя в 1990 году на 56 %.

В таблице 2 приведены значения по производству мяса в Бурятии.

Данные свидетельствуют, что в 2010 году наблюдается понижение общего объема выработки всех видов мяса в живом и убойном весе, если сравнивать с данными по 2000 году [18].

В таблице 3 приведены данные по изготовлению и употреблению мясопродуктов на единицу населения.

Из данных таблицы 3 видно понижение не только объемов производства мяса с 72,2 кг в 1990 году до 28,1 кг в 2010 году, но и употребление мяса и мясных продуктов на единицу населения с 74,1 кг до 63,2 кг (табл. 3) [18]. В последующем, начиная с 2013, видно увеличение уровня изготовления мяса.

Анализ результатов таблицы 2 демонстрирует, что в Бурятии главными источниками мяса служат крупный рогатый скот и свиньи, дополнительным – овцы, а козы, яки и лошади представляют лишь небольшую часть общего количества сельскохозяйственных животных региона.

Основная часть местного скота является коренной породы, сформировавшейся в особых природных

Таблица 2 – Производство скота и птицы в Республике Бурятия

Table 2 – Production of cattle and poultry in Buryatia

Показатели	Годы				
	2000	2005	2010	2015	2017
Ввозимое мясное сырье на перерабатывающие предприятия в РБ, тыс. т	16,7	13,0	14,3	13,6	10,5
Собственное производство мяса в РБ, тыс. т	36,3	30,6	28,1	39,7	43,5
в том числе:					
говядина	18,61	18,52	17,72	23,84	24,1
свинина	13,92	9,31	7,65	10,8	16,6
мясо птицы	9,51	1,02	0,23	0,41	0,17
мясо овец и коз	8,84	1,53	1,31	1,34	1,4
конина	1,31	1,32	1,51	1,63	1,2
мясо яков	0,51	0,62	0,71	0,84	0,85

Таблица 3 – Производство и употребление мяса

Table 3 – Production and consumption of meat in Buryatia

Показатели	Годы						
	1990	2000	2005	2010	2013	2015	2017
Производство мяса, кг	72,2	36,1	30,5	28,1	33,6	43,6	43,5
Потребление, кг	74,1	50,2	53,3	63,2	68,1	67,4	66,1

условиях Бурятии с учетом всех процессов как естественного, так и искусственного отбора [20].

2. *Мясо яков – сырье для производства мясопродуктов.* В ходе исследований был проведен обзор литературы по вопросам постановки проблем разведения, выращивания и продуктивности яков, а также качества мяса яков, обитающих в разных регионах. Материал, приведенный в разделе 2, может показать перспективность мяса nomadных животных яков для производства мясопродуктов.

Анализ литературы прежде всего показал, что развитие яководства является рациональным направлением оптимального использования животного сырья, которое может поспособствовать повышению конкурентоспособности мясных изделий. Некоторые зарубежные предприятия из Европы и стран Ближнего Востока выказывают повышенный интерес к приобретению мяса яков и изготовлению из него мясных изделий для поставок на внутренние рынки [2].

Як (*Bos mutus*) относится к млекопитающим из рода быков обширного семейства полорогих (рис. 1). Яки отличаются от особей крупного рогатого скота наличием шерстного длинного покрова, небольшого горба в районе холки, своеобразной хвостовой частью, короткой крепкой шеей, чрезвычайно развитой грудной части. Яки по сравнению с особями крупного рогатого скота более приземисты, характеризуются крепким и широким лбом, наличием развитых рогов на задней части головы [1, 5, 13]. Яков разводят в регионах высокогорья таких государств, как Россия (Бурятия, Тыва), Китай, Монголия, Киргизия, Таджикистан, страны Северного Кавказа, Индия, Афганистан, Пакистан [2, 3, 5–7, 10–16, 20, 21, 23–26, 28, 29].

В настоящее время можно насчитать больше пятнадцати миллионов одомашненных яков. В основном они обитают в Китайской республике – около двенадцати миллионов, в Монголии – более 900 тысяч животных. Анализ литературных данных показал, что в таких странах, как Бутан, Индия, Непал, содержится более двух с половиной миллионов яков. Яки долговечны, по сравнению с особями крупного

рогатого скота, живут до тридцати лет, однако, применимы для нужд примерно до двадцати лет.

В высокогорьях Бурятии (Восточные Саяны) находятся хорошие пастбища для разведения яков, их разводят наряду с другими видами сельскохозяйственных животных достаточно давно. Для коренного населения разведение яков, которые хорошо приспособлены к климатическим условиям высокогорного региона, является подспорьем, а иногда и основным источником дохода [14].

Целесообразность разведения яков можно обосновать возможностью круглогодичного содержания их на пастбищах на подножном корму, что влечет низкие затраты на заготовку кормов, а также отпадает необходимость строительства загонов и крытых помещений для животных [1, 13].

Позитивным моментом пастбищного разведения яков является исключение стрессовых факторов для животных. Это содействует исключению вероятности возникновения дефектов мясного сырья типа PSE и DFD.

Выявлено следующее: при одинаковых условиях выработки себестоимость ячины почти в три раза ниже себестоимости говядины, что обусловлено более низкими затратами на разведение и содержание яков [20].

В регионах России, где обитают яки, ученые изучают такие вопросы, как этиология, продуктивность животного, условия и факторы, влияющие на высокопродуктивное разведение яков. В работе [7] приведены данные по изучению акклиматизации и адаптации яков в Северо-Кавказском регионе, в работе [25] представлены результаты экспериментальных исследований биологических характеристик яков разных экологических районов Республики Тыва. В работе [24] представлен анализ экологического районирования разведения яков в Чеченской Республике.

Далее, проанализированы работы, в которых изучены показатели качества мышечной ткани яков различного экотипа. Например, в Кабардино-Балкарии исследовали морфобиологические особенности и пищевую ценность мясных и жировых продуктов из яков в зависимости от пастбищных условий [22]. В Кыргызстане изучены влияние возраста и пола на химический состав, технологические и органолептические показатели ячины, внедрена система менеджмента качества мясопродуктов [1].

Научные исследования, связанные с яками Бурятии, посвящены в основном биологическим вопросам, вопросам поведения, разведения, скрещивания яков. Также представлены данные морфофункциональных свойств при онтогенезе, рассмотрены вопросы популяционной изменчивости, рассчитана продуктивность животных и изучены направления для рациональной охраны популяции яков [5, 9, 14, 16, 20].

Для эффективной и рациональной работы мясоперерабатывающей промышленности огромное



Рисунок 1 – Як окинский  
Figure 1 – A yak bull of Okinsky breed

значение имеет убойный выход мясного сырья. Этому показателю посвящены многие эксперименты сотрудников сельскохозяйственных учреждений, которые изучают влияние разных факторов на продуктивность яков. Эксперименты по изучению продуктивности яков ниже средней упитанности, обитающих в Киргизии, выявили, что выход мяса яков составил 44,1–46,8 %. Масса живого веса яков-кастратов ниже средней упитанности составила при возрасте полтора года 130,5 кг, двух с половиной – 192,3 кг, старше двух с половиной – 345 кг. Невысокую мясную продуктивность яков авторы объясняют скудным кормом в зимнее время [1].

Исследован выход при убое яков, обитающих в Кыргызии, в другой работе [23]. Автор показал, что в возрасте полтора-два с половиной года масса яков-кастратов составила 275 кг, в возрасте пяти с половиной-шести лет – 458 кг, убойный выход составил 59,8–61,2%.

В диссертационной работе [1] проведены широкие эксперименты по изучению влияния возраста животных, их пола, а также возраста на мясную продуктивность киргизских яков.

Установлено, что невысокая масса живого яка обеспечивает не маленький выход мяса на кости. Это можно объяснить особенностями анатомии туловища. Яки характеризуются, по сравнению с коровами, меньшим размером черепа, более коротким хвостом, короткими конечностями, более развитой грудной частью из-за наличия еще одной пары ребер. Также у этих животных внутренние органы имеют меньшие размеры, их процентное отношение составляет 10–13 % к общей массе.

В тушах средней и высокой упитанности выявлен более высокий выход мяса, который составил больше 52 %, выход мяса в тушах нижесредней упитанности – 45,5–47,4 % [1].

Изучение в работе [25] тувинских яков позволило выявить, что применение дальних альпийских и субальпийских пастбищ с целью выпаса животных в летний период позволяет повысить продуктивность сельскохозяйственных животных.

Авторы [3] исследовали выход мяса и субпродуктов яков, которые обитают в высокогорных регионах Алтайского края России. Авторами установлено, что в зависимости от упитанности животных, выход ячины выше на 1,4–2,7 % по сравнению с выходом мяса коров. Выход субпродуктов первой и второй категории (на момент исследований авторов действовала классификация по категориям) незначительно, но все-таки ниже выхода соответствующих субпродуктов КРС. Автором показано, что выход жировой ткани яков II категории и тощих на 0,75 и 0,32 % ниже выхода сырого жира от КРС соответствующей категории.

Автором [24] были проведены эксперименты по изучению продуктивности яков, обитающих в высокогорье Чечни. Автор свидетельствует о том, что на выход мяса на кости основное влияние оказывают сроки и продолжительность нагула массы, качество пастбищного корма, а также

технология их содержания. Численность групп, которые вместе нагуливают массу, влияет на привес. Например, нагул животных в период пяти месяцев небольшими группами в тридцать голов позволяет получить суточный прирост массы около 560–640 гр, при этом можно достигнуть повышения упитанности до высшей категории. Разведение животных многочисленными стадами (по сто голов) может привести к уменьшению скорости роста привеса. Выход мяса на кости при этом составил 44,4–45,8 %.

Исследованы влияние условий обитания яков в высокогорье Кабардино-Балкарии на уровень продуктивности животных [22]. В работе показаны экспериментальные данные, которые свидетельствуют, что в возрасте трех лет молодняк имеет живую массу 382,5 кг, массу убойной туши – 194,3 кг. Выход составил 50,12 %. В работах [16, 20] изучали мясную продуктивность яков и пищевую ценность мяса окинских яков. Авторами экспериментально установлено, что убойный выход туш от животных мужского пола в возрасте восемнадцать месяцев составляет 51,3 %.

В следующей работе [14] автором экспериментально изучены значения продуктивности не только бурятских яков, но и гибридов. По результатам эксперимента установлено, что значение убойного выхода мяса на кости яков немного ниже, чем соответствующий показатель у гибридных животных.

В следующих научных материалах приведены результаты эксперимента ученых по исследованию и анализу данных пищевой и биологической ценности мяса яков, которых разводят в различных районах страны [1, 2, 10, 11, 14, 15, 21, 24].

Выявлено, что более полные эксперименты по изучению показателей химического состава и органолептических характеристик ячины проведены по якам, обитающим в Кыргызии. Полученные данные достоверно и убедительно представлены в работе [1]. Отмечено, что содержание белковых веществ в мясе молодых животных составило около 20,4–22,1 % (в зависимости от степени упитанности), в мясе взрослых животных 20,4–22,4 %. Общее количество внутримышечных липидов в мясе животных высшей упитанности составило около 3,4–3,5 %. По микронутриентному составу мясо киргизских яков характеризуется более высоким содержанием таких элементов, как железо, натрий и калий, но более низким содержанием магния. Ценность мяса киргизских яков обеспечена относительно высоким количеством микроэлементов марганца (0,014–0,015 мг %), цинка (2,5–2,8 мг %) и железа в пределах 5000,0–6300,0 мкг % [1].

Алымбеков К. А. в другой своей работе [2] установил более низкую биологическую ценность мышечной ткани яков разного возраста, но одной упитанности (средней). Значение БЦ составило 75,1 %, что ниже по сравнению с БЦ говяжьей мышечной ткани. Автор связывает полученный результат с более высоким содержанием в ячине соединительной ткани.

В работе [1] были изучены вопросы ароматообразования мяса яков. Автор подтвердил участие следующих веществ в образовании вкуса и аромата мяса: аминокислот, таких как аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, серин, а также летучих жирных кислот, которые могут придавать мясу особенный, кислый привкус.

Изучение органолептических показателей термообработанного мяса яков выявило, например, устойчивость специфического аромата, вкуса и запаха ячины, которые больше характерны для мясного сырья от диких животных. Замечен более насыщенный темный цвет, в сравнении с мясом КРС, который может усиливаться в процессе его хранения. Особенностью является более насыщенный желтый цвет липидной части. Окраска бульона из мяса старых животных более желтого цвета, чем из мяса молодых.

Изучение структурных показателей мяса кыргызских яков выявило, что консистенция мяса имеет жестковатую структуру. Образцы мяса получили баллы в пределах 7,3–7,6, однако, общая балловая оценка ячины была неплохой. Автор выдвигает предположение о том, что суровые климатические и природные условия, а также обитание в высокогорных местах, может вызвать формирование дополнительной соединительной ткани в виде хрящей и сухожилий для нормального функционирования организма, что в свою очередь, может вызвать жесткую консистенцию ячины [1].

В проанализированных работах [7, 21, 24] изучены такие характеристики, как содержание основных компонентов мяса, биологическая эффективность мяса яков, обитающих в высокогорье Северного Кавказа. Показано, что содержание белковых веществ составило 22,5 %, липидов 6,8 %, при этом расчетная

энергетическая ценность мяса – 1449,6 калорий [7].

Автор в статье [24] показал результаты изучения содержания основных компонентов мяса яков, обитающих в Чечне. Полученные автором экспериментальные данные позволили установить содержание белковых соединений (22,1–23,7 %), липидных (8,2–11,3 %), влаги (64,4–69,2 %). Выявлено влияние времени забоя на содержание основных компонентов мяса. Например, в мясе бычков, забитых в январе, содержание воды составило 72,7 %, белкового компонента – 21,2 %, липидного – 6,04 %, минеральных веществ – 1,04 %. При забое в апреле месяце замечено увеличение в мышечной ткани массовой доли влаги до 76,1 %, снижение белка до 19,6 %, липидов до 4,36 %. Полученные данные показали, что в весенне-зимний отрезок времени у бычков наблюдается снижение убойного веса и значений показателей, характеризующих пищевую ценность мяса [24].

Изучены [22] для яков, обитающих в Кабардино-Балкарии, состав белков мяса. Автором установлено, что увеличение на пастбище доли растений с низкой пищевой ценностью приводит к понижению содержания незаменимых аминокислот на 35,1%, заменимых – на 20,1%. Снижение выхода мякотной части туши может быть связано с присутствием в мясе высокого содержания соединительной ткани.

В работе [19] исследовано мясо яков, которые обитают в высокогорьях региона Карачаево-Черкессии. Установлено, что мясо женских и мужских особей яков отличалось высоким содержанием белковых веществ (21,8–22,1 % к общей массе образца) при низких жировых отложениях – у взрослых особей женского пола только 2 %. Также отмечена интенсивная темная окраска мышечной ткани яка. Автор связывает это с повышенным

Таблица 4 – Аминокислотный состав мяса яков (г/100 г белка)

Table 4 – Amino-acid composition of yak meat (g / 100 g of protein)

Наименование аминокислот	Название экотипа				
	алтайский	бурятский	тяньшанский	памирский	монгольский
Изолейцин	3,54	3,65	4,02	4,57	3,67
Валин	4,32	4,61	4,83	5,32	4,67
Лейцин	6,71	6,39	7,30	7,85	6,75
Метионин	2,21	2,17	2,46	2,39	2,18
Лизин	10,74	9,62	9,51	10,79	10,46
Триптофан	1,11	1,19	1,36	1,35	1,25
Треонин	4,79	4,97	5,60	3,54	4,70
Фенилаланин	3,81	3,78	4,20	4,12	4,03
Сумма НАК	37,23	36,38	39,28	39,93	37,71
Аланин	7,31	6,87	6,64	8,58	6,98
Аспарагиновая	8,61	9,64	8,90	6,51	8,68
Аргинин	8,62	8,11	7,16	11,54	8,81
Глутаминовая	14,79	15,25	14,49	9,15	14,63
Гистидин	5,41	5,63	5,59	5,60	5,11
Серин	4,31	3,74	3,67	2,71	4,34
Глицин	5,89	6,98	6,67	6,30	5,73
Тирозин	3,09	2,89	3,10	4,19	3,35
Пролин	4,61	4,47	4,51	5,50	4,64
Сумма ЗАК	62,64	63,58	60,73	60,08	62,27

содержанием гемоглобина в крови животного в связи с его обитанием в условиях высокогорья.

Таким образом, обзор показал интерес ученых к исследованиям вопросов биологических особенностей, вопросов поведения, разведения, скрещивания яков. В научных трудах представлены данные морфофункциональных характеристик онтогенеза, популяционной конформации, мясной продуктивности, охраны популяций яков и результаты изучения пищевой ценности.

**3. Сравнительный анализ аминокислотного и жирнокислотного составов мяса яков разного экотипа.** В работе [15] авторами проведены сравнительные исследования аминокислотного и жирнокислотного составов мяса яков разных экотипов. Данные представлены в таблице 4.

Данные таблицы 4 показывают, что в мясе яков разных экотипов преимущественно содержатся следующие аминокислоты: лейцин, лизин – незаменимые, а также аргинин, аспарагиновая и глютаминовая кислоты – заменимые.

Представленные данные свидетельствуют о том, что состав аминокислот мышечной ткани яков разных экотипов близок к эталонному белку. Если проанализировать соотношение незаменимых и заменимых аминокислот, то можно сделать вывод о том, что значение соотношения наибольшее в мясе памирских (0,67) и тьянь-шаньских (0,66) яков. Значение анализируемого показателя ниже в мышечной ткани алтайских, бурятских и монгольских яков. В этих образцах соотношение незаменимых и заменимых аминокислот практически одинаковое и составляет 0,57–0,62.

Эти же авторы в следующей работе представили экспериментальные данные по исследованию состава жирных кислот, содержащихся в липидах яков различных экотипов. Результаты приведены в таблице 5. Представленные данные свидетельствуют о том, что липидная ткань яков содержит на 6,1 % больше ненасыщенных жирных кислот, при этом, по сравнению с говяжьим жиром, в четыре раза выше уровень полиненасыщенных жирных кислот. Можно предположить, что факторами экстенсивного накопления полиненасыщенных кислот у яков являются суровые природно-климатические условия их обитания, которые могут обеспечить ускоренные обменные процессы, в первую очередь за счет наиболее подвижных ненасыщенных кислот [11].

Авторы [11] также представили результаты экспериментальных исследований показателя содержания летучих жирных кислот (табл. 6).

Данные таблицы 6 свидетельствуют о том, что в мышечной ткани яков различных экотипов содержание летучих жирных кислот меняется от 45,6 до 54,04 %. Во всех исследуемых образцах достаточно высокий уровень уксусной кислоты. Также отмечено повышение количества летучих жирных кислот в исследуемых образцах при увеличении высоты обитания животных. Высокий уровень уксусной кислоты можно связать с более интенсивным метаболизмом у высокогорных животных, ввиду подвижного обмена веществ через ацетил-КоА путь [11].

В другой статье [13] ученые занимались изучением саянских яков. Были представлены результаты исследования компонентного состава длиннейшей

Таблица 5 – Жирнокислотный состав жира яков разных экотипов (%)

Table 5 – Fat-acid composition of yak fat according to ecotype (%)

Наименование кислоты	Название экотипа				
	алтайский	бурятский	тяньшанский	памирский	монгольский
C <sub>14:0</sub>	2,05	1,92	1,91	1,71	1,91
C <sub>15:0</sub>	0,27	0,17	0,15	0,25	0,21
C <sub>16:0</sub>	23,69	23,1	20,61	18,41	21,18
C <sub>16:1</sub>	1,81	1,82	2,01	2,19	1,91
C <sub>16:2</sub>	1,29	1,25	1,39	1,71	1,51
C <sub>18:0</sub>	20,41	19,71	20,58	20,01	20,14
C <sub>18:1</sub>	36,51	38,41	35,71	35,28	38,11
C <sub>18:2</sub>	5,25	5,02	6,71	8,11	6,11
C <sub>18:3</sub>	4,25	4,21	6,00	5,39	4,32
C <sub>20:0</sub>	2,31	2,09	2,00	2,01	1,60
C <sub>20:4</sub>	2,00	2,00	2,90	4,19	2,60
НенЖК	51,12	52,70	54,10	57,50	54,50

Таблица 6 – Содержание летучих жирных кислот в мышечной ткани яков разных экотипов (мг/100 г)

Table 6 – The content of volatile fatty acids in the muscle tissue of yaks according to ecotype (mg / 100 g)

Наименование кислоты, %	Название экотипа				
	алтайский	бурятский	тяньшанский	памирский	монгольский
C1-муравьиная	5,03	4,93	6,23	7,42	6,42
C2-уксусная	32,39	32,75	36,04	41,49	33,81
C3-пропионовая	8,61	9,85	11,38	12,24	10,53
C4-масляная	следы	следы	следы	следы	следы
Сумма кислот	46,39	45,60	54,04	61,67	51,17

мышцы спины кастрированных яков (30–32 мес.), рожденных весной. Были получены следующие показатели: массовая доля воды составила 72,9 %, белковых веществ – 23,7 %, липидов – 1,95 %.

При изучении в работе [16] мышечной ткани окинских яков-бычков в возрасте восемнадцати месяцев, были получены следующие данные: содержании воды 74,5 %, белка – 22,5 %, жира – 1,98 %, минеральных веществ – 1,13 %.

В Бурятии развитие яководства направлено на разведение животных мясных пород, так как этому хорошо способствуют факторы разведения и содержания яков. Факторы следующие: наличие продуктивных пастбищ и большой исторический опыт коренного населения в вопросах nomadic животноводства в высокогорье [5]. Яков в Республике разводят в Окинском и Закаменском районах. Популяции содержатся в изолированных условиях, нет возможности для смешения с животными родственными популяций яков, что обусловило формирование особого экотипа яков – бурятского.

Известно, что в середине девяностых годов, в период экономического упадка, во время распада колхозов и совхозов, сократилось количество разводимых яков. Например, в 1998 году их осталось около трех тысяч животных [19].

Население и руководство Окинського района постарались сохранить племенных животных и в настоящее время яков можно насчитать более четырех тысяч. В регионе, где расположен Окинский район, наибольшая высота достигает 3400 метров над уровнем моря. В таких условиях была выведена и зафиксирована новая порода яков «Як домашний, порода окинская».

*4. Результаты собственных исследований показателей безопасности, химического состава и биологической ценности мяса окинских яков.* Проведенный анализ доступной литературы по показателям безопасности и химического состава мяса яков показал, что по показателям пищевой и биологической ценности ячина схожа с говядиной, но имеет такие особенности, как более жесткое, чуть темнее, обладает характерным вкусом. Также показано, что факторы и условия высокогорного разведения яков могут повлиять на качественный состав аминокислот и жирных кислот.

Собственными исследованиями были определены показатели безопасности ячины,

Таблица 7 – Показатели безопасности мяса яков

Table 7 – Safety indicators of yak meat

Наименование показателя	ПДК, не более	Значение показателя
Токсичные элементы, мг/кг	Свинец	0,5
	Мышьяк	0,1
	Кадмий	0,05
	Ртуть	0,03
Антибиотики, ед/г	Левомецетин	Не доп. Не обнаружено
Радионуклиды, Бк/кг	Цезий -137	160 менее 25
	Стронций -90	50 менее 45

так как экологическая безопасность животного сырья обусловлена экологической обстановкой в местах содержания яков. Результаты исследования показателей безопасности ячины видны в таблице 7.

Полученные данные (табл. 7) свидетельствуют о низком содержании токсичных элементов и радионуклидов в мышечной ткани – в пределах допустимых нормативными документами. Это может служить подтверждением экологической чистоты высокогорья Окинського района. Что более всего характерно для мышьяка и свинца – меньше, чем на порядок по сравнению с ПДК, а содержание цезия 137 – в восемь раз.

В ячине не выявлено пестицидов, наверно потому, что яков разводят на естественных пастбищах, в формировании которых человек не принимает участия. Номадное разведение животных и отсутствие их скученности обуславливает повышенный иммунитет яков, что может способствовать снижению вероятности распространения болезней. Вероятно, поэтому в ячине не обнаружено антибиотиков.

Далее исследовали безопасность печени яков как органа, который способствует обезвреживанию веществ, вредных для организма животного. Данные представлены в таблице 8.

Анализ данных таблицы 8 свидетельствует о том, что количество токсичных элементов в печени выше, чем в мясе, однако все же значительно ниже ПДК. В печени антибиотики и пестициды тоже не обнаружены. Соответствие печени нормативным требованиям по безопасности может говорить о том, что остальные субпродукты также безвредны в части показателей безопасности.

Далее были исследованы показатели компонентного состава мяса окинских яков (табл. 9).

В научных работах [11, 15] показаны сравнительные экспериментальные данные по мышечной ткани яков, обитающих в различных регионах, в зависимости от половых и возрастных признаков.

Вывод автора заключается в следующем: общее содержание фосфолипидов, соединительнотканых белков и ненасыщенных жирных кислот в ячине возрастает в следующей последовательности их расположения: бурятские – алтайские – монгольские – тьянь-шаньские – памирские. Эта последовательность

Таблица 8 – Показатели безопасности печени яков

Table 8 – Safety indicators of yak liver

	ПДК, не более	Печень яков
Токсичные элементы, мг/кг		
Свинец	0,6	0,04
Мышьяк	1,0	0,04
Кадмий	0,3	0,03
Ртуть	0,1	следы
ДДТ и его метаболиты	0,1	Не обнаружено
Радионуклиды, Бк/кг		
Цезий 137	160	менее 25
Стронций -90	50	менее 45

Таблица 9 – Содержание основных компонентов в сырье

Table 9 – Content of the main components in raw materials

Содержание, %	Виды мясного сырья				
	Мясо яков (место обитания)				Мясо крупного рогатого скота*
	Окинский район РБ	Закаменский район РБ*	Монголия*	Кыргызстан*	
Влага	71,26 ± 1,81	72,32	74,52	71,43	72,13
Белок, в т.ч.	21,54 ± 0,92	23,78	21,28	20,20	20,07
-соединительно- тканый белок	2,16 ± 0,14	–	–	2,27	1,85
Углеводы (гликоген)	1,87 ± 0,32	–	–	3,12	0,94
Липиды	4,22 ± 0,14	2,79	3,18	4,11	5,91
Зола	1,12 ± 0,07	1,11	1,02	1,13	1,08

\*литературные данные

напрямую связана с высотой разведения и обитания яков. В таблице 9 представлено количество основных компонентов в мясе разных пород и экотипов яков.

Как видно из экспериментальных данных таблицы 9 в ячине содержание влаги, белка, углеводов, липидов и микроэлементов несколько различается в зависимости от экотипа животных.

Например, наибольшее содержание жира отмечено в мясе яков окинской породы (4,23 %) и яков Кыргызстана (4,11 %). Возможно, оказывают влияние условия высокогорья: чем выше расположено место обитания животных, тем суровее условия.

Если рассматривать массовую долю белковых веществ, то можно отметить, что во всех исследуемых образцах ее значение примерно одинаково и составляет от 20,2 до 23,78 %. При этом важно отметить, что содержание соединительнотканых белков выше в мышечной ткани яков, чем в говяжьей (на 17,7 %). Скорее всего, данный факт связан с особенностями обитания яков – необходимостью постоянно перемещаться, совершая физические движения, что обуславливает развитие тканей, содержащих соединительную ткань (сухожилия, хрящи, динамические мышцы и т.д.).

Для доказательства наличия повышенного содержания соединительной ткани в составе мышц был изучен структурный показатель вареных образцов (усилие резания) мяса яков по сравнению с изучаемым

показателем в мясе крупного рогатого скота. Полученные результаты приведены на рисунке 2.

Значение усилия резания образцов мяса окинских яков составляет  $3,93 \times 10^2$  Н/м, что ниже исследуемого показателя в конском мясе на 5,34 % и выше, чем в говяжьем на 13,4 %.

Значимость мясного сырья для алиментарного/элиментарного функционирования организма человека обусловлена наличием белков, жиров и их количеством. Большое значение имеют микроэлементный и витаминный составы. Данные таблицы 10 демонстрируют экспериментальные данные по изучению минерального состава мяса окинских яков.

Для создания высокой пищевой ценности продуктов большое значение приобретает соотношение между элементами кальция и фосфора. Выявлено, что это соотношение составляет в ячине 1:12, в говядине – 1:18, тогда как рекомендуемое значение имеет вид 1:0,8. Известно, что мясному сырью характерно неблагоприятное соотношение данных элементов. Для достижения необходимого соотношения при разработке рецептов мясных изделий можно увеличить внесение кальция, например, использованием растительного сырья.

Также важным соотношением является кальция к магнию, которое рекомендуется как 1:0,6. Экспериментально установлено, что в мясе яков это соотношение составляет 1:5, в мясе крупного рогатого скота – 1:2.

Мясное сырье является основным поставщиком макроэлемента железа, которое из мяса и мясных изделий усваивается на 30 %, в то время, как из растений всего на 10 %. Нехватка железа в организме человека может вызвать нарушение хода ферментативных реакций в организме, снижение иммунитета, слабость, ухудшение состояния кожи, волос, ногтей и т. д. Анализ полученных данных, представленных в таблице 10, показал, что в мясе окинских яков – на 20,4 % больше содержание железа по сравнению с его содержанием в говяжьем мясе.

Железо в мясе содержится в составе белков миоглобина и гемоглобина. Высокое содержание элемента железа в составе саркоплазматических белков миоглобина в мышечной ткани яков способствует более темной окраске мяса яков

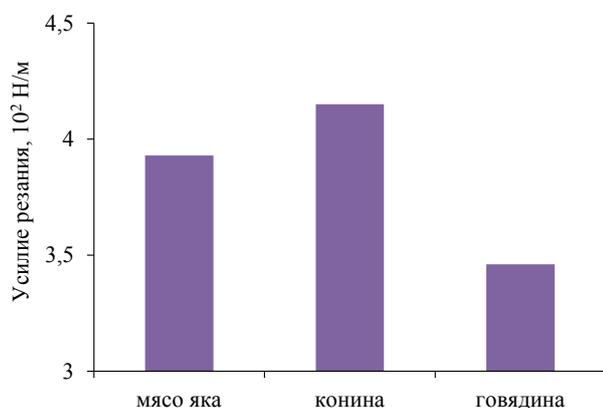


Рисунок 2 – Усилие резания вареного мяса

Figure 2 – Cutting force of boiled yak meat, horse meat, and beef

Таблица 10 – Сравнительная характеристика минерального состава мясного сырья  
Table 10 – Comparative characteristics of the mineral composition of raw meat

Показатель	Мясо яков окинских	Говядина	Суточная норма
Зола, %	1,21	1,12	–
Содержание макроэлементов, мг/100 г			
Кальций (Ca)	11,62	10,22	1000
Калий (K)	357,51	355,44	2500
Магний (Mg)	20,33	22,25	40
Натрий (Na)	52,72	73,62	1300
Сера (S)	214,21	230,21	1000
Фосфор (P)	175,63	188,35	800
Хлор (Cl)	–	59,16	5000–6000
Содержание микроэлементов, мкг/100 г			
Железо (Fe)	3370,4	2800,2	10000–18000
Йод (I)	–	7,22	150
Кобальт (Co)	5,12	7,53	100–200
Марганец (Mn)	33,05	35,66	5000
Медь (Cu)	192,21	182,65	1000
Молибден (Mb)	3,28	11,63	70
Никель (Ni)	12,35	8,67	–
Олово (Pb)	–	75,78	–
Фтор (F)	32,42	63,42	4000
Хром (Cr)	8,53	8,23	50
Цинк (Zn)	4188,25	3240,41	12000
Селен (Se)	0,46	–	70

с говяжьим. Существует предположение, что повышенное содержание миоглобина в ячине можно связать с нехваткой кислорода в воздухе высокогорья, в связи с чем организм яков, приспосабливаясь к условиям обитания, вырабатывает необходимое для функционирования органов животного дополнительное количество миоглобина.

В ходе эксперимента исследовано содержание миоглобина в толще различных мышц яков, которые несут разную динамическую нагрузку. Данные представлены на рисунке 3.

Представленные на рисунке 3 данные свидетельствуют о том, что интенсивно работающие мышцы животного имеют в своем составе больше миоглобина из-за большей потребности в кислороде.

Так, содержание миоглобина в динамических мышцах: двуглавой мышце бедра выше на 4,0 %, в трехглавой мышце плеча – на 2,4 %, а в полусухожильной мышце – на 1,2 % по сравнению с его содержанием в длиннейшей мышце спины, играющей по большей части статическую роль.

Известно, что миоглобин легко соединяется с различными газообразными веществами, например, кислородом, окисью азота, сероводородом и другими веществами с образованием производного миоглобина: оксимиоглобина, который может превращаться в метмиоглобина. В связи с этим было исследовано общее содержание пигментов в разных видах мяса, представленное на рисунке 4.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что мясо яков по сравнению с говяжьим, имеет

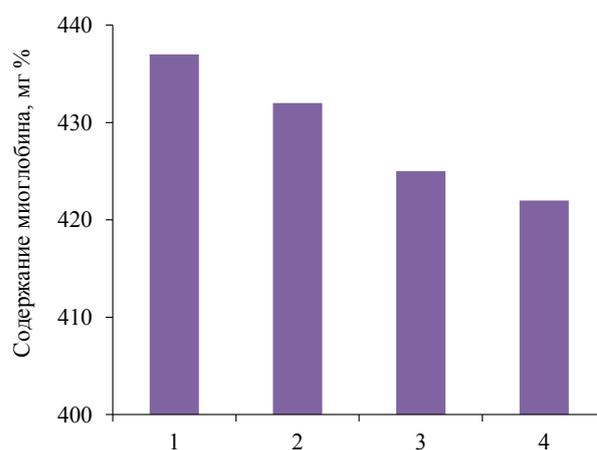


Рисунок 3 – Содержание миоглобина в разных мышцах окинского яка

Figure 3 – Myoglobin content in different muscles of Okinsky breed

- 1 – двуглавая мышца бедра
- 2 – трехглавая мышца плеча
- 3 – полусухожильная мышца
- 4 – длиннейшая мышца спины.
- 1 – biceps femoris
- 2 – triceps
- 3 – semitendinosus muscle
- 4 – the rib eye

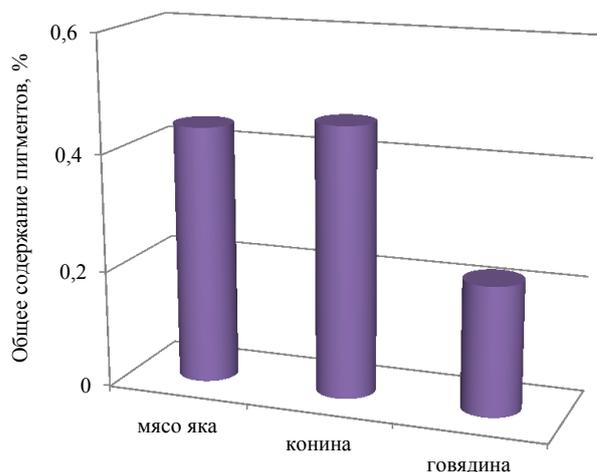


Рисунок 4 – Общее содержание пигментов в разных видах мяса

Figure 4 – The total content of pigments in various types of meat

в своем составе более высокое содержание общего количества пигментов.

На следующем этапе было исследовано содержание витаминов в мясе яков. В таблице 11 представлено содержание витаминов в мясе окинских яков по сравнению с их содержанием в говядине.

Анализ экспериментальных данных по количеству витаминов в мясе яков показал повышенное, почти в пять раз, содержание витамина В<sub>1</sub> в мясе яков бурятского экотипа в сравнении с говяжьим.

В мясе яков содержание витамина В<sub>2</sub>, который чрезвычайно устойчив к термическому воздействию (95–100 °С), выше в сравнении с говядиной в пять раз.

От витамина В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота) зависят многие метаболические процессы, например, липидов и углеводов, образование половых гормонов,

Таблица 11 – Витаминный состав разного вида мяса  
Table 11 – Vitamin composition of various types of meat

Витамины	Содержание витаминов, мг/100 г	
	Мясо окинского яка	Говядина*
Тиамин (В <sub>1</sub> )	0,48 ± 0,11	0,13
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	1,09 ± 0,33	0,22
Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )	0,63 ± 0,05	0,91
Ниацин (РР)	3,10 ± 0,12	5,45
Ретинол (А)	0,039 ± 0,007	0,0022
Токоферол (Е)	0,073 ± 0,008	следы
Каротин	9,82 ± 0,31	1,62
Никотиновая кислота	4,82 ± 0,52	3,06

\*литературные данные

Таблица 12 – Содержание аминокислот  
Table 12 – Amino-acid content

Название аминокислоты	Содержание аминокислот, г на 100 г белка	
	Мясо окинских яков	Говядина*
	Незаменимые	
Изолейцин	5,22	5,10
Валин	5,13	5,71
Лизин	7,55	8,12
Лейцин	8,16	8,43
Треонин	5,32	4,05
Метионин + цистин	4,63	3,61
Триптофан	1,32	1,13
Фенилаланин + тирозин	6,75	7,22
	Заменимые	
Аргинин	7,33	5,54
Аланин	5,51	5,91
Гистидин	3,94	3,73
Аспарагиновая кислота	9,62	9,82
Глицин	4,82	5,11
Глутаминовая кислота	15,33	16,1
Пролин	4,54	4,4
Серин	3,92	3,5

\*литературные данные

особенно эстрогенов. В мясе яков содержание витамина В<sub>3</sub> составляет 0,63 мг %, что ниже, чем в говядине.

Содержание витамина РР в мясе яков ниже, чем в говяжьем, и составляет 3,10 мг %. Основное физиологическое значение витамина РР заключается в его участии в качестве переносчика электронов в окислительно-восстановительных реакциях.

Отмечено более высокое (почти в 10 раз) содержание витамина А в мясе яков по сравнению с говядиной. Витамин А содержится в продуктах животного происхождения. В организме человека витамин А может синтезироваться из бета-каротина, содержание которого в липидах яков выше почти в шесть раз. Более высокое содержание каротина обуславливает яркий желтый цвет жира яков.

В таблице 12 представлены экспериментальные данные по исследованию аминокислотного состава

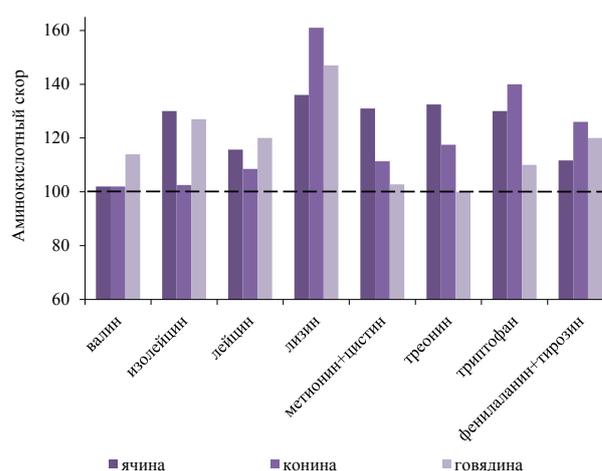


Рисунок 5 – Аминокислотный скор белков разного вида мяса

Figure 5 – Amino-acid proteins in various types of meat

Таблица 13 – Расчетные коэффициенты БЦ мясного сырья  
Table 13 – Calculated protein values in raw meat

Показатели	Виды мясного сырья	
	Мясо окинских яков	Говядина
Потенциальная ценность белка БЦ <sub>п</sub> , %	78,82	82,3
Коэффициент утилизации белка U, → 1,0	0,84	0,86
Коэффициент сопоставимости избыточности аминокислотного состава белка σ, → 0	0,061	0,057

мяса яков с целью формирования более полного представления о качестве белка.

Экспериментальные данные таблицы 12 показали, что мясо яков содержит все незаменимые аминокислоты, как и говядина. Общее содержание незаменимых аминокислот в ячине почти не отличается от содержания в говяжьем мясе.

Полное представление о биологической эффективности мясного сырья не может дать просто содержание аминокислот. Необходимо изучение сбалансированности аминокислот в сравнении с эталоном. Поэтому рассчитан скор незаменимых аминокислот и полученные данные представлены на рисунке 5.

Анализ экспериментальных данных рисунка 4 подтвердил, что мясо окинских яков содержит все незаменимые аминокислоты, также как и мясо крупного рогатого скота.

Для подтверждения сбалансированности белков ячины исследованы такие показатели биологической ценности, как коэффициент утилизации белка (U), коэффициент сопоставимости избыточности аминокислотного состава белка (σ), потенциальная ценность белка (БЦ<sub>п</sub>) (табл. 13).

Как свидетельствуют данные таблицы 13, значение потенциальной БЦ белков в ячине более низкое, чем

Таблица 14 – Жирнокислотный состав липидов яков, %

Table 14 – Fatty acid composition of lipids in yak meat,%

Наименование жирных кислот	Мясо яков			
	Окинский р-н РБ	Закаменский р-н РБ*	Монголия*	Кыргызстан*
Насыщенные:	47,31	44,88	47,81	40,35
C <sub>14:0</sub> миристиновая	2,03	1,92	2,74	2,01
C <sub>15:0</sub> пентадециновая	0,55	0,15	1,15	0,52
C <sub>16:0</sub> изопальмитиновая	0,53	–	–	–
C <sub>16:0</sub> пальмитиновая	22,42	23,12	23,12	21,43
C <sub>17:0</sub> маргарининовая	1,06	–	2,75	–
C <sub>18:0</sub> стеариновая	20,84	19,73	18,23	20,04
Мононенасыщенные:	31,16	40,24	32,05	37,52
C <sub>14:1</sub> миристолеиновая	0,57	–	0,46	–
C <sub>16:1</sub> пальмитолеиновая	2,35	1,85	3,59	2,53
C <sub>17:1</sub> гептадециновая	0,82	–	0,68	–
C <sub>18:1</sub> олеиновая	27,13	38,42	27,28	35,35
C <sub>19:1</sub> нонадециновая	0,36	–	–	–
Полиненасыщенные:	11,52	9,24	10,17	16,32
C <sub>18:2</sub> линолевая	5,23	5,07	4,58	6,11
C <sub>18:3</sub> линоленовая	4,21	4,22	3,65	6,08
C <sub>18:4</sub> арахидоновая	2,12	–	1,98	4,21

\* литературные данные

в говядине из-за большей разбалансированности аминокислотного сора по таким аминокислотам, как треонин, триптофан и серусодержащие.

Анализ интегрального коэффициента утилизации белков показал, что в мясе яков наблюдается примерно сопоставимый с говяжьим мясом коэффициент утилизации белковых веществ. Показатель коэффициент сопоставимой избыточности аминокислотного состава в ячине чуть выше, чем в говядине, примерно на пять процентов.

Количество липидов в мясе влияет на его энергетическую ценность, а также они являются поставщиками биологически активных нутриентов, в связи с этим важно изучить жирнокислотный состав липидов яков (табл. 14).

Данные таблицы 14 показали, что жирнокислотный состав липидов окинских яков близок к жиру монгольских яков – идентичная среда обитания. Липиды окинских яков содержат больше на 19,9 % ПНЖК по сравнению с жиром закаменских яков. Также играет роль высота разведения яков.

Отмечено, что наибольшее содержание в представленных образцах имеют такие насыщенные кислоты, как пальмитиновая и стеариновая, мононенасыщенные – олеиновая. Содержатся и полиненасыщенные жирные кислоты, например, линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты.

Известно, что соотношение таких жирных кислот, как линолевая и линоленовая, имеет важное значение для биологической эффективности жирового компонента. Расчет данного соотношения показал, что оно составило в жире яков различного экотипа (1,01–1,26):1. Такое соотношение является неэффективным, поэтому для обеспечения биологической ценности готового продукта можно при производстве мясных изделий сочетать ячий жир с полноценными растительными маслами.

Экспериментальные исследования показали, что пищевая ценность мяса яков зависит от высоты обитания животных. Например, количество полиненасыщенных жирных кислот тем больше, чем выше расположено место обитания яков.

Содержание внутримышечных соединительнотканых белков, которые могут повлиять на консистенцию готового изделия выше на 12,1 % в мясе окинского яка, чем в говядине. Выше и содержание основного углевода мяса – гликогена – на 34,1 %.

5. *Исследование технологических свойств мяса окинских яков и их изменение при автолизе.* Повышенное содержание гликогена может повлиять на направленность послеубойных изменений. В связи с этим было изучено изменение биохимических показателей в процессе автолиза мяса окинских яков.

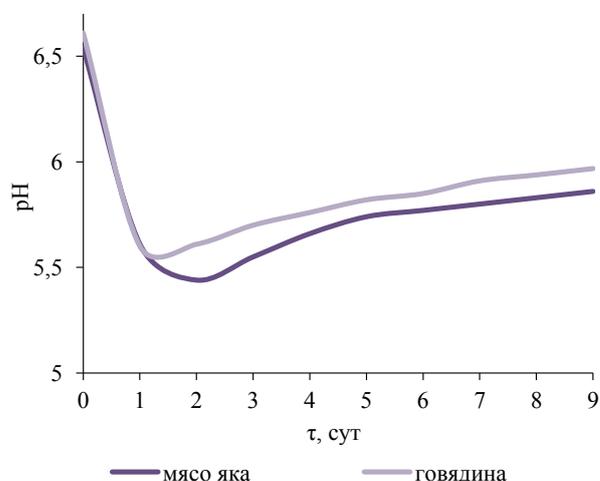


Рисунок 6 – Динамика изменения pH в мясе яков и крупного рогатого скота

Figure 6 – Dynamic patten of pH in yak meat and beef

Были изучены такие показатели, характеризующие автолитические реакции, как pH, активность тканевых протеолитических ферментов, показатели, характеризующие технологические свойства сырья с целью выбора оптимальных сроков охлаждения ячины для получения качественных мясных изделий.

За точку отсчета на представленных рисунках принят период два-три часа после убоя животного, в течение которого принято считать мясо парным. Были выделены образцы мясной ткани из длинейших мышц спины яков лошадей и крупного рогатого скота, упакованы и хранились при температуре 3–4 °С.

В результате убоя животного и прекращения жизнедеятельности организма животного, в мышцах происходит анаэробное разложение гликогена путем фосфоролиза, в результате которого наблюдается накопление молочной кислоты. Содержание накопленной молочной кислоты напрямую связано с содержанием гликогена в мышцах. В мышцах окинских яков уровень гликогена выше почти в 2 раза по сравнению с его содержанием в говядине. Уровень накопления молочной кислоты можно охарактеризовать изменением показателя кислотности среды, описываемое показателем pH. На рисунке 6 представлено изменение значения показателя pH в мясе яков и крупного рогатого скота.

Полученные экспериментальные данные показывают схожесть направленности динамики pH в ячине и говядине – посмертное окоченение на первые-вторые сутки и затем его разрешение. Однако, из рисунка видно, что в ячине процесс гликолиза растянут по сравнению с говядиной. Например, минимум ячины pH равен 5,44 и достигается на вторые сутки, тогда как в говядине минимум pH равен 5,6 и принимает это значение уже на вторые сутки. Отмечено более низкое фактическое значение минимума в ячине на 0,16 единиц, по сравнению с этим показателем, в говядине из-за разницы в содержании основного углевода мяса – гликогена.

Изменения белковых соединений в мясном сырье напрямую связаны с ферментативными процессами под воздействием катепсинов и кальпаинов. В парном мясе активность кальцийзависимых протеиназ – кальпаинов, сосредоточенных в саркоплазме, наивысшая. В связи с этим вначале исследовали активность кальпаинов. Данные представлены на рисунке 7.

Данные, представленные на рисунке 7, свидетельствуют о том, что уровень активности кальпаинов зависит от вида исследуемого сырья и значения кислотности среды. В самом начале процесса в ячине уровень активности кальпаинов на 13,1 % ниже, чем в мясе крупного рогатого скота. После автолиза происходит инактивация ферментов кальпаинов, наблюдается снижение скорости падения их активности в течение трех суток. Это может быть связано с изменением кислотности среды и проявлением деятельности ингибитора – кальпастина. При автолизе наблюдается проявление активности элемента кальция,

поддерживающего нейтральные кальпаины. Это будет способствовать более медленному понижению активности кальпаинов в период четырех суток эксперимента, хотя уровень pH остается низким.

Дальнейшее понижение значения показателя pH в послеубойный период создает условия для выхода катепсина D из лизосом и дальнейшей их активизации. На рисунке 8 представлены результаты эксперимента по изучению активности катепсина D в период автолитических процессов в мышечной ткани мясного сырья. Полученные данные показали одинаковую направленность, но различный характер его изменения. Начальное значение активности катепсина в исследуемых образцах невысокое и составило 0,041 мкМ/мин на 1 г белка.

Исходя из рисунка, видно, что в исследуемых образцах мышечной ткани происходит повышение

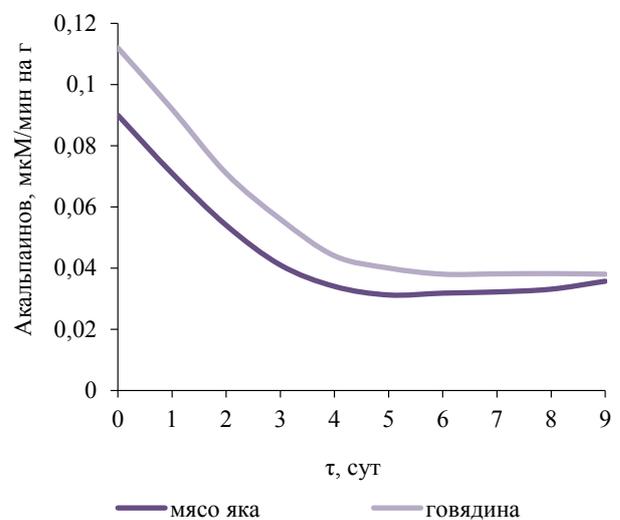


Рисунок 7 – Зависимость активности кальпаинов мяса яков и говядины от продолжительности автолиза

Figure 7 – Dependence of the activity of calpain in yak meat and beef on the duration of autolysis

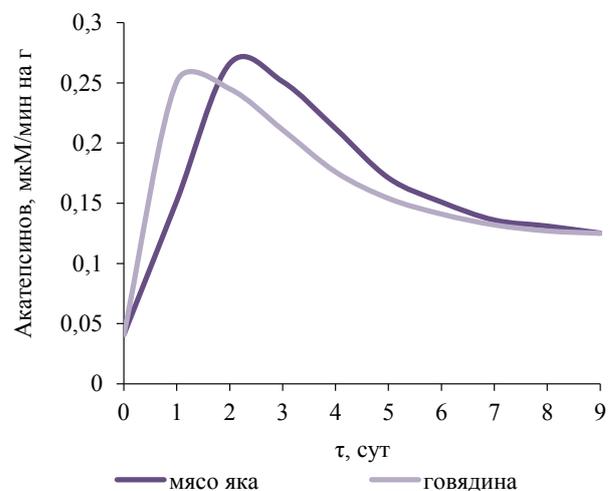


Рисунок 8 – Изменение активности катепсина D мышечной ткани

Figure 8 – Changes in the activity of cathepsin D in muscle tissue of yak meat and beef

активности катепсинов. Так, наибольшего значения в говядине, равного 0,251 мкМ/мин на 1 г белка, активность катепсина достигает через двадцать четыре часа, но в дальнейшем происходит плавное снижение активности фермента. В ячине процесс активизации катепсина длиннее на двадцать четыре часа: наибольшее значение достигается на вторые сутки. Интенсификация процесса высвобождения катепсинов при автолизе наблюдается из-за высокой проницаемости и повышения концентрации водорода в саркоплазматической жидкости. Далее происходит снижение активности катепсинов ввиду увеличения содержания веществ, ингибирующих их активность.

Для доказательства взаимосвязи показателя кислотности объектов изучения и активности ферментов мышечной ткани был рассчитан коэффициент корреляции, который составил 0,93, что доказывает тесную корреляцию изучаемых показателей.

После воздействия протеолитических ферментов на белковую систему мяса в период автолитических процессов должны наблюдаться гидролиз и набухание коллагеновых молекул под действием образующейся молочной кислоты. Гидролиз коллагена влечет улучшение структурно-механических свойств мышечной ткани после термообработки. Для доказательства факта размягчения мяса в период автолиза и созревания был изучен показатель усилие резания вареного мяса на приборе Уорнера-Братцлера. Данные представлены в таблице 15.

Представленные в таблице данные свидетельствуют о том, что уровень значения показателя усилие резания коррелирует с показателями, характеризующими биохимические процессы в мясе после убоя. Так, в мясе яков на вторые сутки наблюдается наибольшее значение усилия резания, что характеризует мясо как жесткое, а в говядине уже на первые сутки. Абсолютные значения исследуемого показателя в мясе яков в продолжение всего эксперимента выше по сравнению с таковыми в мясе крупного рогатого скота. Можно предположить, что глубина автолиза наряду с видом мяса влияет на консистенцию изучаемых образцов.

На следующем этапе были отобраны созревшие образцы мяса – яков на шестые сутки созревания, крупного рогатого скота на четвертые сутки – и изучены технологические показатели.

Таблица 15 – Усилие резания мяса в период автолиза  
Table 15 – Cutting force during the autolysis period

Продолжительность, сут	Усилие резания мяса, (× 10 <sup>2</sup> Н/м) Мясо яков	Говядина
0	3,82 ± 0,021	3,42 ± 0,032
1	4,31 ± 0,020	4,31 ± 0,031
2	4,92 ± 0,041	4,24 ± 0,042
3	4,63 ± 0,032	4,15 ± 0,034
4	4,05 ± 0,033	3,82 ± 0,028
5	3,81 ± 0,024	3,61 ± 0,034
6	3,53 ± 0,027	3,35 ± 0,043
7	3,22 ± 0,031	3,06 ± 0,031

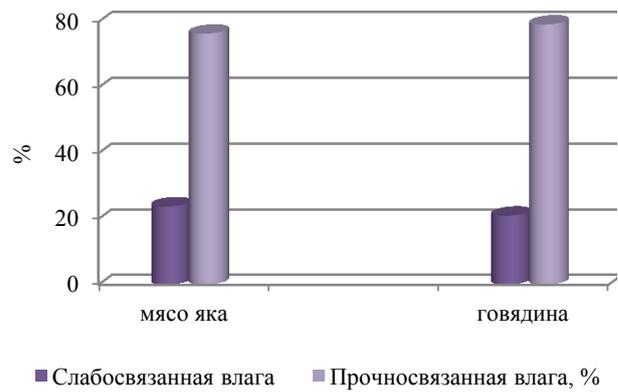


Рисунок 9 – Относительное содержание слабо- и прочносвязанной влаги

Figure 9 – The relative content of loosely and strongly bound moisture in yak meat and beef

При выработке мясopодуkтов большое значение имеют показатели, характеризующие уровень удержания влаги в структуре мышечной ткани или фаршевой системы. В связи с этим изучены содержание прочносвязанной влаги, которая включает адсорбционную и осмотическую, и слабосвязанной, представляющей собой механически связанную влагу. На рисунке 9 представлены исследуемые показатели.

Исследования, представленные на рисунке 8, показали, что в мясе яков уровень содержания прочносвязанной влаги меньше на 3,1 %, чем в говяжьем мясе. Основную роль в удержании влаги в мясной системе играют миофибриллярные белки. Более низкое содержание прочносвязанной влаги в мясе яков коррелирует с повышенным содержанием в нем соединительнотканых белков.

Далее изучали уровень влагосвязывающей способности и потери массы при термообработке ячьего мяса, данные приведены на рисунке 10.

Данные рисунка 10 показали, что ячине, по сравнению с говядиной, присущ более низкий

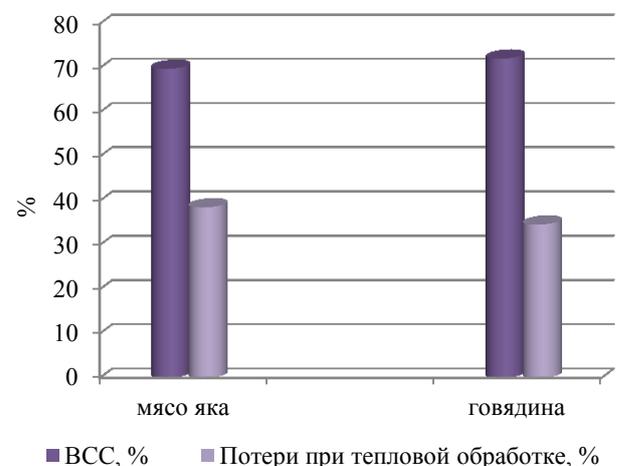


Рисунок 10 – Изменение показателей гидрофильных свойств мяса

Figure 10 – Changes in the indicators of the hydrophilic properties of yak meat and beef

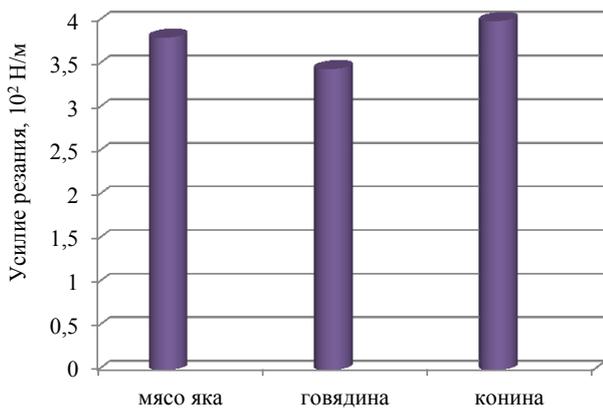


Рисунок 11 – Усилие резания мышечной ткани  
Figure 11 – Cutting effort in muscle tissue

уровень влагосвязывающей способности и одновременно более высокий уровень потерь массы при термообработке почти на 3,2 %. Этот факт важно учитывать при разработке новых рецептур мясных изделий с использованием ячины.

Далее на рисунке 11 представлены значения показателя, характеризующего структуру мяса.

Показано, что значение усилия резания термообработанного мяса яков имеет значение среднее между показателем усилия резания таких видов мясного сырья, как говядина и конина (рис. 10). Более жесткая консистенция ячины по сравнению с говядиной может быть обусловлена более высоким содержанием соединительной ткани.

### Выводы

Результаты анализа доступных литературных источников свидетельствуют, что ячина не уступает мясу говяжьему по качественному составу основных компонентов, однако имеет свои особенности: более

темную окраску, а консистенцию жестче. Условия и среда обитания яков оказывают значительное влияние на состав основных компонентов, аминокислот и жирных кислот. Выявлена разница морфологических характеристик и химического состава тканей яков, разводимых в различных регионах. Например, чем выше расположено пастбище относительно уровня моря, тем выше содержание в мясе жировой ткани с полиненасыщенными жирными кислотами. Содержание соединительнотканых белков выше в ячине на 18,5 %, что влияет на жесткость вареного мяса. Экспериментально выявлено, что срок разрешения посмертного окоченения ячины (около 2 суток) несколько длителен по сравнению с исследуемым сроком в говядине, что может быть связано с большим количеством гликогена.

### Список сокращений

РБ – Республика Бурятия, КРС – крупный рогатый скот, ПДК – предельно допустимая концентрация, ВСС – влагосвязывающая способность.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Благодарности

Авторы выражают благодарность начальнику отдела пищевой и перерабатывающей промышленности Министерства сельского хозяйства и продовольствия к.э.н. Полозовой Т. В. за предоставленные статистические данные по мясному сырью и мясопродуктам.

### Финансирование

Работа выполнена в рамках Госзадания Минобрнауки РФ №19.5486.2017/БЧ.

### Список литературы

1. Алымбеков, К. А. Исследование потребительских свойств и разработка системы менеджмента качества мяса яков: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Алымбеков Кенешбек Асанкожоевич. – М., 2009. – 48 с.
2. Алымбеков, К. А. Мясная продуктивность яков киргизского экотипа / К. А. Алымбеков // Материалы Международной научно-практической конференции / Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – М., 2014. – Т. 4. – С. 11–15.
3. Алымбеков, К. А. Особенности мясной продуктивности киргизских яков / К. А. Алымбеков // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 70. – С. 147–152.
4. Як окинский / С. Г. Бадмаев, В. А. Тайшин, Ч. М. Санданов [и др.]. – Улан-Удэ : Бурятский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, 2009. – 152 с.
5. Бадмаев, С. Г. Экология яка и их гибридов / С. Г. Бадмаев. – Улан-Удэ, 2007. – 236 с.
6. Исследование активности тканевых протеиназ в процессе автолиза мяса яка / Б. А. Баженова, Г. Н. Амагзаева, М. В. Баглаева [и др.] // Все о мясе. – 2013. – № 6. – С. 28–32.
7. Особенности технологических свойств мяса яков бурятского экотипа / Б. А. Баженова, Н. В. Колесникова, И. А. Вторушина [и др.] // Все о мясе. – 2012. – № 3. – С. 18–20.
8. Дубровин, А. И. Теория и практика акклиматизации и адаптации яков в Северо-Кавказском регионе: автореф. дис. ... докт. с-х. наук: 06.02.04 / Дубровин Александр Иванович. – Нальчик, 2006. – 41 с.
9. Журавская, Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н. К. Журавская, Л. Г. Алехина, Л. М. Отрященко. – М. : Агропромиздат, 1985. – 296 с.
10. Забалуева, Ю. Ю. Методы исследования сырья и продуктов животного происхождения / Ю. Ю. Забалуева. – Улан-Удэ : Восточно-Сибирский Государственный Университет Технологий и Управления, 2016. – 152 с.

11. Калашников, И. А. Зоотехнические и организационные основы nomadного животноводства Забайкалья / И. А. Калашников. – Улан-Удэ : Бурятская Государственная Сельскохозяйственная Академия им. В. Р. Филиппова, 2003. – С. 30–40.
12. Кметь, А. М. Мясная продуктивность, качество мяса разных экотипов и разработка рациональных путей его промышленной переработки: дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Кметь Алексей Моисеевич. – Новосибирск, 1987. – 20 с.
13. Косилов, В. И. Результаты разведения яков в Таджикистане / В. И. Косилов, Т. А. Иргашев, Б. К. Шабунова // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – Т. 96, № 4. – С. 109–117.
14. Кошоева, Т. Р. Разработка технологии продуктов из мяса яка: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Кошоева Толгонай Рысбековна. – Бишкек, 2008. – 23 с.
15. Кудряшов, Л. С. Производство деликатесных продуктов из мяса яков / Л. С. Кудряшов, Б. С. Тамабаева, Т. Р. Кошоева // Мясная индустрия. – 2009. – № 5. – С. 57–59.
16. Луду, Б. М. Мясная продуктивность молодняка яков / Б. М. Луду, Б. К. Кан-Оол // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – Т. 249, № 2. – С. 57–60.
17. Мкртчян, Ш. А. Аминокислотный состав мяса яков разных экотипов / Ш. А. Мкртчян, М. С. Уманский, А. М. Кметь. – М. : Россельхозакадемия, 1993. – № 4. – С. 57–62.
18. Насатуев, Б. Д. Яководство Бурятии и пути его развития / Б. Д. Насатуев. – Улан-Удэ : Бурятская Государственная Сельскохозяйственная Академия им. В. Р. Филиппова, 2008. – 89 с.
19. Норов, А. Н. Современное состояние и перспективы развития яководства в Таджикистане / А. Н. Норов // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук. – 2011. – № 2. – С. 67–71.
20. Плотников, Д. А. Товароведные особенности и органолептические показатели качества мяса яков (сар-лык) Алтая / Д. А. Плотников, О. В. Рязкин, О. Н. Сороколетов // Пища. Экология. Труды XIII международной научно-практической конференции / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2016. – С. 50–54.
21. Постановление Правительства Республики Бурятия от 28.02.2013 № 102 «Об утверждении Государственной программы «Развитие агропромышленного комплекса и сельских территорий в Республике Бурятия».
22. Сатыбалдиева, А. М. Особенности сенсорных показателей мяса яков / А. М. Сатыбалдиева // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 68. – С. 124–127.
23. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство: статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия. – Улан-Удэ, 2017.
24. Атлас nomadных животных / В. А. Тайшин, Б. Б. Лхасаранов, Р. Джеймс [и др.] // Новосибирск : Сибирское отделение РАН, 1999. – 284 с.
25. К вопросу перспективности использования мяса яков / Б. С. Тамабаева, Л. К. Герсимова, Т. Р. Кошоева [и др.] // Пищевая технология и сервис. – 2003. – № 2. – С. 20–25.
26. Теммоев, М. И. Экологические предпосылки и последствия акклиматизации яков (*Bos grunniens* Lin.) в Кабардино-Балкарии: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.32 / Теммоев Музафар Ибрагимович. – Махачкала, 2004. – 145 с.
27. Улимбашева, Р. А. Поведенческие реакции яков при адаптации в высокогорных урочищах Северо-кавказского региона / Р. А. Улимбашева, М. Б. Улимбашев, А. И. Дубровин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2016. – Т. 140, № 6. – С. 104–107.
28. Черткиев, Ш. Ч. Образование аминокислотного состава мяса яков с возрастом, в зависимости от условий выращивания, пола и сроков высокогорного нагула / Ш. Ч. Черткиев // Интернаука. – 2017. – Т. 19, № 15. – С. 19–28.
29. Чилаев, С. Ш. Мясная продуктивность и товарно-технологические качества продуктов убоя яков: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Чилаев Салавдин Шадитович. – Нальчик, 2005. – 136 с.
30. Чысыма, Р. Б. Хозяйственно-биологические особенности яков в различных экологических условиях Республики Тыва: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 06.02.01 / Чысыма Роза Байындыевна. – Новосибирск, 2006. – 44 с.
31. Epstein, H. Y. Jak and chauri / H. Y. Epstein // World Animal Review. – 1994. – Vol. 9. – P. 8–19.
32. Krzywicki, K. Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at surface of beef / K. Krzywicki // Meat Science. – 1979. – № 3. – P. 1–10.
33. Phillips, R. W. Jaks and yak-cattle hybrids in Asia / R. W. Phillips, J. A. Tolstoy, R. G. Jonson // Journal of Heredity. – 1946. – Vol. 37, № 6. – P. 146–170.
34. Singh, U. B. Jak – an important animal of Asian mountains / U. B. Singh // Indian Veterinary Medical Journal. – 1987. – Vol. 2. – P. 125–127.

## References

1. Alymbekov K.A. *Issledovanie potrebitel'skikh svoystv i razrabotka sistemy menedzhmenta kachestva myasa yakov*. Diss. dokt. tekhn. nauk [The study of consumer properties and the development of quality management system for yak meat. Dr. eng. sci. diss.]. Moscow, 2009, 43 p.
2. Alymbekov K.A. Myasnaya produktivnost' yakov kirgizskogo ehkotipa [Meat productivity of the yaks of the Kyrgyz ecotype]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proceedings of the International Scientific-Practical Conference]. Moscow, 2014, vol. 4, pp. 11–15. (In Russ.).
3. Alymbekov K.A. The meat productivity features of Kyrgyz yaks. *Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoy akademii* [Bulletin of the Chelyabinsk State Agroengineering Academy], 2014, vol. 70, pp. 147–152. (In Russ.).

4. Badmaev S.G., Tayshin V.A., Sandanov Ch.M., et al. *Yak okinskiy* [The yak of the Okinsky breed]. Ulan-Ude: Buryat scientific center of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2009. 150 p. (In Russ.).
5. Badmaev S.G. *Ehkologiya yaka i ikh gibridov* [Ecology of the yak and its hybrids]. Ulan-Ude, 2007. 236 p. (In Russ.).
6. Bazhenova B.A., Amagzaeva G.N., Baglaeva M.V., and Danilov M.B. Research activity of tissue proteases in the process of autolysis of yak meat. *All about meat*, 2013, no. 6, pp. 28–32. (In Russ.).
7. Bazhenova B.A., Kolesnikova N.V., Vtorushina I.A., and Amagzaeva G.N. Osobennosti tekhnologicheskikh svoystv myasa yakov buryatskogo ehkotipa [Features of technological properties of yak meat of the Buryat ecotype]. *All about meat*, 2012, no. 3, pp. 18–20. (In Russ.).
8. Dubrovin A.I. *Teoriya i praktika akklimatizatsii i adaptatsii yakov v Severo-Kavkazskom regione*. Diss. dokt. sel'skokhoz. nauk [Theory and practice of acclimatization and adaptation of yaks in the North Caucasus region: author's abstract. Dr. agricultural sci. diss.]. Nalchik, 2006, 41 p.
9. Zhuravskaya N.K., Alekhina L.G., and Otryashenkova L.M. *Issledovanie i kontrol' kachestva myasa i myasoproduktov* [Research and quality control of meat and meat products]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 296 p. (In Russ.).
10. Zabalueva Yu.Yu. *Metody issledovaniya syr'ya i produktov zhitovnogo proiskhozhdeniya* [Methods of research of raw materials and products of animal origin]. Ulan-Ude: East Siberia State University of Technology and Management Publ., 2016. 152 p. (In Russ.).
11. Kalashnikov I.A. *Zootekhnicheskie i organizatsionnye osnovy nomadnogo zhitovnovodstva Zabaykal'ya* [Zootechnical and organizational bases of nomadic cattle breeding in Transbaikalia]. Ulan-Ude: Buryat State Academy of Agriculture Publ., 2003. 30–40 p. (In Russ.).
12. Kmet' A.M. *Myasnaya produktivnost', kachestvo myasa raznykh ehkotipov i razrabotka ratsional'nykh pu-tey ego promyshlennoy pererabotki*. Diss. kand. sel'skokhoz. nauk [Meat productivity, meat quality of different ecotypes, and development of rational ways of its industrial processing. Cand. agricultural sci. diss.]. Novosibirsk, 1987, 21 p.
13. Kosilov V.I., Irgashev T.A., and Shabunova B.K. The results of yak breeding in Tajikistan. *The Herald of Beef Cattle Breeding*, 2016, vol. 96, no. 4, pp. 109–117. (In Russ.).
14. Koshoeva T.R. *Razrabotka tekhnologii produktov iz myasa yaka*. Diss. kand.tekhn. nauk [Development of technology products from yak meat. Cand. eng. sci. diss.]. Bishkek, 2008, 23 p.
15. Kudryashov L.S., Tamabaeva B.S., and Koshoeva T.R. Proizvodstvo delikatesnykh produktov iz myasa yakov [Production of delicacies from yak meat]. *Meat Industry*, 2009, no. 5, pp. 57–59. (In Russ.).
16. Ludu B.M. and Kan-Ool B.K. Meat production performance in young yaks. *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2016, vol. 249, no. 2, pp. 57–60. (In Russ.).
17. Mkrtychyan Sh.A., Umanskiy M.S., and Kmet' A.M. *Aminokislotnyy sostav myasa yakov raznykh ehkotipov* [Amino-acid composition of yak meat of various ecotypes]. Moscow: Russian agricultural Academy Publ., 1993, no. 4, pp. 57–62. (In Russ.).
18. Nasatuev B.D. *Yakovodstvo Buryatii i puti ego razvitiya* [Yak breeding in Buryatia and its development]. Ulan-Ude: Buryat State Academy of Agriculture Publ., 2008. 89 p. (In Russ.).
19. Norov A.N. Condition and development prospects yak breeding to Tajikistan. *News of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Biological and Medical Sciences*, 2011, no. 2, pp. 67–71. (In Russ.).
20. Plotnikov D.A., Ryavkin O.V., and Sorokoletov O.N. Merchandising characteristics and organoleptic characteristics of meat quality Jacob (sarlykov) of Altay. *Pishcha. Ehkologiya. Kachestvo : Trudy XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [In the collection: Food. Ecology. Quality Proceedings of the XIII International Scientific Practical Conference]. Krasnoyarsk, 2016, pp. 50–54. (In Russ.).
21. *Poitanovlenie Ppavitel'ctva Pecpubliki Buryatiya ot 28.02.2013 № 102 "Ob utvepzhenii Gocudapctvennoy ppogpammy "Pazvitie agpoppomyshlennogo komplekca i cel'kikh teppitopiy v Pecpublike Buryatiya"* [Decree of the Government of the Republic of Buryatia dated February 28, 2013, No. 102 "On the approval of the State programme "Development of the agroindustrial complex and the rural territories in the Republic of Buryatia"].
22. Satybaldieva A.M. Peculiar features of yak meat sensory indicators. *Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoy akademii* [Bulletin of the Chelyabinsk State Agroengineering Academy], 2014, vol. 68, pp. 124–127. (In Russ.).
23. *Sel'skoe khozyaystvo, okhota i lesnoe khozyaystvo: statisticheskiy sbornik* [Agriculture, hunting and forestry: statistical compilation]. Ulan-Ude, 2017. (In Russ.).
24. Tayshin V.A., Lkhasaranov B.B., Dzheymys R., et al. *Atlas nomadnykh zhitovnykh* [Atlas of nomad animals]. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 1999. 284 p. (In Russ.).
25. Tamabaeva B.S., Gerasimova L.K., Koshoeva T.R., and Bardakov J.M. K voprosu perspektivnosti ispol'zovaniya myasa yakov [The prospects of yak meat]. *Pishchevaya tekhnologiya i servis* [Food technology and service], 2003, no. 2, pp. 20–25. (In Russ.).
26. Temmoev M.I. *Ehkologicheskie predposylki i posledstviya akklimatizatsii yakov (Bos grunniens Lin.) v Kabardino-Balkarii*. Diss. kand. biolog. nauk [Environmental background and consequences of the acclimatization of yaks (*Bos grunniens Lin.*) in Kabardino-Balkaria. Cand. sci. biol. diss.]. Makhachkala, 2004. 145 p.
27. Ulimbasheva R.A., Ulimbashev M.B., and Dubrovin A.I. Seasonal variability of behavioral responses of yaks in high-mountain areas of the north Caucasian region. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2016., vol. 140, no. 6, pp. 104–107. (In Russ.).
28. Chertkiev Sh.H. Obrazovanie aminokislotnogo sostava myasa yakov s vozrastom, v zavisimosti ot usloviy vyrashchivaniya, pola i srokov vysokogornogo nagula [Formation of the amino-acid composition of yak meat: age, growing conditions, sex, and timing of high-altitude feeding]. *Internauka* [Internauka], 2017, vol. 19, no. 15, pp. 19–28. (In Russ.).

29. Chilaev S.Sh. *Myasnaya produktivnost' i tovarno-tekhnologicheskoe kachestvo produktov uboya yakov*. Diss. kand. sel'skokhoz. nauk [Meat productivity and commodity and technological qualities of yak meat. Cand. agricultural sci. dicc.]. Nalchik, 2005. 136 p.
30. Chysyma R.B. *Khozyaystvenno-biologicheskie osobennosti yakov v razlichnykh ehkologicheskikh usloviyakh Respubliki Tyva*. Diss. dokt. biolog. nauk [Economic and biological features of yaks in various ecological conditions of the Republic of Tyva. Dr. sci. biol. dicc.]. Novosibirsk, 2006. 44 p.
31. Epstein H.Y. Jak and chauri. *World Animal Review*, 1994, vol. 9, pp. 8–19.
32. Krzywicki K. Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at surface of beef. *Meat Science*, 1979, no. 3, p. 1–10.
33. Phillips R.W., Tolstoy J.A., and Jonson R.G. Jaks and yak-cattle hybrids in Asia. *Journal of Heredity*, 1946, vol. 37, no. 6, pp. 146–170.
34. Singh U.B. Jak – an important animal of Asian mountains. *Indian Veterinary Medical Journal*, 1987, vol. 2, pp. 125–127.

**Баженова Баяна Анатольевна**

д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии мясных и консервированных продуктов, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В, тел.: + 7 (983)435-99-86, e-mail: bayanab@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-7380-5959>

**Забалуева Юлия Юрьевна**

канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры технологии мясных и консервированных продуктов, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В, тел.: + 7 (902)564-84-34, e-mail: aprilpolina@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-5366-8811>

**Данилов Михаил Борисович**

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии мясных и консервированных продуктов, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В, тел.: +7 (924)396-71-43, e-mail: tmkp@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-6698-0481>

**Вторушина Ирина Анатольевна**

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии мясных и консервированных продуктов, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В, тел.: +7 (914)632-07-54, e-mail: filippvt@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-6963-7729>

**Бадмаева Татьяна Михайловна**

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии мясных и консервированных продуктов, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В, тел.: +7 (950)396-25-71, e-mail: badmaeva\_tm\_64@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2329-6062>

**Bayana A. Bazhenova**

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department Technology of meat and canned products, East Siberia State University of Technology and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: + 7 (983)435-99-86, e-mail: bayanab@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-7380-5959>

**Yuliya Yu. Zabalueva**

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Senior Researcher of the Department Technology of meat and canned products, East Siberia State University of Technology and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: + 7 (902)564-84-34, e-mail: aprilpolina@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-5366-8811>

**Michail B. Danilov**

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department Technology of meat and canned products, East Siberia State University of Technology and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: +7 (924)396-71-43, e-mail: tmkp@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-6698-0481>

**Irina A. Vtorushina**

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department Technology of meat and canned products, East Siberia State University of Technology and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: +7 (914)632-07-54, e-mail: filippvt@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-6963-7729>

**Tatyana M. Badmaeva**

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department Technology of meat and canned products, East Siberia State University of Technology and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: +7 (950)396-25-71, e-mail: badmaeva\_tm\_64@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2329-6062>