

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 4 (52). С. 14–23
Vestnik Kurganskoj GSNA. 2024; (4-52): 14–23

Научная статья

УДК 636.08.003:636.2.034

Код ВАК 4.2.4

EDN: BINDIG

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МЯСА БЫЧКОВ ГЕРЕФОРДСКОЙ И АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОД

Елена Ивановна Алексеева¹✉, Светлана Фаилевна Суханова²,
Виталий Юрьевич Морозов²

¹ Курганский государственный университет, Курган, Россия

² Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Пушкин,
Россия

¹ AlekseevaElena@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-7717-3343>

² nauka007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4921-1725>

³ supermoroz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3688-1546>

Аннотация. Целью работы являлось изучение биологической ценности мяса, полученного от бычков абердин-ангусской и герефордской пород в различные возрастные периоды. Исследования проводились в скотоводческих хозяйствах Курганской области на молодняке абердин-ангусской и герефордской пород. Для проведения исследований были сформированы группы бычков в возрасте 12 месяцев по 9 голов в каждой: I группа – бычки абердин-ангусской породы; II группа – бычки герефордской породы. Животные в группах были аналогами по возрасту и живой массе. Условия содержания и кормления бычков обеих пород были одинаковыми. Контрольный убой бычков был проведен в возрасте 12 и 18 месяцев. Для убоя брали по три головы в каждый возрастной период. Содержание аминокислот определяли в средней пробе длиннейшей мышцы спины животных методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Установлено, что мясо, полученное от молодняка в возрасте 12 и 18 месяцев, является более полноценным по аминокислотному составу, что подтверждается белково-качественным показателем, который был в пределах 5,55–5,73 и 5,34–5,49, отношением «метионин : триптофан» – 1,22 и 1,23, аминокислотным скором – 19,10–40,67 % и 18,19–40,00 % соответственно. Высокие показатели белково-качественных характеристик свидетельствуют о достоинствах мяса бычков абердин-ангусской и герефордской пород. Показатели аминокислотного индекса и индекса незаменимых аминокислот мяса, полученного от животных абердин-ангусской и герефордской пород в возрасте 12 и 18 месяцев, указывают на его высокую питательную ценность. Мясо 18-месячных бычков обеих изучаемых пород имеет более выраженные качественные параметры.

Ключевые слова: бычки, абердин-ангусская порода, герефордская порода, биологическая ценность, аминокислота, белковый качественный показатель, аминокислотный скор.

Благодарности: работа финансировалась за счет средств бюджета ФГБОУ ВО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева». Дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Для цитирования: Алексеева Е.И., Суханова С.Ф., Морозов В.Ю. Биологическая ценность мяса бычков герефордской и абердин-ангусской пород // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 4(52). С. 14–23. EDN: BINDIG.

Scientific article

BIOLOGICAL VALUE OF THE MEAT OF HEREFORD AND ABERDEEN ANGUS BULL CALVES

Elena I. Alekseeva¹✉, Svetlana F. Sukhanova², Vitaly Yu. Morozov²

¹ Kurgan state university, Kurgan, Russia

² Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Pushkin, Russia

¹ AlekseevaElena@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-7717-3343>

² nauka007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4921-1725>

³ supermoroz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3688-1546>

Abstract. The purpose of the work was to study the biological value of meat obtained from bull calves of the Aberdeen Angus and Hereford breeds at various age periods. The research was carried out in the cattle farms of the Kurgan region in young animals of the Aberdeen Angus and Hereford breeds. To conduct the research, the groups of bull calves at the age of 12 months with 9 heads each were formed: Group I – bull calves of the Aberdeen Angus breed; Group II – bull calves of the Hereford breed. The animals in the groups were similar in age and body weight.

© Алексеева Е.И., Суханова С.Ф., Морозов В.Ю., 2024

The conditions of keeping and feeding the bull calves of both breeds were the same. The control slaughter of the bulls was carried out at the ages of 12 and 18 months. Three heads were taken for slaughter at each age period. The amino acid content was determined in an average sample of the rib eye muscle of the animals by high-performance liquid chromatography. It was found that the meat obtained from the young animals aged 12 and 18 months is more complete in amino acid composition, which is confirmed by the protein-quality index, being in the range of 5.55–5.73 and 5.34–5.49, the ratio 'methionine : tryptophan' – 1.22 and 1.23, the amino acid ratio – 19.10–40.67% and 18.19–40.00%, respectively. High indicators of protein-quality characteristics indicate the advantages of the beef of the Aberdeen Angus and Hereford breeds. The indicators of the amino acid index and the index of essential amino acids of the meat obtained from the animals of the Aberdeen Angus and Hereford breeds at the age of 12 and 18 months indicate its high nutritional value. The meat of 18-month-old bulls of both breeds under study has more pronounced qualitative parameters.

Keywords: bull calves, Aberdeen Angus breed, Hereford breed, biological value, amino acid, protein quality index, amino acid score.

Acknowledgments: the work was funded from the budget of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education 'Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev'. No additional grants have been received to conduct or direct this particular study.

For citation: Alekseeva E.I., Sukhanova S.F., Morozov V.Yu. Biological value of the meat of hereford and aberdeen angus bull calves. Vestnik Kurganskoy GSHA. 2024; (4-52): 14–23. EDN: BIHDIG. (In Russ).

Введение. Для производства качественных мясных продуктов необходимо использовать говядину, получаемую от специализированных мясных пород скота [1–3]. Мясо таких животных имеет высокую пищевую и биологическую ценность. На последнюю оказывают влияние тип кормления, возраст, порода, пол животного [4; 5]. Кроме того, на животных воздействуют различные факторы, которые определяют не только количественные показатели, характеризующие питательные свойства получаемой продукции, но и отображающие ее качество, а именно аминокислотный состав [6; 7]. По мнению ряда авторов, наиболее ценную в пищевом отношении говядину получают от специализированного мясного крупного рогатого скота, так как она характеризуется оптимальным соотношением заменимых и незаменимых аминокислот [1; 8; 9]. В связи с этим необходимо изучение биологической ценности мяса молодняка крупного рогатого скота для формирования представления о его качественном составе и факторах, оказывающих на него влияние.

Незаменимые аминокислоты, входящие в состав белков, поддерживают рост животных, что связано с их участием в биологическом синтезе белка. Недостаток в рационе животного хотя бы одной из этих аминокислот может привести к снижению массы тела и задержке его развития. Аргинин, гистидин, валин, лизин, пролин и цистеин обеспечивают рост животного. Недостаточность гистидина способствует развитию анемии, изолейцина и треонина – снижению живой массы, высокому диурезу, лейцина – задержке роста и развития, лизина – сокращению роста костной ткани, метионина – анемии, атрофии мышц. Заменимые аминокислоты синтезируются организмом, но при различных неблагоприятных факторах их выработка снижается, что приводит к нежелательным последствиям. Так, уменьшение в организме концентрации аргинина влечет за собой нарушение роста и эректильную дисфункцию, а снижение глутамината – потерю мышечной массы, таурина – нарушение работы желудочно-

кишечного тракта, триптофана – анемию, цистеина – нарушение функций кожи. В связи с этим важность изучения аминокислотного состава с целью оценки биологической ценности мяса очевидна. Учеными проведены исследования по содержанию аминокислот в мясе крупного рогатого скота абердин-ангусской и герефордской пород. В ходе эксперимента В. В. Толочка и др. (2024) [10] установили, что в мясе бычков абердин-ангусской породы содержание триптофана составляло 412,20 мг %, а оксипролина – 59,74 мг %, у сверстников герефордской породы – 399,82 и 61,42 мг % соответственно, разница по белковому качественному показателю (БКП) составила 5,66 % в пользу молодняка абердин-ангусской породы. А. В. Емельяненко и др. (2020) [11] выявили, что в мясе молодняка герефордской породы содержание триптофана было 347,79 мг %, оксипролина – 51,37 мг %, значение белкового качественного показателя оказалось 7,37. По данным Д. А. Ранделина с соавторами (2009), говядина, полученная от бычков абердин-ангусской породы, содержала 458,03 мг % триптофана и 62,37 мг % оксипролина, а БКП составил 7,34. И. Г. Зубко и др. (2016) [13] установили, что БКП мяса молодняка абердин-ангусской и герефордской пород в 18-месячном возрасте составлял 5,5 и 5,4 соответственно.

Таким образом, определение биологической ценности мяса по содержанию аминокислот в нем оказывается в фокусе исследовательского внимания многих ученых, но их данные по этому вопросу различны. В связи с этим целью нашей работы являлось изучение биологической ценности мяса бычков абердин-ангусской и герефордской пород в различные возрастные периоды.

Материалы и методы. Исследования проводились в скотоводческих хозяйствах Курганской области на молодняке абердин-ангусской и герефордской пород по методикам, описанным А. И. Овсянниковым (1976) [14] и ГОСТ 24026-80 [15]. Схема проведенных исследований представлена на рисунке 1.

Для проведения исследований были сфор-

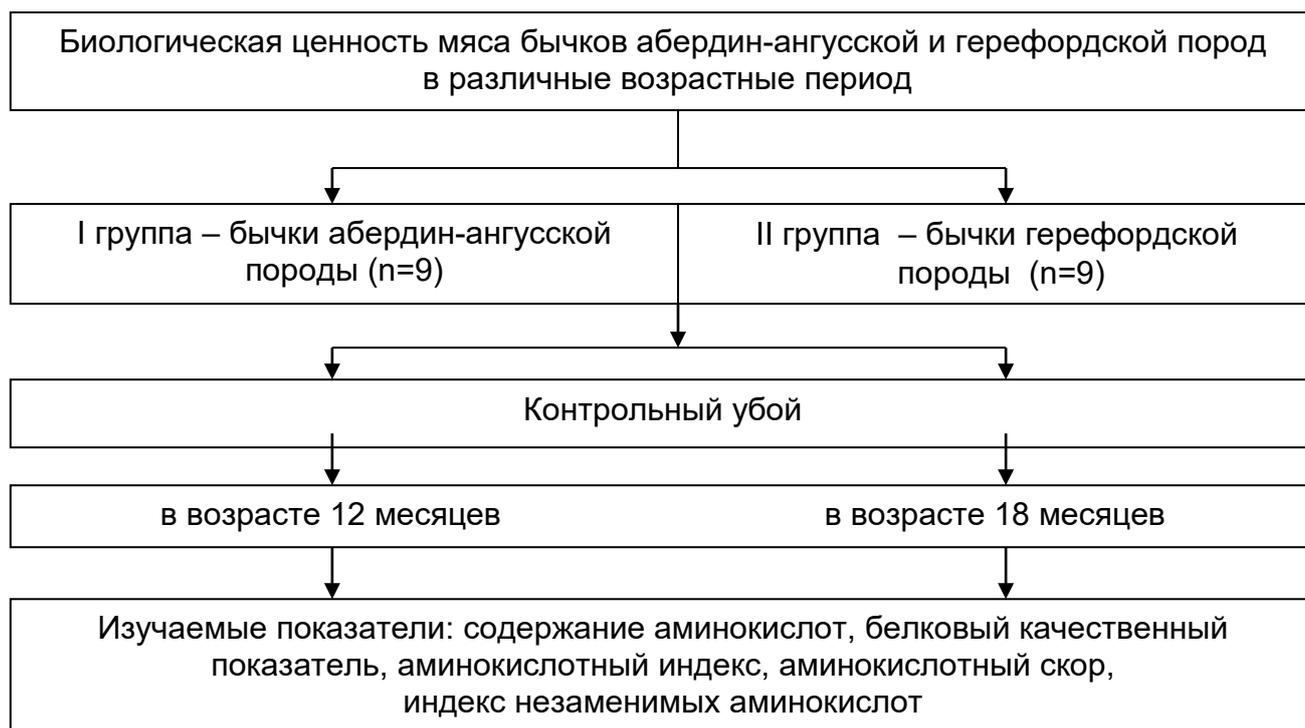


Рисунок 1 – Схема проведенных исследований

мированы группы бычков в возрасте 12 месяцев по 9 голов в каждой: I группа – бычки абердин-ангусской породы; II группа – бычки герефордской породы. Животные в группах были аналогами по возрасту и живой массе. В возрасте 12 месяцев живая масса бычков абердин-ангусской породы составляла 335 кг, герефордской породы – 365 кг, в 18 месяцев – 470 и 500 кг соответственно. Условия содержания и кормления бычков обеих пород были одинаковыми. Молодняк держали в загонах, оборудованных кормушками и поилками, без выпаса. Животных кормили два раза в сутки: утром 60 % от нормы общей дачи кормов и вечером – 40 % кормов. Структура рациона была следующей: грубые корма (сено) – 10 %, сочные корма (сенаж) – 40 %, концентрированные корма – 50 %. Контрольный убой бычков был проведен в возрасте 12 и 18 месяцев по три головы в каждый возрастной период. Содержание аминокислот определяли в средней пробе длиннейшей мышцы спины животных методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Пробы для исследований отбирали методом квартования согласно ГОСТ 33818-2016 [16].

Биологическую ценность мяса определяли путем расчета белково-качественного показателя, аминокислотного индекса, аминокислотного сора, индекса незаменимых аминокислот [17;18].

Белково-качественный показатель мяса рассчитывали по формуле:

$$БКП = \frac{C_T}{C_O}, \quad (1)$$

где $БКП$ – белково-качественный показатель;
 C_T – содержание триптофана, г/100 г;
 C_O – содержание оксипролина, г/100 г.
 Аминокислотный индекс определяли по формуле [18]:

$$АИ = \frac{C_{ЗАК}}{C_{НАК}}, \quad (2)$$

где $АИ$ – аминокислотный индекс;
 $C_{ЗАК}$ – суммарное содержание заменимых аминокислот, г/100 г;
 $C_{НАК}$ – суммарное содержание незаменимых аминокислот, г/100 г.

Аминокислотный скор рассчитывали по формуле, предложенной Mitchell, Block (1946) [18]:

$$АКС = \frac{C_{НАК}}{C_э} \times 100\%, \quad (3)$$

где $АКС$ – аминокислотный скор;
 $C_{НАК}$ – содержание незаменимой аминокислоты в исследуемом образце, г/100 г;
 $C_э$ – содержание незаменимой аминокислоты в идеальном белке, г/100 г.

Индекс незаменимых аминокислот (ИНАК) определяли по формуле, разработанной Oser (1951) [18]:

$$ИНАК = \sqrt[8]{\frac{C_{Val} \times C_{Ile} (C_{Met} + C_{Cys}) \times C_{Leu} \times C_{Thr} \times C_{Trp} (C_{Phe} + C_{Tyr})}{C_{Val} \times C_{Ile} (C_{Met} + C_{Cys}) \times C_{Leu} \times C_{Thr} \times C_{Trp} (C_{Phe} + C_{Tyr})}}, (4)$$

где ИНАК – индекс незаменимых аминокислот;

$C_{Val}, C_{Ile}, C_{Met}, C_{Cys}, C_{Leu}, C_{Thr}, C_{Trp}, C_{Phe}, C_{Tyr}$ – концентрация валина, изолейцина, метионина, цистина, лейцина, треонина, триптофана, фенилаланина, тирозина в исследуемом образце, г/100 г;

$C_{Val}, C_{Ile}, C_{Met}, C_{Cys}, C_{Leu}, C_{Thr}, C_{Trp}, C_{Phe}, C_{Tyr}$ – концентрация валина, изолейцина, метионина, цистина, лейцина, треонина, триптофана, фенилаланина, тирозина в идеальном белке, г/100 г [19].

ИНАК «идеального» белка равен 1; при значении индекса незаменимых аминокислот 0 белок характеризуется как неполноценный; $0 < ИНАК < 1$ – белок «хорошего» качества [20].

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных производилась с использованием компьютерной программы «Excel» по ГОСТ Р ИСО 3534-1-2019 [21]. Были рассчитаны среднее значение показателя (\bar{x}), ошибка среднего значения ($S\bar{x}$), коэффициент вариации ($Cv, \%$).

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенными исследованиями установлено, что в мясе бычков абердин-ангусской породы в возрасте 18 месяцев в сравнении с 12-месячными животными, отмечено большее содержание таких незаменимых аминокислот, как валин, лейцин, изолейцин и фенилаланин, разница составила 6,82 % ($P > 0,05$), 3,60 %, 1,25 % соответственно (рисунок 2). Концентрация лизина, метионина, триптофана в мясе бычков абердин-ангусской породы 12- и 18-месячного возраста была одинакова – 1,78, 0,50 и 0,41 г/100 г мяса [22]. Большее

содержание гистидина и треонина выявлено в мясе, полученном от молодняка в возрасте 12 месяцев, различие составило 1,10 и 1,09 % соответственно.

Установлено, что мясо бычков абердин-ангусской породы 18-месячного возраста в сравнении с мясом, полученным от бычков 12-месячного возраста, содержало большее количество серина, глицина, тирозина, аспаргиновой кислоты, аланина на 5,00; 3,37; 2,20; 1,97; 1,63 % соответственно. В мясе 12-месячного молодняка абердин-ангусской породы в сравнении с мясом, полученным от 18-месячных животных, обнаружено большее количество глутаминовой кислоты, оксипролина, аргинина на 2,36; 2,74 и 2,56 % соответственно. Содержание цистина в мясе животных изучаемых возрастов было одинаковое и составило 0,22 г/100 г.

из рисунков 3 и 4 видно, что в мясе бычков абердин-ангусской породы 12- и 18-месячного возраста содержится больше всего глутамин – 16,00 и 15,47 %, аспаргиновой кислоты – 10,70 и 10,83 %, лизина – 9,57 и 9,50 %, аргинина – 8,39 и 8,11 %, лейцина – 7,20 и 7,42 %, аланина – 6,50 и 6,56 % от общего содержания всех аминокислот соответственно. На долю остальных аминокислот приходится от 0,40 до 4,90 %

Известно, что способ оценки биологической ценности мяса основан на определении концентрации триптофана и оксипролина. Отношение аминокислот «триптофан : оксипролин», или белково-качественный показатель мяса (БКП) у молодняка абердин-ангусской породы 12-месячного возраста составил 5,55, а у бычков этой же породы 18-месячного возраста – 5,73, разница 3,14 % (таблица 1).

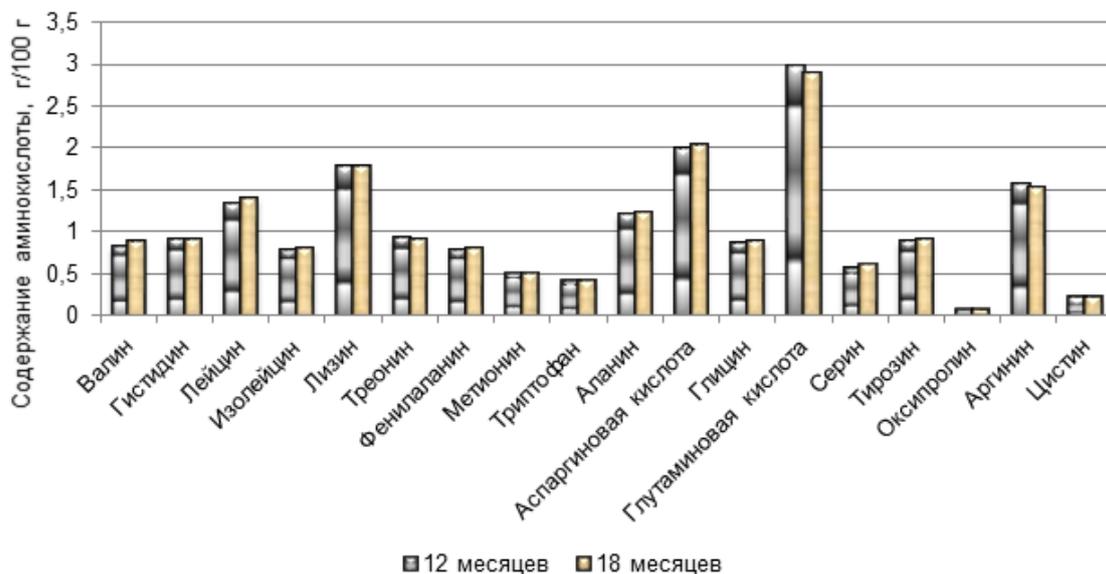


Рисунок 2 – Содержание аминокислот в мясе бычков абердин-ангусской породы в 12 и 18-месячном возрасте (г/100 г)

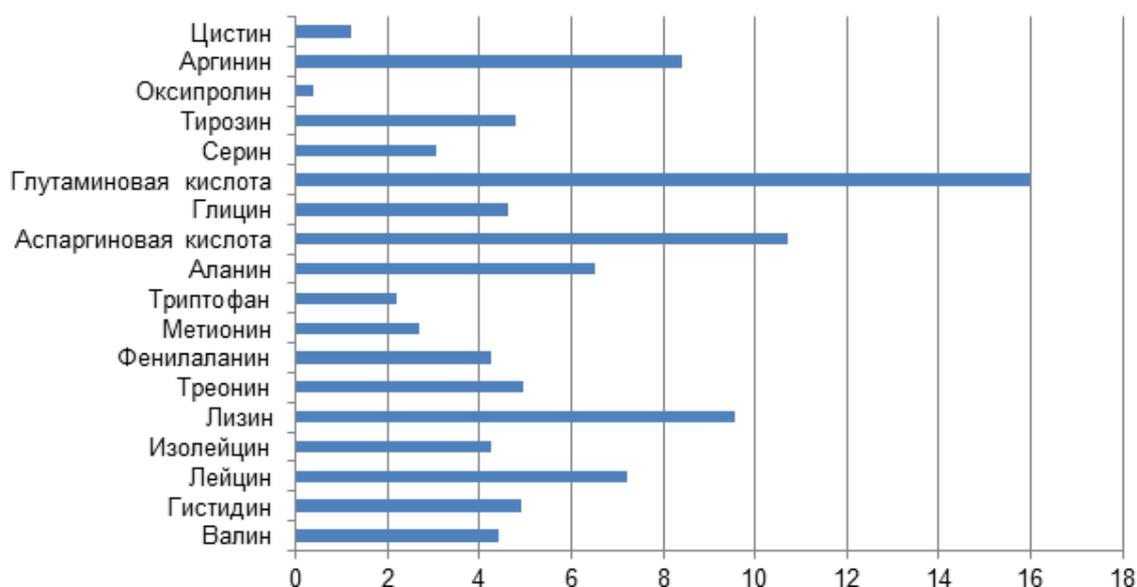


Рисунок 3 – Аминокислотный состав мяса бычков абердин-ангусской породы 12-месячного возраста, %

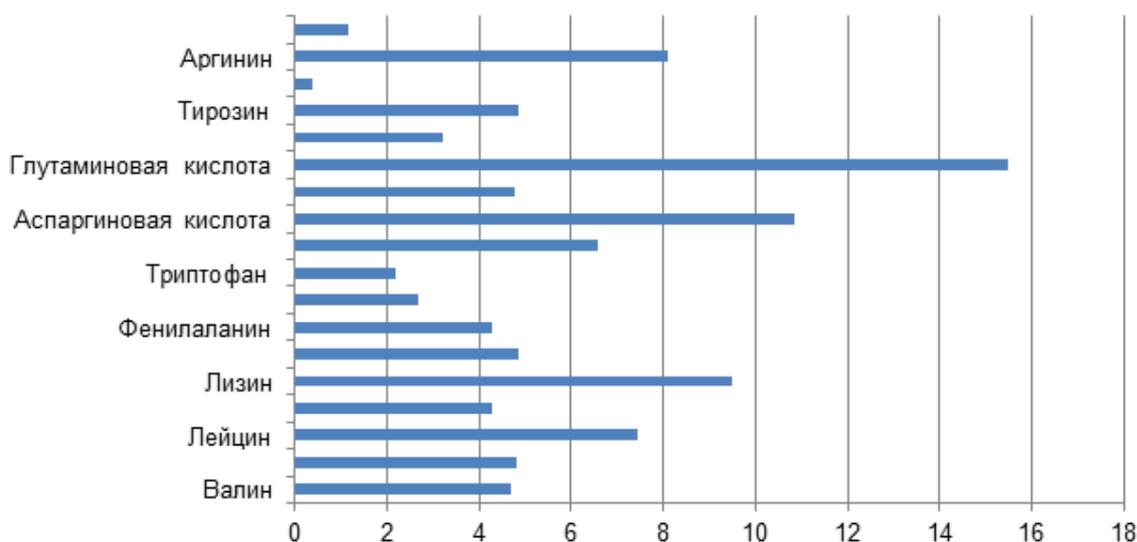


Рисунок 4 – Аминокислотный состав мяса бычков абердин-ангусской породы 18-месячного возраста, %

Таблица 1 – Биологическая ценность мяса, полученного от бычков абердин-ангусской породы

| Показатель | Возраст животных | | | |
|----------------------------------|------------------------|-------|------------------------|-------|
| | 12 месяцев | | 18 месяцев | |
| | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | Cv, % | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | Cv, % |
| БКП | 5,55±0,09 | 2,88 | 5,73±0,07 | 2,2 |
| Отношение «метионин : триптофан» | 1,23±0,02 | 3,3 | 1,22±0,02 | 3,3 |
| АИ | 0,56±0,01 | 3,7 | 0,57±0,01 | 3,7 |
| АКС валин | 20,42±0,36 | 3,1 | 22,08±0,36 | 3,1 |
| АКС изолейцин | 19,83±0,36 | 3,2 | 20,08±0,36 | 3,2 |
| АКС метионин + цистеин | 20,67±0,48 | 4,0 | 20,48±0,48 | 4,0 |
| АКС лейцин | 19,10±0,62 | 5,7 | 19,81±0,62 | 5,7 |
| АКС треонин | 23,08±0,44 | 3,3 | 22,75±0,44 | 3,3 |
| АКС триптофан | 40,67±0,33 | 1,4 | 40,67±0,33 | 1,4 |
| АКС фенилаланин + тирозин | 28,11±0,43 | 2,7 | 28,44±0,43 | 2,7 |
| ИНАК | 0,28±0,003 | 1,9 | 0,28±0,003 | 1,9 |

Отношение «метионин : триптофан» у животных абердин-ангусской породы в 12 месяцев составило 1,23, а в 18 месяцев – 1,22. Аминокислотный индекс мяса 18-месячных бычков абердин-ангусской породы на 1,75 % был больше, чем у 12-месячного молодняка. Аминокислотный скор таких аминокислот, как валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и тирозин, у бычков в возрасте 18 месяцев превышал показатель 12-месячных животных на 7,52; 1,25; 3,58; 1,16 % соответственно. Аминокислотный скор триптофана у молодняка абердин-ангусской породы в 12 и 18 месяцев был одинаковым. Полученное значение ИНАК указывает на «хорошее» качество белка.

На рисунке 5 приведены данные по содержанию аминокислот в мясе бычков герефордской породы разного возраста. Установлено, что в мясе молодняка 18-месячного возраста герефордской породы в сравнении с животными 12-месячного возраста превалировало содержание лейцина (на 5,22 % ($P>0,05$)), тирозина (на 4,44 %), фенилаланина (на 3,57 %), гистидина (на 3,19 %), оксипролина (на 2,67 %), глутаминовой кислоты (на 2,26 %), аспаргиновой кислоты (на 1,48 %), глицина (на 1,15 %). Содержание метионина и триптофана в мясе исследуемых животных обоих возрастов было одинаково – 0,49 и 0,40 г/100 г соответственно. У бычков 12-месячного возраста выявлено большее содержание валина, изолейцина, лизина и треонина, по сравнению с животными 18-месячного возраста на 8,08 ($P>0,05$); 1,27; 1,10 и 1,01 % соответственно. При этом у бычков герефордской породы обоих возрастов было одинаковое количество аргинина (1,65 г/100 г), аланина – (1,15 г/100 г), серина – (0,39 г/100 г), цистина (0,20 г/100 г).

Из рисунков 6 и 7 следует, что в мясе молод-

няка герефордской породы 12- и 18-месячного возраста содержится больше всего глутамина – 14,24 и 14,45 %, аспаргиновой кислоты – 10,96 и 11,03 %, лизина – 9,97 и 9,78 %, аргинина – 9,03 и 8,97%, лейцина – 6,97 и 7,28 %, аланина – 6,30 и 6,25 % соответственно от общего содержания всех аминокислот. На долю других аминокислот приходится от 0,40 до 5,42 %

Выявлено, что БКП мяса был больше у молодняка герефордской породы 18-месячного возраста (5,49), по сравнению с 12-месячными бычками, на 0,06 (таблица 2). Показатели «метионин : триптофан» и аминокислотный индекс у исследуемых животных составили 1,22 и 0,59 соответственно в 12 и 18 месяцев.

Поаминокислотному скору валина, изолейцина, треонина большие значения были у животных 12-месячного возраста в сравнении с бычками в возрасте 18 месяцев на 8,40; 1,66 и 0,36 % соответственно. Аминокислотный скор кислот метионин+цистеин, триптофану молодняка обоих изучаемых возрастов был одинаковым. Полученное значение ИНАК мяса бычков герефордской породы указывает на «хорошее» качество белка.

Заключение. Результаты проведенного исследования указывают на то, что мясо, получаемое от молодняка абердин-ангусской и герефордской пород, было ценным в биологическом отношении. Высокие показатели белково-качественных характеристик свидетельствуют о достоинствах мяса бычков абердин-ангусской и герефордской пород, что имеет важное значение для пищевой индустрии и здоровья потребителей.

Показатели аминокислотного индекса и индекса незаменимых аминокислот мяса, полученного от животных абердин-ангусской и герефорд-

Таблица 2 – Биологическая ценность мяса, полученного от бычков герефордской породы

| Показатель | Возраст животных | | | |
|----------------------------------|------------------------|-------|------------------------|-------|
| | 12 месяцев | | 18 месяцев | |
| | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | Cv, % | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | Cv, % |
| БКП | 5,34±0,25 | 8,2 | 5,49±0,23 | 7,2 |
| Отношение «метионин : триптофан» | 1,22±0,05 | 7,4 | 1,22±0,05 | 7,4 |
| АИ | 0,59±0,01 | 1,9 | 0,59±0,01 | 1,9 |
| АКС валин | 24,75±1,42 | 10,0 | 22,67±1,42 | 10,0 |
| АКС изолейцин | 19,83±0,22 | 1,9 | 19,50±0,22 | 1,9 |
| АКС метионин + цистеин | 19,52±0,38 | 3,4 | 19,52±0,38 | 3,4 |
| АКС лейцин | 18,19±0,29 | 2,8 | 19,14±0,29 | 2,8 |
| АКС треонин | 24,67±1,45 | 10,2 | 24,58±1,45 | 10,2 |
| АКС триптофан | 40,00±1,73 | 7,5 | 40,00±1,73 | 7,5 |
| АКС фенилаланин + тирозин | 27,89±1,06 | 6,6 | 28,94±1,06 | 6,6 |
| ИНАК | 0,28±0,003 | 2,4 | 0,28±0,003 | 2,4 |

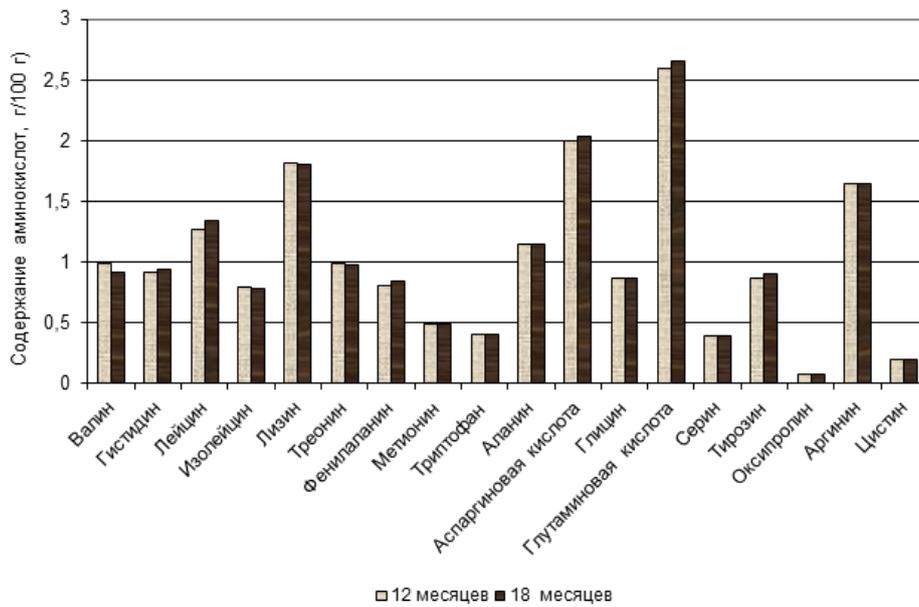


Рисунок 5 – Содержание аминокислот в мясе бычков герефордской породы в 12- и 18-месячном возрасте (г/100 г)

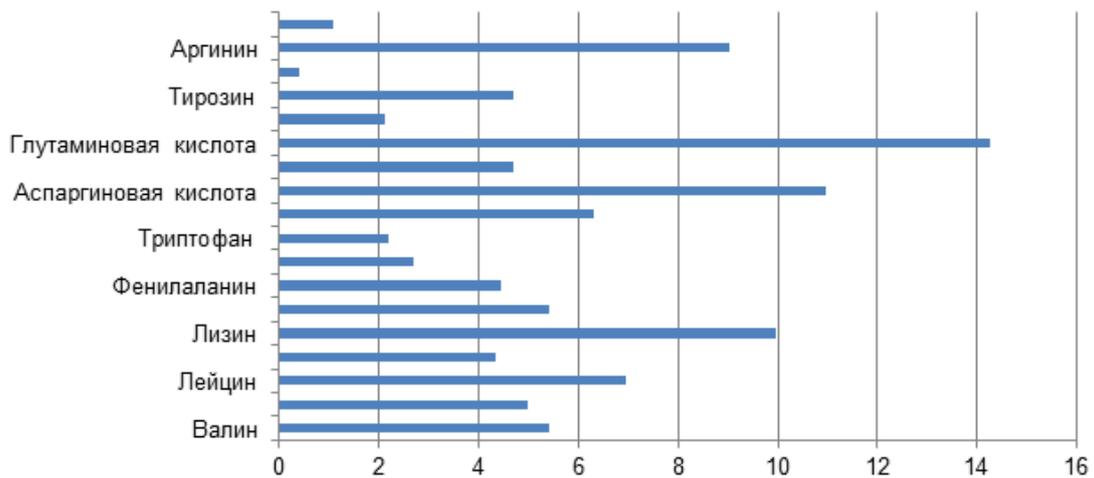


Рисунок 6 – Аминокислотный состав мяса бычков герефордской породы в 12-месячном возрасте, %

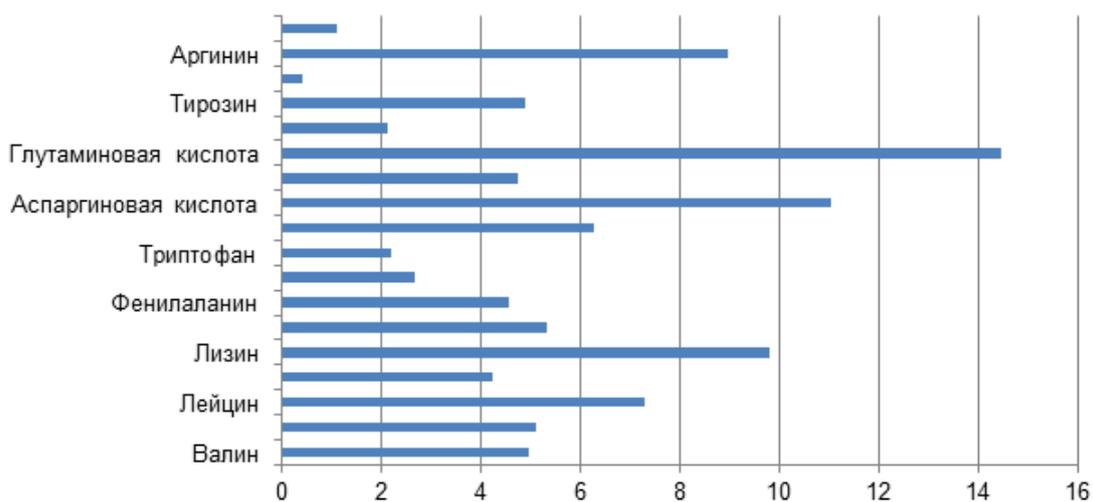


Рисунок 7 – Аминокислотный состав мяса бычков герефордской породы в 18-месячном возрасте, %

ской пород в возрасте 12 и 18 месяцев, указывают на его высокую питательную ценность. Мясо 18-месячных бычков обеих изучаемых пород имеет более выраженные качественные параметры. Это открывает возможности для дальнейших исследований в области технологии кормления и содержания крупного рогатого скота, направленных на улучшение пищевой ценности мяса.

Список источников

1. Alekseeva E., Kolchina V. Amino acid composition of beef obtained from the specialized meat cattle // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. Vol. 341. P. 012136. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012136. EDN: MGWSMY.
2. Сафонов С.Н. Эффективные технологии мясного скотоводства в условиях Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 1 (45). С. 40-46. EDN: LUKVDS.
3. Шевелева О.М., Логинов С.В., Иваков М.С. Породный состав и продуктивность крупного рогатого скота мясного направления продуктивности в Тюменской области // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3 (43). С. 57-63. DOI: 10.52463/22274227_2022_43_57. EDN: NOFXIZ.
4. Sukhanova S.F., Bischokov R.M. Identifying Mobile Indicators that Reflect the Functioning of Biological Systems Depending on the Environmental Factors // International scientific and practical conference «Agro-SMART – Smart solutions for agriculture» (Agro-SMART 2018). 2018. Vol. 151. P. 95-100. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.19. EDN: XHNSVM.
5. Бисчоков Р.М., Суханова С.Ф. Основные факторы, оказывающие влияние на биологические объекты // Научно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса в реализации Государственной программы развития сельского хозяйства до 2020 года: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. С. 413-418. EDN: FCZEAS.
6. Суханова С.Ф., Лещук Т.Л., Бисчоков Р.М. Математическое обоснование действия внешних факторов, влияющих на биологический объект // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 1 (29). С. 46-50. EDN: OUJIZV.
7. Мясная продуктивность и качество мяса молодняка калмыцкой и лимузинской пород в условиях предгорной зоны Чеченской Республики / М.О. Байтаев [и др.] // Вестник Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова. 2015. № 3 (19). С. 112-116. EDN: VCQDVL.
8. Суханова С.Ф., Засыпкин А.Л. Пищевая ценность компонентов свинины в связи с использованием добавки Ветвитал В // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2018. № 8. С. 9-16. EDN: YACNYT.
9. Суханова С.Ф., Алексеева Е.И. Продуктивные качества мясного скота в условиях Зауралья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 10 (156). С. 161-167. EDN: ZIFVCN.
10. Влияние генотипа бычков на биологическую полноценность физико-химические и технологические свойства длинной мышцы спины / В.В. Толочка [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2024. № 3 (76). С. 58-63. DOI: 10.34655/bgsha.2024.76.3.008. EDN: JLUVRT.
11. Емельяненко А.В., Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф. Химический состав и биологическая ценность мяса бычков мясных пород // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 3 (83). С. 318-320 / DOI: 10.37670/2073-0853-2020-83-3-318-321. EDN: QKCCBO.
12. Ранделин Д.А., Николаев С., Суторма О.А. Химический и биохимический состав мяса бычков черно-пестрой, абердин-ангусской пород и их помесей // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2007. № 2 (6). С. 48-51. EDN: MRMWZV.
13. Зубко И.Г., Танана Л.А., Пресняк А.Р. Аминокислотный состав и показатели безопасности мяса бычков различных генотипов // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2016. Т. 5. № 1. С. 8-13. EDN: VWLQDL.
14. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 1976. 304 с.
15. ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения. М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1991. 19 с.
16. ГОСТ 33818-2016 Мясо. Говядина высококачественная. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.
17. Прижизненная и послеубойная оценка мясной продуктивности крупного рогатого скота / Под ред. Н.В. Борисова, Б.О. Инербаева. Новосибирск, 2005. 169 с.
18. Пищевая химия: учебник / А.П. Нечаев [и др.] / Под ред. А.П. Нечаева. 5-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2012. 672 с. ISBN: 978-5-98879-143-0.
19. Алексеева Е.И., Лещук Т.Л. Белковая ценность мяса крупного рогатого скота // Безопасность

сырья и продуктов питания в современном аспекте: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган: Изд-во Курганского ГУ, 2023. С. 51-57. EDN: YWKJIO.

20. Никитина М.А., Зверев С.В. Оценка качества животного белка // Все о мясе. 2018. № 1. С. 50-55. DOI: 10.21323/2071-2499-2018-1-50-55. EDN: YWEMAU.

21. ГОСТ Р ИСО 3534-1-2019 Национальный стандарт Российской Федерации. Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей. М.: Стандартинформ, 2020. 66 с.

22. Аминокислотный состав говядины, полученной от скота специализированных мясных пород / Е.И. Алексеева [и др.] // Главный зоотехник. 2022. № 8 (229). С. 3-10. DOI: 10.33920/sel-03-2208-01. EDN: YMPWPJ.

References

1. Alekseeva E., Kolchina V. Amino acid composition of beef obtained from the specialized meat cattle. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The proceedings of the conference AgroCON-2019*. 2019; (341): 012136. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012136. EDN: MGWSMY.

2. Safonov S.N. Effektivnyye tekhnologii myasnogo skotovodstva v usloviyakh Kurganskoy oblasti [Effective technologies of beef cattle breeding in the conditions of the Kurgan region]. *Vestnik Kurganskoy GSXA*. 2023; 1(45): 40-46. EDN: LUKVDS. (In Russ).

3. Sheveleva O.M., Loginov S.V., Ivakov M.S. Porodnyi sostav i produktivnost' krupnogo rogatogo skota myasnogo napravleniya produktivnosti v Tyumenskoy oblasti [Breed composition and productivity of beef cattle in the Tyumen region]. *Vestnik Kurganskoy GSXA*. 2022; 3(43): 57-63. DOI: 10.52463/22274227_2022_43_57. EDN: NOFXIZ. (In Russ).

4. Sukhanova S.F., Bischokov R.M. Identifying Mobile Indicators that Reflect the Functioning of Biological Systems Depending on the Environmental Factors. *International scientific and practical conference «Agro-SMART - Smart solutions for agriculture» (Agro-SMART 2018)*. 2018; (151): 95-100. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.19. EDN: XHHSV. (In Russ).

5. Bischokov R.M., Sukhanova S.F. Osnovnyye faktory, okazyvayushchie vliyaniye na biologicheskie ob"ekty [The main factors influencing biological objects]. A collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev «Scientific and technical support for the agro-industrial complex in the implementation of the State Program for the Development of Agriculture until 2020».

Kurgan: Kurganskaya GSKhA; 2019: 413-418. EDN: FCZEAS. (In Russ).

6. Sukhanova S.F., Leshchuk T.L., Bischokov R.M. Matematicheskoe obosnovaniye deistviya vneshnikh faktorov, vliyayushchikh na biologicheskii ob"ekt [Mathematical justification of the action of external factors influencing a biological object]. *Vestnik Kurganskoy GSXA*. 2019; 1(29): 46-50. EDN: OUJIZV. (In Russ).

7. Baytaev M.O. et al. Myasnaya produktivnost' i kachestvo myasa molodnyaka kalmytskoi i limuzinskoi porod v usloviyakh predgornoi zony Chechenskoy Respubliki [Meat productivity and meat quality of young Kalmyk and Limousin breeds in the conditions of the foothill zone of the Chechen Republic]. *Vestnik Chechenskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.A. Kadyrova*. 2015; 3(19): 112-116. EDN: VCQDVL. (In Russ).

8. Sukhanova S.F., Zasytkin A.L. Pishchevaya tsennost' komponentov svininy v svyazi s ispol'zovaniem dobavki Vetvital V [Nutritional value of pork components in connection with the use of the additive Vetvital B]. *Feeding of agricultural animals and feed production*. 2018; (8): 9-16. EDN: YACNYT. (In Russ).

9. Sukhanova S.F., Alekseeva E.I. Produktivnyye kachestva myasnogo skota v usloviyakh Zaural'ya [Productive qualities of beef cattle in the conditions of the Trans-Urals]. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2017; 10(156): 161-167. EDN: ZIFVCN. (In Russ).

10. Tolochka V.V. et al. Vliyaniye genotipa bychkov na biologicheskuyu polnotsennost' fiziko-khimicheskie i tekhnologicheskie svoystva dlinneishei myshtsy spiny [The influence of the genotype of bulls on the biological value, physical, chemical and technological properties of the longest muscle of the back]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova*. 2024; 3(76): 58-63. DOI: 10.34655/bgsha.2024.76.3.008. EDN: JLUVRT. (In Russ).

11. Emelyanenko A.V., Kayumov F.G., Tretyakova R.F. Khimicheskii sostav i biologicheskaya tsennost' myasa bychkov myasnykh porod [Chemical composition and biological value of meat of bulls of meat breeds]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020; 3(83): 318-320. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-83-3-318-321. EDN: QKCCBO. (In Russ).

12. Randelin D.A., Nikolaev S., Sutorma O.A. Khimicheskii i biokhimicheskii sostav myasa bychkov cherno-pestroi, aberdin-angusskoi porod i ikh pomesei [Chemical and biochemical composition of meat of bulls of Black-and-White, Aberdeen-Angus breeds and their crosses]. *Proceedings of lower volga agro-university complex: science and higher education*. 2007; 2(6): 48-51. EDN: MRMWZV. (In Russ).

13. Zubko I.G., Tanana L.A., Presnyak A.R. Aminokislotnyi sostav i pokazateli bezopasnosti myasa bychkov razlichnykh genotipov [Amino acid composition and safety indicators of meat of bulls of different

genotypes]. Collection of scientific papers of the North Caucasian Research Institute of Animal Husbandry. 2016; 5(1): 8-13. EDN: VWLQDL. (In Russ).

14. Ovsyannikov A.I. *Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve* [Basics of experimental work in animal husbandry]. M.: Kolos; 1976: 304. (In Russ).

15. GOST 24026-80 *Issledovatel'skie ispytaniya. Planirovanie eksperimenta. Terminy i opredeleniya* [Research tests. Experimental planning. Terms and definitions.]. M.: Gosudarstvennyi komitet SSSR po upravleniyu kachestvom produktsii i standartam; 1991: 19. (In Russ).

16. GOST 33818-2016 *Myaso. Govyadina vysokokachestvennaya. Tekhnicheskie usloviya* [Meat. High-quality beef. Technical conditions]. M.: Standartinform; 2019: 12. (In Russ).

17. *Prizhiznennaya i posleuboinavaya otsenka myasnoi produktivnosti krupnogo rogatogo skota* [Intravital and post-slaughter assessment of beef productivity of cattle] / In: N.V. Borisova, B.O. Inerbaeva, editors. Novosibirsk; 2005: 169. (In Russ).

18. Nechaev A.P. et al. *Pishchevaya khimiya: uchebnik* [Food Chemistry: Textbook]. In: A.P. Nechaev, editor. Saint Petersburg: GIORD; 2012: 672. ISBN: 978-5-98879-143-0. (In Russ).

19. Alekseeva E.I., Leshchuk T.L. *Belkovaya tsennost' myasa krupnogo rogatogo skota* [Protein value of beef meat]. Collection of articles based on the materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference «Safety of raw materials and food products in a modern aspect». Kurgan: Izd-vo Kurganskii GU; 2023: 51-57. EDN: YWKJIO. (In Russ).

20. Nikitina M.A., Zverev S.V. *Otsenka kachestva zhivotnogo belka* [Animal protein quality assessment]. *Vsyo o myase*. 2018; (1): 50-55. DOI: 10.21323/2071-2499-2018-1-50-55. EDN: YWEMAU. (In Russ).

21. GOST R ISO 3534-1-2019 *Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii. Statisticheskie metody. Slovar' i uslovnye oboznacheniya. Chast' 1. Obshchie statisticheskie terminy i terminy, ispol'zuemye v teorii veroyatnostei* [National standard of the Russian Federation. Statistical methods. Vocabulary and symbols. Part 1. General statistical terms and terms used in probability theory]. M.: Standartinform; 2020: 66. (In Russ).

22. Alekseeva E.I. et al. *Aminokislотноy sostav govyadiny, poluchennoi ot skota spetsializirovannykh myasnykh porod* [Amino acid composition of beef obtained from cattle of specialized meat breeds]. *Glavnyi zootekhnik*. 2022; 8(229): 3-10. DOI: 10.33920/sel-03-2208-01. EDN: YMPWPJ. (In Russ).

ВКЛАД АВТОРОВ

Алексева Е.И. – концепция исследования; написание исходного текста; итоговые выводы.

Суханова С.Ф. – научное руководство; концепция исследования; итоговые выводы.

Морозов В.Ю. – редакция статьи, формулирование выводов, внедрение результатов.

AUTHOR CONTRIBUTION

Alekseeva, E.I. – the concept of the study; writing the original text; final conclusions.

Sukhanova, S.F. – scientific guidance; research concept; final conclusions.

Morozov V.Yu. – editing of the article, formulation of conclusions, implementation of results.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Эксперименты с животными проводились в соответствии с Руководством Национального института здравоохранения по уходу и использованию лабораторных животных (<http://oacu.od.nih.gov/regs/index.htm>). Все эксперименты с животными проводились в соответствии с принципами, выраженными в Хельсинской декларации (Declaration of Helsinki).

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

The animal experiments were conducted in accordance with the Guidelines of the National Institute of Health on the Care and Use of Laboratory Animals (<http://oacu.od.nih.gov/regs/index.htm>). All the animal experiments were conducted in accordance with the principles expressed in the Declaration of Helsinki.

Информация об авторах

Е.И. Алексева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 257461.

С.Ф. Суханова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; AuthorID 149859.

В.Ю. Морозов – доктор ветеринарных наук, профессор; AuthorID 387972.

Information about the author

E.I. Alekseeva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 257461.

S.F. Sukhanova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor; AuthorID 149859.

V.Yu. Morozov – Doctor of Veterinary Sciences, Professor; AuthorID 387972.--

Статья поступила в редакцию 12.11.2024; одобрена после рецензирования 25.11.2024; принята к публикации 17.12.2024.

The article was submitted 12.11.2024; approved after reviewing 25.11.2024; accepted for publication 17.12.2024.