

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ДЛИННЕЙШЕЙ МЫШЦЫ СПИНЫ СВИНЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ПОРОДЫ И ИХ ПОМЕСЕЙ С КОММЕРЧЕСКИМИ ПОРОДАМИ

С. М. Чыдым, аспирант

М. Л. Кочнева, доктор биологических наук, профессор

К. В. Жучаев, доктор биологических наук, профессор

В. В. Гарт, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Е. А. Борисенко, кандидат биологических наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: chidim-sirga@mail.ru

Ключевые слова: аминокислотный профиль, длиннейшая мышца спины, свиньи, кемеровская порода.

Реферат. Представлены результаты оценки аминокислотного профиля длиннейшей мышцы спины кемеровской породы свиней и её двухпородных и трехпородных помесей с коммерческими породами. Наибольшая сумма аминокислот установлена в мясе чистопородных животных по сравнению с двух- и трехпородными. По содержанию таких аминокислот, как фенилаланин, аспарагиновая кислота, серин, глутаминовая кислота чистопородные животные достоверно превышали помесей. Показано, что изученные группы животных по всем аминокислотам превышали эталонные показатели FAO, за исключением лизина. Выявлено влияние пола на аминокислотный состав мяса у чистопородных животных, поскольку хрячки достоверно превышали свинок по 8 аминокислотам из 17 исследованных. Между содержанием ряда аминокислот в образцах мяса установлены достоверные коэффициенты корреляции, совпадающие во всех группах свиней.

OF THE LONGEST BACK MUSCLE OF KEMEROVO PIGS AND THEIR CROSSBREDS WITH COMMERCIAL BREEDS

S. M. Chydym, Graduate Student

M. L. Kochneva, Doctor of Biological Sciences, Professor

K. V. Zhuchaev, Doctor of Biological Sciences, Professor

V. V. Garth, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

E. A. Borisenko, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Novosibirsk State Agrarian University

Key words: amino acid profile of the longest back muscle, pigs, Kemerovo breed.

Abstract. The results of the assessment of the amino acid profile of the longest muscle of the back of the Kemerovo breed of pigs and its two-breed and three-breed crosses with commercial breeds are presented. The largest amount of amino acids is found in the meat of purebred animals in comparison with two- and three-breed animals. In terms of the content of such amino acids as phenylalanine, aspartic acid, serine, glutamic acid, purebred animals significantly exceeded hybrids. It was shown that the studied groups of animals for all amino acids exceeded the FAO reference values, with the exception of lysine. The influence of gender on the amino acid composition of meat in purebred animals was revealed, since boars significantly exceeded pigs in 8 amino acids out of 17 studied. Reliable correlation coefficients were established between the content of a number of amino acids in meat samples, which coincide in all groups of pigs.

Современный этап развития мировой свиноводческой промышленности характеризуется использованием ограниченного числа пород. Так, в России на долю крупной белой породы отечественной и импортной селекции приходится 63 % племенного поголовья; ландрасов, йор-

кширов и дюрок – 35, и лишь 2 % – на остальные породы [1]. Утрата генетического разнообразия негативно сказывается на продовольственной безопасности и питании населения. Исходя из этого оценка разнообразия является необходимым условием для управления генетическими ресурсами сельскохозяйственных животных и их сохранения [2, 3].

В настоящее время вопросам сохранения биоразнообразия уделяется особое внимание. Источники новых генетических вариаций необходимы для расширения генетического разнообразия используемых синтетических линий, а также для того, чтобы гибко реагировать на запросы потребительского рынка [3].

С точки зрения пищевой и биологической ценности мяса главными его составляющими являются белки [4]. Большинство белков мяса относят к полноценным, что делает их обязательными в рационах питания [5].

Представление о биологической ценности основано на изучении закономерностей обмена белковых веществ, кроме этого, под биологической ценностью в настоящее время понимают степень накопления азота [6]. Белки являются основным строительным материалом, поддерживают осмотическое и онкотическое равновесие, участвуют почти во всех процессах, поэтому организм человека ограничен в резерве белка, и, следовательно, поступление белков соответствующей суточной потребности должно быть обеспечено пищей [7].

Каждый вид животного имеет свой специфический набор белков. Все аминокислоты должны сбалансированно поступать в организм, так как при нарушении их поступления или синтеза сдвигается равновесие белкового анаболизма и катаболизма в сторону преобладания собственных белков организма [8], в том числе ферментов. Клетки организма человека не могут синтезировать необходимые белки, если в составе пищи отсутствует хотя бы одна незаменимая аминокислота [7]. К настоящему времени известно более сотни аминокислот, но из них только 20 являются протеиногенными [9].

Заменимые аминокислоты синтезируются в организме человека, но их поступление вместе с белком мяса способствует полноценному использованию организмом незаменимых аминокислот. Аминокислотный состав свинины полностью соответствует формуле сбалансированного питания по содержанию заменимых и незаменимых аминокислот [10].

В настоящий момент в России экономические санкции и эмбарго на ввоз мясных продуктов из стран зарубежья сформировали условия для реализации генетического потенциала отечественных пород сельскохозяйственных животных. Использование генофонда локальных пород в разведении животных позволяет повысить адаптивные качества заводских пород [11] и расширить их генетическое разнообразие, которое поддерживается видовыми, популяционными и индивидуальными особенностями организма [12, 13], а также играет важнейшую роль в поддержании и обеспечении устойчивого развития и благополучия человечества.

В этой связи всестороннее исследование интерьерных, продуктивных и других биологических признаков животных, поиск ассоциаций между признаками в популяциях локальных пород, к которым, в том числе, относится кемеровская порода свиней, является актуальным. Свиньи кемеровской породы приспособлены к суровому резко-континентальному климату Сибири [14]. Животные выносливы, отличаются высокой жизнеспособностью, имеют хорошие репродуктивные способности, высокие вкусовые качества мяса, обусловленные, в частности, повышенным содержанием внутримышечного жира.

Целью нашего исследования явилось изучение аминокислотного профиля мышечной ткани свиней кемеровской породы и их помесей с коммерческими мясными породами.

Для проведения исследований были отобраны чистопородные животные локальной кемеровской породы свиней (К), достигшие живой массы 90–115 кг, разводимые в Кемеровской области, а также двухпородные помеси кемеровской породы с ландрасами (К×Л), и трехпородные помеси с ландрасами и пьетренами (К×Л×П). Исследованные животные находились в оди-

наковых условиях содержания и кормления. Всего было исследовано 90 животных (кастраты и свинки), из них 54 чистопородных животных кемеровской породы и по 18 двухпородных и трехпородных помесей.

Для определения аминокислотного состава мяса животных отбирали образцы (50–60 г) длиннейшей мышцы спины в области последних грудных позвонков. Подготовка образцов для анализа заключалась в их измельчении с последующей сушкой в сушильной камере при температуре 65 ± 2 °С. Метод основан на выделении гигроскопической влаги из исследуемого объекта при заданной температуре. Высушивание образцов мяса производили в керамических чашках с последующим их взвешиванием с точностью до 0,01 г через определенный промежуток времени. Первое взвешивание производили через 3 ч, а затем через каждый час. После каждого цикла высушивания чашки с образцами охлаждали 20–30 мин перед взвешиванием. Когда уменьшение массы образца мяса не превышало 0,002 г, процесс сушки завершали. Полученные образцы мяса гомогенизировали на дисковидной мельнице.

Аминокислотный состав мышечной ткани свиней определяли на инфракрасном спектрофотометре ИК-4250.

Для характеристики биологической ценности свинины были рассчитаны следующие коэффициенты:

1) аминокислотный скор – соотношение аминокислотного состава с идеальной шкалой аминокислот, рассчитываемое по формуле

$$C = \text{Снак}_{\text{иссл}} / \text{Снак}_{\text{ст}} \cdot 100,$$

где $\text{Снак}_{\text{иссл}}$ и $\text{Снак}_{\text{ст}}$ – содержание незаменимой аминокислоты (г/100 г) исследуемого и стандартного белка соответственно;

2) белково-качественный показатель (БКП) – отношение содержание триптофана к оксипролину;

3) аминокислотный индекс ($\Sigma\text{нак}/\Sigma\text{зак}$) – отношение суммы незаменимых аминокислот к сумме заменимых.

Полученные данные были протестированы на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка. Различия между группами оценивали однофакторным дисперсионным анализом с использованием критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони.

Связь между содержанием аминокислот в образцах мяса свиней оценивали с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

Для оценки меры сходства между чистопородными животными и их помесями по содержанию аминокислот использовали расстояние Евклида, а при формировании кластеров использовали метод «ближайшего соседа».

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel и STATISTICA 6.0.

Результаты исследований аминокислотного состава длиннейшей мышцы спины свиней кемеровской породы и их помесей свидетельствуют о том, что наблюдается тенденция повышенного содержания большинства аминокислот в мясе чистопородных животных (табл. 1, 2).

Установлены достоверные различия по содержанию валина у чистопородных животных и двухпородных в сравнении с трехпородными помесями ($P < 0,01$). При этом у животных, полученных от трехпородного скрещивания, содержание валина было несколько ниже в сравнении с эталонным показателем [15].

Содержание треонина было выше в 1,2 раза у двухпородных помесей ($P < 0,05$) и в 1,4 раза – у трехпородных ($P < 0,01$).

Таблица 1

Скор и содержание незаменимых аминокислот (г/100 г белка) в длиннейшей мышце спины у свиней разных групп

Аминокислота	К	Скор, %	К×Л	Скор, %	К×Л×П	Скор, %	Эталон ФАО/ВОЗ [15]
Лизин	8,27±0,12	118	8,09±0,09	116	7,83±0,12	112	7,00
Треонин	4,31±0,20	106	3,68±0,10	92	3,12±0,18	78	4,00
Валин	5,87±0,17	117	5,88±0,08	118	4,96±0,27	99	5,00
Метионин	1,91±0,12	109	2,09±0,11	119	2,33±0,11	133	1,75
Изолейцин	5,41±0,10	135	5,38±0,06	135	4,83±0,14	121	4,00
Лейцин	6,94±0,10	99	6,87±0,08	98	6,75±0,13	96	7,00
Фенилаланин	0,77±0,06	218	0,45±0,06	136	0,47±0,14	142	0,33
Триптофан	1,13±0,03	113	1,11±0,02	111	1,00±0,02	100	1,00

Содержание фенилаланина в мясе чистопородных свиней было примерно в 1,6 раза выше, чем у помесных ($P<0,01$). Установленный нами уровень этой незаменимой аминокислоты во всех группах животных был несколько выше её содержания в «идеальном белке».

Так же как и в случае с валином, были выявлены более высокие значения по содержанию в мясе изолейцина у чистопородных животных и двухпородных помесей по сравнению с трехпородными ($P<0,05$). Аналогичная закономерность обнаружена по содержанию триптофана.

Содержание всех незаменимых аминокислот, за исключением лейцина, в мясе чистопородных свиней было выше эталонных значений. Интересно отметить, что по содержанию лейцина наблюдается снижение показателя в сравнении с эталоном и у помесных животных. Выявлена тенденция к снижению содержания метионина в белке мяса в зависимости от кровности по кемеровской породе свиней.

Во всех группах наибольшее значение сора было выявлено по фенилаланину. Из представленных данных следует, что мышечная ткань кемеровской породы лимитирована по лейцину (99%). У двухпородных помесей лимитирующими аминокислотами были треонин и лизин, а у трехпородных наряду с этими аминокислотами еще и валин. Таким образом, показана тенденция к снижению сора в зависимости от доли кровности кемеровской породы по лизину, треонину и триптофану.

Наименьшая сумма незаменимых аминокислот была характерна для трехпородных свиней, тогда как двухпородные помеси и чистопородные животные различались между собой незначительно на фоне несущественного превалирования кемеровской породы.

Таблица 2

Содержание заменимых аминокислот (г/100 г белка) в длиннейшей мышце спины у свиней разных групп

Аминокислота	К	К×Л	К×Л×П	Эталон ФАО/ВОЗ [2]
Оксипролин	0,14±0,03	-	-	0,01
Гистидин	2,96±0,03	2,86±0,03	2,76±0,09	2,2
Аспарагиновая кислота	9,03±0,20	7,78±0,32	7,77±0,47	10,2
Серин	5,02±0,29	3,93±0,27	3,52±0,47	4,6
Глутаминовая кислота	12,09±0,25	11,39±0,22	10,83±0,27	16,8
Глицин	6,95±0,11	6,74±0,14	7,03±0,12	3,8
Аланин	6,32±0,19	6,77±0,11	5,80±0,21	3,7
Тирозин	3,13±0,11	3,42±0,06	3,53±0,09	3,00
Пролин	6,54±0,16	6,84±0,20	7,50±0,28	-
Σнак/Σзак	34,61/52,18	32,44/49,73	30,29/48,74	-
Аминокислотный индекс	0,66	0,65	0,62	-

По содержанию заменимых аминокислот (см. табл. 2), таких как аспарагиновая кислота, серин, глутаминовая кислота, чистопородные животные превосходили помесных ($P<0,01-0,001$). Только по содержанию пролина трехпородные помеси статистически значимо превосходили чистопородных и двухпородных помесей ($P<0,05$).

По содержанию остальных аминокислот наблюдалась тенденция к превосходству чистопородных свиней над помесными. Исключение составило содержание глицина и тирозина, которое было незначительно выше у трехпородных помесей.

Одним из важнейших показателей, характеризующих полноценность белка, является белково-качественный показатель (БКП), определяемый по отношению содержания триптофана к оксипролину. В мясе чистопородных животных БКП составил 8,91, что соответствовало значениям, выявленным у других мясных пород [16, 17].

Нами был изучен также аминокислотный профиль длиннейшей мышцы спины у чистопородных животных разного пола (табл. 3). Установлено, что хрячки-кастраты кемеровской породы превосходили свинок по содержанию 5 незаменимых аминокислот (лизин, треонин, валин, изолейцин, лейцин) и 3 заменимых (серин, глутаминовая кислота, аланин) ($P<0,01-0,001$). Для чистопородных свинок было характерно повышенное содержание метионина, тирозина и пролина ($P<0,01$).

Достоверных различий по аминокислотному составу между разными полами двухпородных помесей не выявлено.

Таблица 3

Аминокислотный состав длиннейшей мышцы спины у чистопородных свиней разного пола, г/100 г белка

Аминокислоты	Хрячки	Свинки
	<i>Незаменимые</i>	
Лизин	8,75±0,19	8,00±0,13
Треонин	5,02±0,26	3,77±0,20
Валин	6,68±0,05	5,43±0,23
Метионин	1,27±0,20	2,20±0,10
Изолейцин	5,86±0,04	5,17±0,13
Лейцин	7,37±0,22	6,72±0,09
Фенилаланин	0,64±0,07	0,78±0,09
Триптофан	1,29±0,04	1,05±0,04
	<i>Заменимые</i>	
Гистидин	2,93±0,04	2,98±0,04
Аспарагиновая кислота	9,45±0,25	8,80±0,26
Серин	5,76±0,16	4,50±0,47
Глутаминовая кислота	12,92±0,23	11,66±0,33
Глицин	7,10±0,23	6,86±0,12
Аланин	7,20±0,11	5,81±0,24
Тирозин	2,76±0,18	3,33±0,13
Пролин	5,90±0,07	6,90±0,23

Интересно отметить, что обратная закономерность в зависимости от пола наблюдалась в исследованиях чешских учёных, проведенных на помесях (чешская ландрас × чешская крупная белая) × (дюрок × пьетрен) такого же возраста, как и в нашем исследовании. Так, ими показано, что свинки превосходили хрячков по большинству незаменимых и заменимых аминокислот [5].

Между содержанием разных аминокислот в длиннейшей мышце спины у изученных групп животных установлены достоверные коэффициенты корреляции. Отрицательные корреляции во всех трех группах наблюдались между метионином и лизином, тирозином и лизином, про-

лином и валином, глицином и фенилаланином, метионином и лейцином, лейцином и тирозином.

Положительные корреляции, совпадающие во всех группах, отмечены в 10 случаях между заменимой и незаменимой аминокислотами, в 5 случаях – между эссенциальными аминокислотами и лишь в 1 случае – между заменимыми аминокислотами. В формировании этих достоверных связей участвовали главным образом алифатические (валин и изолейцин), дикарбоновые (аспарагиновая и глутаминовая кислоты) и оксиаминокислоты (серин и треонин).

При проверке степени близости исследованных групп животных на основе полученных параметров аминокислотного профиля было показано, что расстояние Евклида между чистопородными и двухпородными животными составило 2,87, а с трехпородными – 10. При этом между помесями расстояние было на уровне величины, установленной между кемеровской породой и её помесями с ландрасами (2,90).

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Свинина, полученная от кемеровской породы и её помесей с ландрасами и пьетренами, характеризуется биологической полноценностью. По содержанию заменимых и незаменимых аминокислот мышечная ткань чистопородных животных отличалась более высокими значениями в сравнении с помесями и соответствовала эталонным стандартам ФАО/ВОЗ.

2. Показано, что наибольшим количеством аминокислот обладают чистопородные животные, у двух- и трехпородных помесей наблюдается снижение показателей. Уровень фенилаланина в мясе кемеровской породы был практически 2 раза выше, чем в двух других группах ($P<0,01$). По содержанию таких заменимых аминокислот, как аспарагиновая кислота, серин, глутаминовая кислота, чистопородные животные превосходили помесей с разной долей кровности ($P<0,01-0,001$), по содержанию пролина – трехпородных помесей ($P<0,01$).

3. Установлено, что мышечная ткань кемеровской породы лимитирована по лейцину. У двухпородных помесей лимитирующими аминокислотами были треонин и лизин, а у трехпородных наряду с этими аминокислотами еще и валин. Во всех группах наибольшее значение аминокислотного сора было выявлено по фенилаланину.

4. Выявлен половой диморфизм по содержанию отдельных аминокислот в длиннейшей мышце спины у свиней кемеровской породы ($P<0,01-0,001$). Показано что, по их количественному содержанию хрячки превосходили свинок. У помесных животных различий в аминокислотном составе в зависимости от пола не установлено.

5. Между содержанием отдельных аминокислот в длиннейшей мышце спины установлены достоверные как положительные, так и отрицательные коэффициенты корреляции, совпадающие во всех группах животных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дунин И.М., Павлова С.В. Состояние племенной базы свиноводства России // *Farm Animals*. – 2015. – № 1 (8). – С. 50–52.
2. Использование биоресурсов свиноводства в повышении мясных качеств свинины / В.А. Бекенёв, В.С. Деева, А.А. Аришин [и др.] // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 3 (40). – С. 176–184.
3. Рациональное использование генофонда ценных пород животных с целью сохранения биологического разнообразия/ М.Б. Улимбашев, В.В. Кулинцев, М.И. Селионова [и др.] // *Юг России: экология, развитие*. – 2018. – № 2. – С. 165–183.
4. Kim J.H., Son M.H., Cho J.S. Purified protein and oligopeptide mixture preparation from pork meat and evaluation of their nutritive value: True digestibility, biological value, and net protein utilization // *Korean journal of food and cookery science*. – 2007. – Т. 23, N 5. – С. 644–649.

5. Amino acid composition of pig meat in relation to live weight and sex / R. Okrouhla, J. Stupka, M. Čitek [et.al.] // Czech J. Anim. Sci. – 2006. – N 51. – P. 529–534.
6. Tessari P., Lante A., Mosca G. Essential amino acids: master regulators of nutrition and environmental footprint // Scientific reports. – 2016. – T. 6. – C. 260–274.
7. Lopez M.J. Mohiuddin S.S. Biochemistry, Essential Amino Acids // StatPearls [Internet]. – StatPearls Publishing. – 2020.
8. Factors contributing to the selection of dietary protein food sources / R.R. Wolfe [et al.] // Clinical Nutrition. – 2018. – T. 37, N 1. – C. 130–138.
9. Food products as sources of protein and amino acids – The case of Poland / Górska-Warsewicz H. [et al.] // Nutrients. – 2018. – T. 10, N 12. – C. 1977–1997.
10. Hoffer L.J. Human protein and amino acid requirements // Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. – 2016. – T. 40, N 4. – C. 460–474.
11. Тихонов В.Н., Бобович В.Е. Происхождение генома *Sus scrofa domestica* в процессе микроэволюции при создании новых пород // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – Т. 42, № 2. – С. 1–12.
12. Molecular tools and analytical approaches for the characterization of farm animal genetic diversity / J.A. Lenstra [et al.] // Animal Genetics. – 2012. – T. 43, N. 5. – C. 483–502.
13. Чыдым С.М., Кочнева М.Л., Жучаев К.В. Полиморфизм STR-маркеров кемеровской породы свиней // Теория и практика современной аграрной науки: сб. III нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2020. – С. 330–332.
14. Кемеровская порода свиней / И.И. Гудилин, В.Н. Дементьев [и др.] – Новосибирск: РПО СО РАСХН, 2003. – 388 с.
15. Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition. World Health Organ Tech Rep Ser. – 2007. – N 935. – P. 1–265.
16. Баранников В.А., Тариченко А.И., Барило О.Р. Биологические особенности свинины при использовании в кормлении антистрессовых препаратов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 9 – С. 25–28.
17. Петухова М.А. Аминокислотный состав и биологическая ценность белков мяса свиней различных генотипов // Доклады Национальной академии наук Беларуси. Аграрные науки. – 2015. – № 2, Т. 59. – С. 118–122.

REFERENCES

1. Dunin I.M., Pavlova S.V. Sostoyanie plemennoj bazy svinovodstva Rossii // Farm Animals. – 2015. – № 1 (8). – S. 50–52.
2. Ispol'zovanie bioresursov svinovodstva v povyshenii myasnyh kachestv svininy / V.A. Bekenov, V.S. Deeva, A.A. Arishin [i dr.] // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 3 (40). – S. 176–184.
3. Racional'noe ispol'zovanie genofonda cennyh porod zhivotnyh s cel'yu sohraneniya biologicheskogo raznoobraziya/ M.B. Ulimbashev, V.V. Kulincev, M.I. Selionova [i dr.] // YUg Rossii: ekologiya, razvitie. – 2018. – № 2. – S. 165–183.
4. Kim J.H., Son M.H., Cho J.S. Purified protein and oligopeptide mixture preparation from pork meat and evaluation of their nutritive value: True digestibility, biological value, and net protein utilization // Korean journal of food and cookery science. – 2007. – T. 23, N 5. – C. 644–649.
5. Amino acid composition of pig meat in relation to live weight and sex / R. Okrouhla, J. Stupka, M. Čitek [et.al.] // Czech J. Anim. Sci. – 2006. – N 51. – P. 529–534.
6. Tessari P., Lante A., Mosca G. Essential amino acids: master regulators of nutrition and environmental footprint // Scientific reports. – 2016. – T. 6. – C. 260–274.

7. Lopez M.J. Mohiuddin S.S. Biochemistry, Essential Amino Acids // StatPearls [Internet]. – StatPearls Publishing. – 2020.
8. Factors contributing to the selection of dietary protein food sources / R.R. Wolfe [et al.] // Clinical Nutrition. – 2018. – T. 37, N. 1. – С. 130–138.
9. Food products as sources of protein and amino acids – The case of Poland / Górska-Warsewicz H. [et al.] // Nutrients. – 2018. – T. 10, N 12. – С. 1977–1997.
10. Hoffer L.J. Human protein and amino acid requirements // Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. – 2016. – T. 40, N 4. – С. 460–474.
11. Tihonov V.N., Bobovich V.E. Proiskhozhdenie genoma *Sus scrofa domestica* v processe mikroevolyucii pri sozdanii novyh porod // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2007. – T. 42, № 2. – С. 1–12.
12. Molecular tools and analytical approaches for the characterization of farm animal genetic diversity / J.A. Lenstra [et al.] // Animal Genetics. – 2012. – T. 43, N. 5. – С. 483–502.
13. CHydym S.M., Kochneva M.L., ZHuchaev K.V. Polimorfizm STR-markerov kemerovskoj породы свиней // Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki: sb. III nac. (vseros.) nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem / Novosib. gos. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2020. – С. 330–332.
14. Kemerovskaya порода свиней / I.I. Gudilin, V.N. Dement'ev [i dr.] – Novosibirsk: RPO SO RASKHN, 2003. – 388 s.
15. Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition. World Health Organ Tech Rep Ser. – 2007. – N 935. – P. 1–265.
16. Barannikov V.A., Tarichenko A.I., Barilo O.R. Biologicheskie osobennosti svininy pri ispol'zovanii v kormlenii antistressovyh preparatov // Agrarnyj vestnik Urala. – 2013. – № 9 – С. 25–28.
17. Petuhova M.A. Aminokislotnyj sostav i biologicheskaya cennost' belkov myasa свиней razlichnyh genotipov // Doklady Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Agrarnye nauki. – 2015. – № 2, T. 59. – С. 118–122.