

УДК 636.2:576.3.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ЛАКТИРУЮЩИХ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ
В УСЛОВИЯХ СИБИРИ**

К. В. Жучаев, доктор биологических наук, профессор
М. Л. Кочнева, доктор биологических наук, профессор
Е. А. Борисенко, кандидат биологических наук, доцент
О. В. Богданова, аспирант
Д. В. Репьюк, аспирант
А. А. Семенов, соискатель
А. И. Эйлерт, аспирант
И. М. Чубарова, аспирант

Ключевые слова: физиологический статус, голштинские коровы, гематологические и биохимические показатели

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
E-mail: mlkochneva@nsau.edu.ru

Реферат. В стаде голштинских коров выявлена дифференциация животных по гематологическим и биохимическим характеристикам крови в весенний и осенний периоды. Изменчивость признаков варьировала от 7,6 до 36,9 % и была наименьшей по количеству эритроцитов, гемоглобина, общего белка сыворотки крови. Практически по всем гематологическим показателям коэффициент вариации возрастал в осенний период. В то же время среди количественных характеристик гематологического статуса достоверных сезонных изменений, за исключением роста содержания эритроцитов в осенний период, не выявлено. В отношении биохимических показателей, характеризующих белковый, жировой и углеводный обмен, наблюдалась следующая тенденция. При некотором снижении вариабельности признаков в осенний период отмечен достоверный рост содержания общего белка и глюкозы в сыворотке крови, что, очевидно, связано с сезонными особенностями кормления животных. Популяционный анализ позволил установить признаки, по которым наиболее часто наблюдаются отклонения от границ нормы. Отмечено, что до 93 % животных имели содержание гемоглобина в весенний период ниже показателей, приведенных другими авторами. В этот же сезон почти у 84 % коров был снижен уровень эритроцитов. Отмечено превышение количества холестерина у половины коров и в осенний, и в весенний период. Благоприятные изменения произошли в осенний период по содержанию общего белка. Большинство животных характеризовались пониженной активностью аланинаминотрансферазы (АЛТ) во все сезоны года. В весенний сезон активность аспаратаминотрансферазы (АСТ) и щелочной фосфатазы (ЩФ) была выше нормы соответственно у 57 и 20 % особей. Таким образом, анализ гематологических и биохимических показателей показал, что их уровень и изменчивость в крови лактирующих коров в разной степени подвержены сезонным колебаниям. Очевидной причиной этого могут быть кормовые факторы и общее состояние организма, в связи с чем необходимо обратить внимание на обеспечение стабильности технологии. Вопрос о соответствии параметров физиологического статуса нормам требует уточнения в зависимости от породы, продуктивности и физиологического состояния животных.

PHYSIOLOGICAL CONDITION OF LACTATION HOLSTEIN COWS IN SIBERIA

K. V. Zhuchaev, Doctor of Biological Sc., Professor
M. L. Kochneva, Doctor of Biological Sc., Professor
E. A. Borisenko, Candidate of Biology, Associate Professor
O. V. Bogdanova, PhD-student
D. V. Repiuk, PhD-student
A. A. Semenov, PhD-student
A. A. Eilert, PhD-student
I. M. Chubarova, PhD-student
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: physiological status, Holstein cows, hematological and biochemical indicators.

Abstract. The authors found out the differentiation of animals according to hematological and biochemical indicators in the herd of Holstein cows in spring and summer. Variability of characteristics varied from 7.6 to 36.9%; it was the lowest one according to the number of erythrocytes, hemoglobin and blood serum crude protein. All the indicators varied more in autumn whereas quantitative characteristics of hematological status didn't vary significantly in autumn except the growing number of erythrocytes. The authors observed the following tendency in respect to biochemical indicators of protein, fat and carbohydrate metabolism. The authors found out that slight reducing of features variability in autumn, the concentration of total protein and glucose in blood serum rose. That was explained by seasonal peculiarities of animal feeding. Population analysis found out the features that mostly have deviations from the norm. About 93% of animals had lower concentration hemoglobin in spring and about 84% of cows had lower number of erythrocytes. The authors observed higher concentration of cholesterol in half herd of cows in spring and autumn. Favourable changes in concentration of total protein occurred in autumn. The most part of animals had less active glutamyl pyruvic transaminase (GPT) in all the seasons of the year. In spring glutamyl pyruvic transaminase, effect and alkaline phosphatase effect was stringer effect was stronger and exceeded the norm in 57 and 20% of animals. The analysis of hematological and biochemical indicators has shown that their level and variation in blood depends on a season at different degrees. This occurs due to feeding factors and overall health. The issue on parameters of physiological status and their confirmation to the standards must be clarified depending upon a breed, productivity and physiological status.

Физиологический статус животных является характеристикой их благополучия в конкретный период времени. Механизмы влияния окружающей среды на функциональные характеристики организма животных хорошо изучены. В литературе представлены примерные нормы для оценки состояния организма животных [1–4]. В то же время известно о значительных колебаниях таких признаков в связи с физиологическим состоянием животных и их генетическими особенностями [5–7]. Исходя из этого, важным представляется определение среднепопуляционных показателей физиологического статуса животных разного экогенеза в разные сезоны года. Особую актуальность имеет этот вопрос для оценки благополучия животных зарубежного генофонда, активно используемых в животноводстве региона. В связи с этим целью работы является определение уровня и различий среднепопуляционных показателей физиологического статуса лактирующих коров в разные сезоны года.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на базе сельскохозяйственного предприятия в Новосибирской области. Объектом исследований были чистопородные коровы голштинской породы разного экогенеза с уровнем молочной продуктивности около 9000 кг молока в год. В связи с отсутствием достоверных различий между коровами разных лак-

таций по изучаемым признакам данные их оценки были при обработке объединены.

Предмет исследований – физиологический статус животных (гематологические и биохимические показатели). Материалом для исследований являлась кровь животных, взятая из хвостовой вены стерильными катетерами в вакуумные пробирки. Всего исследованы пробы крови и сыворотки крови от 102 лактирующих коров в два сезона – весной и осенью.

Гематологический анализ 49 проб весной и 53 осенью проведен на анализаторе PCE90Vet в межфакультетской научной лаборатории НГАУ. Были определены следующие показатели: содержание лейкоцитов, лимфоцитов, гранулоцитов, моноцитов, эритроцитов и гемоглобина. Сравнение с нормой производили по А. С. Семенову, Ф. Р. Бакай [4].

На биохимические исследования было направлено 35 проб в весенний сезон и 34 в осенний. Исследования проводились на анализаторе Stat Fax 3300 в межфакультетской научной лаборатории НГАУ. Определены следующие показатели: содержание холестерина, общего белка, глюкозы, щелочной фосфатазы (ЩФ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаратаминотрансферазы (АСТ). Сравнение с нормой производили по [4].

Полученные результаты исследований обработаны с помощью методов описательной статистики, однофакторного дисперсионного анализа. Достоверность разности между средними значе-

ниями изученных показателей определяли с помощью критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Морфологические и биохимические показатели крови отражают физиологический статус животного и характеризуют организм как систему. Реакция системы на качество содержания животного, рацион, стрессы, болезни проявляется

в выходе за границы нормы, изменении соотношения показателей и повышении уровня их изменчивости в популяции. Комплексный анализ по этим трем направлениям показал, что межсезонные различия в морфологическом составе крови были незначительны (табл. 1).

Так, содержание лейкоцитов в крови коров в среднем по стаду находилось в пределах нормы. Отклонения от нормы выявлены у 2,4 и 5,7% животных в весенний и осенний периоды соответственно.

Таблица 1

Морфологический состав крови коров голштинской породы в разные сезоны года
Morphological blood concentration of Holstein cows in different seasons

Показатели	Весна					Осень				
	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	lim	σ	Cv,%	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	lim	σ	Cv,%
Лейкоциты, 10 ⁹ /л (норма 5,00–16,00)	41	7,99±0,29	4,30–11,80	1,86	23,27	53	7,92±0,29	3,10–13,50	2,12	26,80
Лимфоциты,% (норма 20,00–60,30)	41	34,11±1,92	14,60–59,50	12,30	36,07	53	38,61±1,53	15,60–66,40	11,13	28,83
Моноциты,% (норма 4,00–12,10)	41	11,16±0,30	6,30–15,30	1,97	17,69	53	11,60±0,59	5,20–29,00	4,29	36,97
Гранулоциты,% (норма 30,00–65,00)	41	54,70±1,90	29,70–74,60	12,15	22,20	53	49,77±1,7	20,80–72,90	12,17	24,46
Эритроциты, 10 ¹² /л (норма 5,00–10,10)	49	5,41±0,07	4,01–6,44	0,54	9,91	53	6,14±0,13***	3,44–8,62	0,97	15,86
Гемоглобин, г/л (норма 90,00–139,00)	41	80,90±0,68	69,00–93,00	5,56	6,87	53	83,75±1,41	54,00–116,00	10,30	12,30

*** P<0,001

В весенний период зафиксировано повышение вариальности содержания лимфоцитов при снижении уровня лимфоцитов у 14,6% животных.

Наибольшая изменчивость содержания моноцитов зарегистрирована в осенний период. Выявлено превышение верхних границ нормы в 29,2% случаев весной и 13,2% случаев осенью.

Содержание гранулоцитов в крови коров находилось на уровне среднего значения нормативных показателей.

Уровень эритроцитов в крови коров увеличился осенью в сравнении с весной (P<0,001). При этом в весенний период в 16,3% случаев у коров наблюдалось снижение содержания эритроцитов относительно минимальной границы нормы. Вариальность этого показателя была в 2–3 раза меньше, чем содержания лейкоцитов.

Среднее содержание гемоглобина в крови коров в исследованные периоды было ниже нормы. Только у 19% коров содержание гемоглобина было в пределах нормы осенью и у 7,4% весной. Можно отметить, что для данного стада характерна незначительная вариальность концентрации гемоглобина в крови коров.

Таким образом, в среднем у исследованных коров показатели гематологического статуса находятся в пределах физиологической нормы на фоне некоторого снижения содержания гемоглобина в крови как в весенний, так и в осенний периоды. Наиболее стабильным показателем было содержание гемоглобина в крови коров, а наиболее вариальным – моноцитов.

Показатели биохимического статуса демонстрировали более значительные сезонные колебания.

Норма по содержанию холестерина была превышена в 54,3 и 55,9% случаев в весенний и осенний сезоны соответственно. Коэффициент вариации содержания холестерина был на треть выше в весенний период, чем осенью.

Проведенные нами исследования показали достоверные различия между средним уровнем содержания общего белка в весеннее и осеннее время (табл. 2). Содержание общего белка в крови было ниже нормы у 25,7% животных, тогда как в осеннее время этот показатель превышал норму в 14,7% случаев.

Таблица 2

Биохимический состав сыворотки крови лактирующих коров голштинской породы в разные сезоны года
Biochemical content of Holstein lactating cows blood serum in different seasons

Показатель	Весна					Осень				
	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	lim	σ	Cv,%	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	lim	σ	Cv,%
Холестерин, ммоль/л (норма 1,60–5,00)	35	5,20±0,29	1,70–7,65	1,77	34,0	34	5,13±0,20	2,63–7,20	1,19	23,3
Общий белок, г/л (норма 60,00–86,00)	35	66,18±1,46*	49,8–87,9	8,63	13,0	34	80,70±1,05	68,4–93,5	6,18	7,7
Глюкоза, ммоль/л (норма 2,30–4,10)	35	1,55±0,09*	0,31–2,37	0,53	34,1	34	2,89±0,07	2,02–3,82	0,43	15,0

* P<0,05.

Содержание глюкозы в крови в весенний период было ниже нормы у 91,4% животных, при этом в осенний период показатели ниже нормы были отмечены в 11,8%. Различия между сезонными группами достоверны.

Обмен веществ зависит от многих химических реакций, протекающих в организме.

Регуляция этих реакций осуществляется благодаря биологически активным ферментам: АЛТ, АСТ, ЩФ и др. Показано, что в весенний период активность ферментов была несколько выше. При этом показатели активности АЛТ были ниже нормы у 80% коров весной и у 97% – осенью.

Таблица 3

Уровень активности ферментов в крови коров голштинской породы в разные сезоны года, ед/л
Activity level of enzymes in Holstein cows' blood in different seasons, units pro a liter

Показатель	Весна					Осень				
	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	lim	σ	Cv,%	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	lim	σ	Cv,%
АЛТ (норма 38,00–75,00)	35	31,30±1,25*	15,70–35,30	7,37	23,6	33	27,20±1,42	9,40–54,20	8,16	30,0
АСТ (норма 85,00–100,00)	35	104,81±3,53*	71,20–149,40	20,89	19,9	34	82,08±2,62	57,00–117,50	15,28	18,6
ЩФ (норма 17,50–152,70)	35	122,64±5,99*	72,90–222,80	34,42	28,1	34	80,48±3,63	53,80–143,30	21,14	26,3

* P<0,05.

В весенний сезон наблюдались значительные отклонения от нормы по активности АСТ в сторону превышения нормативных показателей у 57% животных. В осеннее время показатели не достигли нормы в 65% случаев.

Сходная картина наблюдалась в весенний период по активности щелочной фосфатазы: показатели выше нормы зафиксированы у 20% коров. Различия между группами достоверны.

Современные методы ведения промышленного животноводства не предусматривают такие способы содержания, которые не противоречили бы естественным физиологическим особенностям животных, сложившимся в процессе филогенеза [8, 9]. В связи с этим проблема соответствия физиологического статуса адаптивной норме приобретает особое значение. Норма – это результат приспособления организма к определенным условиям среды, находящийся между верхним и нижним пределом реактивности [10].

Норма полиморфна [11]. К адаптивной норме популяции относят средние фенотипы, за которыми может скрываться множество генотипов [12]. По мнению некоторых исследователей, в адаптивную норму следует включать значения в пределах двух сигм от средней приспособленности репрезентативной выборки [13].

Среднепопуляционные параметры физиологического статуса характеризуют адаптивную норму в условиях стабильной технологии и благополучия стада по инфекционным заболеваниям. Интенсивный отбор ведет к биологическим лимитам селекции. При этом считается, что адаптивная норма по основным хозяйственно полезным признакам специфична для разных пород животных [8], а изменение среды закономерно ведет к смене норм [10].

Проблема установления адаптивной нормы особенно остро проявляется при адаптации импортированных животных [14]. Исследования

многих авторов показывают, что больше всего в этот период у животных страдает иммунная система. Сильный стресс у животных, вызванный перевозкой, обычно длится от одной до двух недель. Как проявление последствий адаптации, могут возникнуть так называемые адаптационные болезни (гипотония преджелудков, миозиты, артриты и др.). В течение двух месяцев у животных происходит метаболическая адаптация и формирование иммунитета [2, 5, 6]. В связи с этим меняется и состав крови.

В случае развития патологических процессов именно исследования крови имеют особую важность, потому что позволяют выявить серьезные нарушения в организме до того, как они проявятся клинически [16]. Так, например, повышенное количество эритроцитов может быть вызвано отравлением, обезвоживанием организма и при некоторых инфекционных болезнях. Пониженное количество эритроцитов свидетельствует о плохом кормлении либо наличии серьезных заболеваний. Содержание моноцитов ниже нормы бывает при анемии, т.е. при общем снижении количества форменных элементов в крови. Количество гранулоцитов увеличивается при воспалении и снижается при анемии. Пониженный уровень гемоглобина отмечается в случаях больших потерь крови, наличии инфекций, отравлении, истощении и т.д. [1]. Лактация может вызвать нарушение белкового обмена у высокопродуктивных коров [17]. Повышенное содержание АСТ обнаруживается в сыворотке крови коров при мастите и других инфекциях, уровень общего белка снижается при заболеваниях печени, почек, кишечника, нарушениях работы желудочно-кишечного тракта, при голодании, сильных нагрузках на организм [18].

В то же время физиологические показатели организма могут различаться в зависимости от возраста, пола, породной принадлежности животного, сезона и т.д. [1, 4, 16, 19].

В связи с этим мониторинг физиологического статуса животных имеет особую актуальность. В стаде голштинских коров выявлена дифференциация животных по гематологическим и биохимическим характеристикам крови. При этом изменчивость признаков варьировала от 7,6 до 36,9%. Наименьшей она была у признаков, очевидно, играющих важнейшую роль в гомеостазе организма и популяции (количество эритроцитов, гемоглобина, общий белок сыворотки крови). Практически по всем гематологическим показателям коэффициент вариации возрастал в осенний

период. Возможно, это связано с проявлением генетической изменчивости в более благоприятных условиях осеннего сезона. В то же время среди количественных характеристик гематологического статуса достоверных сезонных изменений, кроме роста количества эритроцитов в осенний период, не выявлено.

Обратная тенденция наблюдалась в отношении биохимических показателей, характеризующих белковый, жировой и углеводный обмен. При некотором снижении варибельности признаков в осенний период отмечен достоверный рост содержания общего белка и глюкозы в сыворотке крови, что, вероятно связано с сезонными особенностями кормления животных.

Популяционный анализ позволил установить признаки, по которым наиболее часто наблюдаются выходы из границ нормы. Отмечено, что до 93% животных имели содержание гемоглобина в весенний период ниже норм, приведенных другими авторами. В этот же сезон почти у 84% коров был снижен уровень эритроцитов.

Выглядит ожидаемым превышение количества холестерина у половины коров при недостатке глюкозы в весенний период у более чем 90% животных, однако осенью, при сокращении поголовья с дефицитом глюкозы, доля животных с повышенным холестерином практически не изменилась. Благоприятные изменения произошли в осенний период по содержанию общего белка.

Колебания активности ферментов имели своеобразный характер. Практически абсолютное большинство животных характеризовались пониженным уровнем АЛТ во все сезоны года. В весенний сезон активность АСТ и ЩФ была выше нормы соответственно у 57 и 20% особей. В связи с этим возникает вопрос о благополучии продуктивного стада, так как выход за границы нормы более чем в 10% случаев может свидетельствовать о нарушении популяционного гомеостаза.

Таким образом, анализ гематологических и биохимических показателей показал, что их уровень и изменчивость в крови лактирующих коров в разной степени подвержены сезонным колебаниям. Очевидной причиной этого могут быть кормовые факторы и общее состояние организма, в связи с чем необходимо обратить внимание на обеспечение стабильности технологии. Вопрос о соответствии параметров физиологического статуса нормам требует уточнения в связи с породой, продуктивностью и физиологическим состоянием животных.

ВЫВОДЫ

1. На основании полученных данных установлено, что гематологические показатели крови коров голштинской породы в целом находятся в пределах физиологической нормы на фоне незначительного снижения содержания гемоглобина в крови весной и осенью. Наиболее стабильным показателем было содержание гемоглобина в крови коров, а наиболее вариabельным – про-

цент моноцитов в крови от общего числа лейкоцитов.

2. Биохимический статус исследованных животных характеризовался некоторым снижением уровня содержания общего белка, глюкозы и активности фермента АЛТ весной. Выявлены достоверные различия между сезонами по всем показателям ($P < 0,05$), за исключением уровня содержания холестерина.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Громыко Е. В. Оценка состояния коров методами биохимии // Экол. вестн. Сев. Кавказа. – 2005. – № 2. – С. 80–94.
2. Адаптация импортного скота в Уральском регионе / И. М. Донник, И. А. Шкуратова, Л. В. Бурлакова [и др.] // Аграр. вестн. Урала. – 2012. – № 1. – С. 24–26.
3. Диагностическое значение биохимических показателей крови при гепатопатологиях / Е. В. Кузьминова, М. П. Семенов, Е. А. Старикова, Т. В. Михалева // Ветеринария Кубани. – 2013. – № 5. – С. 11–13.
4. Семенов А. С., Бакай Ф. Р. Биохимические и гематологические исследования крови голштинизированных коров // Естественные науки. – 2009. – № 2. – С. 186–189.
5. Жучаев К. В., Борисенко Е. А., Барсукова М. А. Влияние процессов адаптации на генетический гомеостаз продуктивной популяции // Вестн. НГАУ. – 2010. – № 4 (16). – С. 28–31.
6. Князев С. П., Жучаев К. В., Петухов В. Л. Популяционно-генетические особенности иммунореактивности и стресс-устойчивости свиней // Генетика. – 1995. – Т. 31, № 3. – С. 400–404.
7. Москвина А. С. Физиолого-биохимический статус крови крупного рогатого скота с возрастом в процессе поствакцинального иммуногенеза: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2013. – 21 с.
8. Коваленко В. П., Яременко В. И. Определение адаптивной нормы пород свиней в условиях промышленного комплекса // Цитология и генетика. – 1990. – № 5. – С. 45–49.
9. Влияние породной принадлежности на благополучие супоросных свиноматок в условиях промышленной технологии содержания / Д. А. Орлов, К. В. Жучаев, М. Л. Кочнева [и др.] // Вестн. АГАУ. – 2014. – № 9 (119). – С. 81–86.
10. Тихонов В. Н., Жучаев К. В. Микроэволюционная теория и практика пороодообразования свиней. – Новосибирск: Наука РАН, 2008. – 394 с.
11. Берг Р. Л. Генетика и эволюция. Избранные труды. – Новосибирск: Наука, 1993. – 284 с.
12. Алтухов Ю. П., Корочкин Л. И., Рычков Ю. Г. Наследственное биохимическое разнообразие в процессах эволюции и индивидуального развития // Генетика. – 1996. – Т. 32, № 11. – С. 1450–1473.
13. Меттлер Л., Грегг Т. Генетика популяций и эволюция. – М.: Мир, 1972. – 324 с.
14. Кочнева М. Л., Бутеева С. К. Варьирование параметров интерьерного статуса крупного рогатого скота в период адаптации // Научное обозрение. – 2015. – № 22. – С. 22–28.
15. Голиков А. Н. Адаптация сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.
16. Горизонтов П. Д. Гомеостаз. – М.: Медицина, 1981. – С. 538–570.
17. Баскакова И. Н. Оценка гормонального статуса высокопродуктивных коров костромской породы // Биологические науки. – 2003. – № 7. – С. 130.
18. Биохимия человека: пер. с англ. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл: под ред. Л. М. Гиномана. – М.: Мир, 1993. – 384 с.
19. Сорвачев К. Ф. Биологическая химия. – М.: Просвещение, 1971. – 432 с.

1. Gromyko E. V. *Ekologicheskij vestnik Severnogo Kavkaza*, no. 2 (2005): 80–94. (In Russ.)
2. Donnik I. M., Shkuratova I. A., Burlakova L. V. i dr. *Agrarnyy vestnik Urala*, no. 1 (2012): 24–26. (In Russ.)

3. Kuz'minova E.V., Semenenko M.P., Starikova E.A., Mikhaleva T.V. *Veterinariya Kubani*, no. 5 (2013): 11–13. (In Russ.)
4. Semenov A. S., Bakay F.R. *Estestvennye nauki*, no. 2 (2009): 186–189. (In Russ.)
5. Zhuchaev K. V., Borisenko E. A., Barsukova M.A. *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU], no. 4 (16) (2010): 28–31. (In Russ.)
6. Knyazev S. P., Zhuchaev K. V., Petukhov V. L. *Genetika*, T. 31, no. 3 (1995): 400–404. (In Russ.)
7. Moskvina A. S. *Fiziologo-biokhimicheskiy status krovi krupnogo rogatogo skota s vozrastom v protsesse postvaksinal'nogo immunogeneza* [Physiological and biochemical status of blood in cattle with age in the post-vaccination immunogenesis]. Moscow, 2013. 21 p.
8. Kovalenko V.P., Yaremenko V.I. *Tsitologiya i genetika*, no. 5 (1990): 45–49. (In Russ.)
9. Orlov D.A., Zhuchaev K. V., Kochneva M. L. i dr. *Vestnik AGAU*, no. 9 (119) (2014): 81–86. (In Russ.)
10. Tikhonov V.N., Zhuchaev K.V. *Mikroevolyutsionnaya teoriya i praktika porodoobrazovaniya sviney* [Microevolutionary theory and practice of formation of breeds of pigs]. Novosibirsk: Nauka RAN, 2008. 394 p.
11. Berg R.L. *Genetika i evolyutsiya. Izbrannye trudy* [Genetics and Evolution. Selected works]. Novosibirsk: Nauka, 1993. 284 p.
12. Altukhov Yu.P., Korochkin L. I., Rychkov Yu.G. *Genetika*, T. 32, no. 11 (1996): 1450–1473. (In Russ.)
13. Mettler L., Gregg T. *Genetika populyatsiy i evolyutsiya* [Population genetics and evolution]. Moscow: Mir, 1972. 324 p.
14. Kochneva M. L., Buteeva S. K. *Nauchnoe obozrenie*, no. 22 (2015): 22–28. (In Russ.)
15. Golikov A.N. *Adaptatsiya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Adaptation of farm animals]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 216 p.
16. Gorizontov P.D. *Gomeostaz* [Homeostasis]. Moscow: Meditsina, 1981. pp. 538–570.
17. Baskakova I.N. *Biologicheskie nauki*, no. 7 (2003). 130 p. (In Russ.)
18. Marri R., Grenner D., Meyes P., Roduell V. *Biokhimiya cheloveka* [Human Biochemistry]. Per. s angl. – Moscow: Mir, 1993. 384 p.
19. Sorvachev K. F. *Biologicheskaya khimiya* [Biological chemistry]. Moscow: Prosveshchenie, 1971. 432 p.