

АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ CSN3 И DGAT1 С ЖИВОЙ МАССОЙ ТЕЛОК

Шайдуллин Радик Рафаилович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой «Биотехнология, животноводство и химия»

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65; тел. раб.: (843) 567-47-12; e-mail: tppi-kgau@bk.ru

Ключевые слова: ген, генотип, полиморфизм, живая масса, телки, динамика роста, CSN3, DGAT1.

Целью данной работы является изучение влияния генотипа по гену каппа-казеина (CSN3) и диацилглицерол О-ацилтрансферазы (DGAT1) на показатели живой массы телок черно-пестрой породы. По результатам тестирования телок методом ДНК-диагностики были сформированы опытные группы с генетическими вариантами локуса генов CSN3, DGAT1 и в комплексе CSN3/DGAT1 в условиях племенного репродуктора ООО «Дусым» Атнинского района Республики Татарстан. У опытных групп молодняка была изучена динамика живой массы в возрасте: при рождении, 3, 6, 9, 12, 15 месяцев в зависимости от генотипа. Телки с генотипом CSN3^{AB} и CSN3^{BB} характеризуются более высокой живой массой во все возрастные периоды, при достоверном превосходстве в возрасте 12 и 15 месяцев гомозиготных генотипов ($P < 0,05-0,01$). Животные с генотипом DGAT1^{AK} имеют преимущество над группой с генотипом DGAT1^{AA} по живой массе в возрасте 3 месяца на 2,9 кг ($P < 0,001$), в 6 месяцев – на 4,9 кг ($P < 0,01$), в 12 месяцев – на 13,2 кг ($P < 0,001$), в 15 месяцев – на 7,5 кг ($P < 0,01$). Телки с комплексным генотипом CSN3^{AB}/DGAT1^{AK} и CSN3^{AA}/DGAT1^{AK} имеют более высокую живую массу во все возрастные периоды.

Введение

Наиболее значимым объективным методом, который характеризует рост животного, является изменение живой массы в различные возрастные периоды.

Живая масса является важным признаком для будущего молочного скота, так как она положительно коррелирует со многими хозяйственно-полезными признаками. Более крупные молочные животные отличаются отличным здоровьем и крепкой конституцией, а также лучшим потреблением и резервированием питательных веществ в организме.

Вес скота, как и все количественные признаки, обусловлен не только типом кормления и системой выращивания, но и генотипом каждого конкретного животного.

Исследования влияния аллельных вариантов маркерных генов на рост животных разных пород в нашей стране изучали многие ученые, при этом в литературе отмечается, что молодняк с генотипом BB каппа-казеина в различные периоды роста и развития превосходит по величине живой массы сверстниц с AA и AB генотипами [1-4]. Также животные, имеющие генотип BB, характеризуются высокими показателями мясной продуктивности [5].

В молочном скотоводстве ген DGAT1 рассматривается как маркерный ген жирномолочности, и животные-носители аллеля K гена DGAT1 имеют более высокие показатели массовой доли жира в молоке [6-8]. Но в настоящее

время Перчуном А.В. получены данные, что ремонтные телки с генотипом AA гена DGAT1 имеют большую живую массу, но статистически достоверных различий им не установлено, что может говорить об отсутствии влияния гена DGAT1 на величину набора живой массы [9].

Тем не менее, имеются сведения о достоверном влиянии полиморфизма гена DGAT1 на повышение у животных выхода мяса и в целом на показатели мясной продуктивности [10-15].

Учитывая вышеизложенное, определение параметров весового роста телок для последующего отбора лучших генотипов по маркерным генам молочного скота является актуальным.

Целью исследований является изучение влияния генотипов по гену каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы на показатели живой массы телок от рождения до 15-месячного возраста.

Объекты и методы исследований

Исследования были проведены в племенном репродукторе ООО «Дусым» Атнинского района Республики Татарстан. Для проведения опыта были отобраны (с учетом происхождения, возраста, пола и живой массы с момента рождения) и сформированы группы телок черно-пестрой породы в зависимости от генотипа по генам каппа-казеина (CSN3) и диацилглицерол О-ацилтрансферазы (DGAT1). У опытного молодняка была изучена динамика живой массы в возрасте: при рождении, 3, 6, 9, 12, 15 месяцев.

Для исследований были взяты пробы ве-

Таблица 1
Динамика роста живой массы телок с различными генотипами CSN3, кг

Возраст, мес.	Генотип CSN3		
	AA	AB	BB
При рождении	30,1 ± 0,4	29,8 ± 0,6	31,5 ± 1,2
3	90,0 ± 0,4	89,9 ± 0,7	91,5 ± 1,2
6	145,2 ± 1,1	146,9 ± 1,3	148,5 ± 2,6
9	220,0 ± 1,4	222,1 ± 2,2	222,5 ± 4,0
12	285,1 ± 2,2	293,4 ± 3,2	289,0 ± 9,8
15	342,3 ± 1,4	349,9 ± 2,4	344,8 ± 8,4

Таблица 2
Динамика роста живой массы телок с различными генотипами DGAT1, кг

Возраст, мес.	Генотип DGAT1		
	AA	AK	KK
При рождении	30,1 ± 0,4	30,0 ± 0,4	30,1 ± 1,3
3	88,6 ± 0,5	91,5 ± 0,4	88,9 ± 1,7
6	143,6 ± 1,1	148,5 ± 1,2	142,1 ± 2,6
9	219,2 ± 1,7	222,9 ± 1,6	216,1 ± 4,4
12	280,9 ± 2,2	294,1 ± 2,8	289,1 ± 7,6
15	340,4 ± 1,7	347,9 ± 1,9	350,2 ± 2,6

нозной крови опытных телок. Изучение однонуклеотидного полиморфизма генов CSN3 и DGAT1 проводилось в ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности». ДНК из венозной крови выделяли стандартным методом с помощью набора «Магносорб» (Интерлабсервис, Москва). Ген CSN3 крупного рогатого скота исследовали с применением метода ПЦР-ПДРФ с использованием прямого праймера 5'-ATAGCCAAATATATCCCAATTCAGT -3' и обратного праймера 5'-TTTATTAATAAGTCCATGAATCTTG -3 [16]; ген DGAT1 – с использованием прямого праймера 5'-GCTGCTCCTGAGGGCCCTTCG-3' и обратного праймера 5'-GCGGCGGCACTTCATGACCCCT-3' [17].

ПЦР проводили на амплификаторе ДТ-96. Продукт ПЦР оценивали горизонтальным электрофорезом в 2,5%-м агарозном геле, окрашенном бромистым этидием.

По результатам ДНК-тестирования телки были распределены по группам в зависимости от генотипа. По гену CSN3: CSN3^{AA} – 81 гол, CSN3^{AB} – 37 гол, CSN3^{BB} – 4 гол; по гену DGAT1: DGAT1^{AA} – 55 гол, DGAT1^{AK} – 58 гол, DGAT1^{KK} – 9 гол.

Результаты исследований

Исследованиями установлено, что телки, имеющие аллель В гена каппа-казеина характеризуются высокими показателями живой массы во все возрастные периоды. Между опытными животными с разным генотипом каппа-казеина отмечена незначительная разница в массе за весь опытный период, за исключением последних опытных периодов (12 и 15 месяцев), при этом молодняк с генотипом CSN3^{AB} обладает достоверным превосходством над телками с генотипом CSN3^{AA} на 8,3 кг (P<0,05) и 7,6 кг (P<0,01) соответственно (табл. 1).

В целом животные с генотипом CSN3^{AB} CSN3^{BB} имеют более высокую живую массу во все исследуемые периоды.

Таким образом, установлено, что гетерозиготные телки CSN3^{AB} обладают более интенсивным ростом по сравнению с гомозиготными животными CSN3^{AA} и CSN3^{BB}.

В таблице 2 показана динамика живой массы телок с различными аллельными вариантами гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы. Животные с генотипом DGAT1^{AK} достоверно превосходят сверстниц с генотипом DGAT1^{AA} по живой массе в возрасте 3 месяца на 2,9 кг (P<0,001), в 6 месяцев – на 4,9 кг (P<0,01), в 12 месяцев – на 13,2 кг (P<0,001), 15 месяцев – на 7,5 кг (P<0,01).

Гомозиготный молодняк DGAT1^{KK} имеет вы-

Таблица 3

Живая масса телок с разными комбинациями генотипов CSN3 / DGAT1

Генотип CSN3 / DGAT1	Живая масса в возрасте (мес.), кг					
	при рождении	3	6	9	12	15
AA/AA	30,4±0,5	88,5±0,6	143,0±1,3	219,1±2,1	280,0±2,5	337,8±1,8
AA/AK	29,6±0,6	91,5±0,5	147,9±1,8	221,7±2,1	290,2±3,8	345,2±2,3
AA/KK	31,0±1,5	90,1±1,4	142,7±2,3	216,0±3,0	287,1±9,4	351,8±3,0
AB/AA	29,3±0,9	88,5±1,0	144,7±2,2	219,0±3,2	283,5±4,8	347,3±3,5
AB/AK	30,4±0,8	91,6±0,9	149,4±1,6	225,0±2,8	300,8±4,2	352,9±3,5
AB/KK	28,3±1,4	86,3±4,2	143,0±7,0	218,3±13,1	296,3±7,5	343,3±2,8
BB/AA	31,5±1,5	91,0±2,0	146,5±3,5	221,0±3,0	278,5±10,5	337,5±15,5
BB/AK	31,5±2,5	92,0±2,0	150,5±4,5	224,0±9,0	299,5±15,5	352,0±9,0

сокую живую массу в конце опытного периода (15 мес.), при достоверной разнице над телками с генотипом DGAT1^{AA} на 9,8 кг (P<0,01).

Таким образом, установлено, что телки, имеющие в геноме аллель К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы характеризуются более высокими показателями живой массы.

Изобразить динамику изменений живой массы можно с помощью графиков (рисунк 1 и 2).

У опытных телок с генотипами в комплексе по двум генам CSN3/DGAT1 также были определены показатели живой массы от рождения до возраста 15 месяцев (табл. 3).

При анализе динамики роста молодняка установлено, что высокую живую массу во все исследуемые периоды имели телки с комплексным генотипом CSN3^{AB}/DGAT1^{AK}. При этом они в возрасте 3 месяца достоверно превышают массу сверстниц с генотипом CSN3^{AA}/DGAT1^{AA} на 3,1 кг (P<0,01), CSN3^{AB}/DGAT1^{AA} – на 3,1 кг (P<0,05), а животные с генотипом CSN3^{AA}/DGAT1^{AK} имеют достоверное превосходство над группой CSN3^{AA}/DGAT1^{AA} на 3,0 кг (P<0,001), CSN3^{AB}/DGAT1^{AA} – на 3,0 кг (P<0,05).

В 6 месяцев аналогичная достоверная разница выявлена у генотипа CSN3^{AB}/DGAT1^{AK} по сравнению с группой CSN3^{AA}/DGAT1^{AA} – на 6,4 кг (P<0,001), CSN3^{AA}/DGAT1^{KK} – на 6,7 кг (P<0,05), а телки с генотипом CSN3^{AA}/DGAT1^{AK} превосходят CSN3^{AA}/DGAT1^{AA} – на 4,9 кг (P<0,05).

В 12 месяцев молодняк с комбинацией CSN3^{AB}/DGAT1^{AK} и CSN3^{AA}/DGAT1^{AK} имеет достоверное преимущество над гомозиготными сверстницами CSN3^{AA}/DGAT1^{AA} на 20,8 кг (P<0,001) и на 10,2 кг (P<0,05) соответственно.

В конце опытного периода (15 месяцев) отмечено превосходство массы телок с генотипом CSN3^{AB}/DGAT1^{AK} над весовыми значениями аналогов с генотипом CSN3^{AA}/DGAT1^{AA} на 15,1 кг (P<0,001), CSN3^{AB}/DGAT1^{KK} – на 9,6 кг (P<0,05). Аналогичная достоверная разница установлена меж-

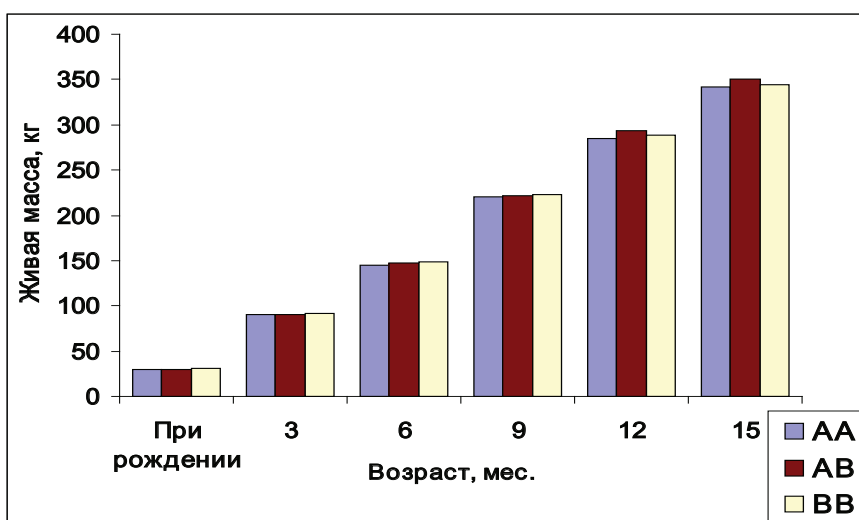


Рис. 1 – Динамика роста живой массы телок с разными генотипами CSN3

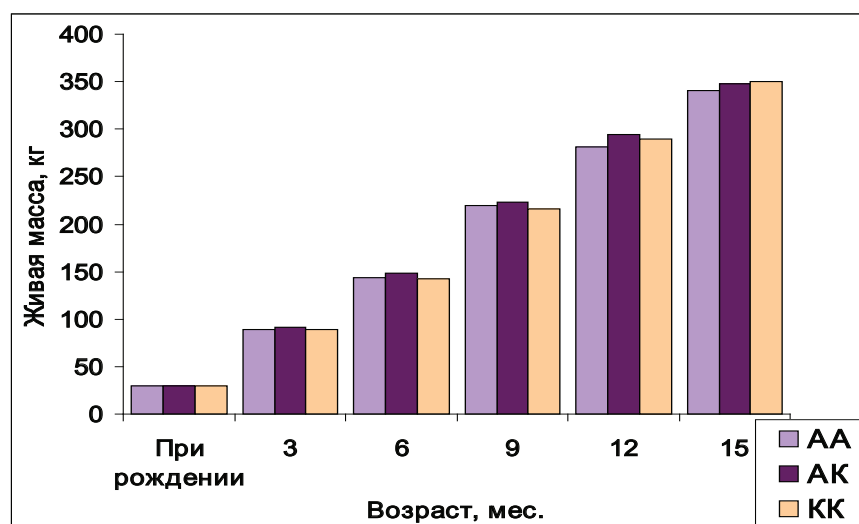


Рис. 2 – Динамика роста живой массы телок с разными генотипами DGAT1

ду гомозиготными животными CSN3^{AA}/DGAT1^{KK} и CSN3^{AA}/DGAT1^{AA} на 14 кг (P<0,001), а также по сравнению с группой CSN3^{AB}/DGAT1^{KK} – на 8,5 кг (P<0,05).

Следует отметить, что телки с комбинацией генов CSN3^{BB}/DGAT1^{AK} характеризуются высокими показателями живой массы в различные возрастные периоды, но в силу того, что имеется лишь две головы и разность статистически не достоверна между другими группами, можно говорить лишь о тенденции к превосходству.

Таким образом, высокую живую массу при выращивании имеют телки с генотипом CSN3^{AB}/DGAT1^{AK} и CSN3^{AA}/DGAT1^{AK}.

Выводы

1. Анализ результатов исследований свидетельствует, что телки с генотипом AB гена каппа-казеина и AK гена диацилглицерол

O-ацилтрансферазы характеризуются большей живой массой.

2. Телки с комплексным генотипом CSN3^{AB}/DGAT1^{AK} и CSN3^{AA}/DGAT1^{AK} обладают лучшей живой массой.

3. Установлено влияние аллеля В гена каппа-казеина и аллеля К гена диацилглицерол O-ацилтрансферазы на динамику весового роста животных.

Библиографический список

1. Полиморфизм гена каппа-казеина у черно-пестрой и красно-пестрой пород / М. Алипанах, Л.А. Калашникова, Г.В. Родионов, У.Б. Медведев // Материалы 13-ой международной конференции иранской биотехнологии. – Керман, 2005. – С. 90.

2. Баршинова, А.В. Полиморфизм гена каппа-казеина у молодняка красно-пестрой породы в Центрально-Черноземной зоне РФ / А.В. Баршинова, Л.А. Калашникова // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: сборник научных трудов. – Дубровицы, 2003. – С. 83 - 84.

3. Волохов, И.М. Продуктивные качества скота красно-пестрой породы различных генотипов по каппа-казеину / И.М. Волохов, О.В. Пащенко, А.В. Морозов // Зоотехния. – 2012. – № 5. – С. 4 - 5.

4. Четвертакова, Е.В. Влияние разных генотипов по локусу гена каппа-казеина на показатели роста и развития телок енисейского типа красно-пестрой породы Средней Сибири / Е.В. Четвертакова, А.И. Голубков, И.Ю. Ерёмина // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 8. – С. 128 - 130.

5. Галлямова, А.Р. Мясная продуктивность крупного рогатого скота с разным генотипом по каппа-казеину / А.Р. Галлямова, С.Г. Исламова // Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы. Материалы II всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов. – Уфа, 2008. – С. 149 - 150.

6. Ганиев, А.С. Полиморфизм гена жирномолочности крупного рогатого скота / А.С. Ганиев, Р.Р. Шайдуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2015. – Том 224 (4). – С. 30 - 35.

7. Смарагдов, М.Г. Влияние гена DGAT1 на показатели молока коров голштинизированной черно-пестрой породы Ленинградской области / М.Г. Смарагдов // Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных. Материалы международной научной конференции. – СПб.: ВНИИГРЖ, 2009. – С. 17 - 21.

8. The DGAT1 K232A Mutation Is Not Solely Responsible for the Milk Production Quantitative Trait Locus on the Bovine Chromosome 14 / J. Bennewitz, N. Reinsch, S. Paul, C. Looft, B. Kaipе // Journal of dairy science. - 2004. - Vol. 87, №5. - P. 431 - 433.

9. Перчун, А.В. Генотипирование молочных белков крупного рогатого скота костромской породы / А.В. Перчун, Г.Е. Сулимова, С.Г. Белокуров // Актуальные проблемы науки в АПК. Материалы 63-й международной научно-практической конференции. – Кострома, 2012. – Том 1. – С. 116 - 120.

10. Полиморфизм генов bGH, RORC и DGAT1 у мясных пород крупного рогатого скота / И.Ф. Горлов, А.А. Федюнин, Д.А. Ранделин, Г.Е. Сулимова // Генетика. – 2014. – Том 50, № 12. – С. 1448 - 1454.

11. Associations between DGAT1, FABP4, LEP, RORC, and SCD1 gene polymorphisms and fat deposition in Spanish commercial beef / C. Avilés, O. Polvillo, F. Pena, M. Juarez, A.L. Martinez, A. Molina // [Animal Biotechnology](#). - 2015. – Vol. 26 (1). – P. 40 - 44.

12. Association of polymorphisms at DGAT1, leptin, SCD1, CAPN1 and CAST genes color, marbling and water holding capacity in meat from beef cattle populations in Sweden / X. Li, M. Ekerljung, K. Lundstrom, A. Lunden // Meat Science.- 2013. – Vol. 94. – P. 153 – 158.

13. The effect of sex and DGAT1 polymorphism on fat deposition traits in Simmental beef / D. Karolyi, Ubri-Urik Vlatka, K. Salajpal, Đikic Marija // Acta Veterinaria (Beograd).- 2012. – Vol. 62(1). – P. 91 - 100.

14. Association analysis of single nucleotide polymorphisms in DGAT1, TG and FABP4 genes and intramuscular fat in crossbred Bos taurus cattle / L. Pannier, A.M. Mullen, R.M. Hamill, P.C. Stapleton, T. Sweeney // Meat. Sci. – 2010. – Vol. 85, № 3. – P. 515 - 518.

15. Effects of DGAT1 gene on meat and carcass fatness quality in Chinese commercial cattle / Y. Zhengrong, J. Li, X. Gao H., Xu Sh // Mol. Biol. Rep.- 2013. – Vol. 40. – P. 1947 – 1954.

16. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственных животных / Л.А. Калашникова, И.М. Дунин, В.И. Глазко, Н.В. Рыжова, Е.П. Голубина. – Лесные Поляны: ВНИИплем, 1999. – 148 с.

17. Characterization DGAT1 gene in the Zealand dairy population / R.J. Slepman, C.A. Ford, P. McEhinney, G.C. Gregory, R.G. Shell // Journal of Dairy Science 85. – 2002. - № 35. – P. 3514 – 3517.

ASSOCIATION OF POLYMORPHISM OF CSN3 AND DGAT1 GENES WITH HEIFER LIVE WEIGHT

Shaydullin R.R.

FSBEI HE Kazan State Agrarian University
420015, Kazan, K. Marx st., 65,
tel.: (843) 567-47-12, e-mail: tppi-kgau@bk.ru

Key words: gene, genotype, polymorphism, live weight, heifers, growth dynamics, CSN3, DGAT1.

The purpose of this work is to study the effect of the genotype of kappa-casein gene (CSN3) and diacylglycerol O-acyltransferase (DGAT1) on live weight of heifers of Black-Spotted breed. Based on the results of heifer testing by method of DNA diagnostics, test groups with genetic variants of locus of genes CSN3, DGAT1 and in CSN3 / DGAT1 complex were formed in the conditions of nucleus center of OOO Dusym, of Atninsky district of the Republic of Tatarstan. The dynamics of live weight at the age of: at birth, 3, 6, 9, 12, 15 months, depending on the genotype, was studied. Heifers with the genotype CSN3^{AB} and CSN3^{BB} are characterized by a higher live weight in all age periods, with a significant superiority at the age of 12 and 15 months of homozygous genotypes ($P < 0.05-0.01$). Animals with DGAT1^{AK} genotype have an advantage over the group with DGAT1^{AA} genotype in live weight at the age of 3 months by 2.9 kg ($P < 0.001$), at 6 months - by 4.9 kg ($P < 0.01$), at 12 months - by 13.2 kg ($P < 0.001$), at 15 months - by 7.5 kg ($P < 0.01$). Heifers with complex genotype CSN3^{AB} / DGAT1^{AK} and CSN3^{AA} / DGAT1^{AK} have a higher live weight in all age periods.

Bibliography

1. Polymorphism of kappa-casein gene of Black-Spotted and Red-Spotted breeds / M. Alipanakh, L.A. Kalashnikova, G.V. Rodionov, U.B. Medvedev // Materials of the 13th international conference of Iranian biotechnology. - Kerman, 2005. - P. 90.
2. Barshinova, A.V. Polymorphism of kappa-casein gene of young cattle of Red-Spotted breed in the Central Black soil zone of the Russian Federation / A.V. Barshinova, L.A. Kalashnikova // Current achievements and problems of biotechnology of farm animals: a collection of scientific papers. - Dubrovitsy, 2003. - P. 83 - 84.
3. Volokhov, I.M. Productive qualities of cattle of Red-Spotted breed of different genotypes by kappa-casein / I.M. Volokhov, O.V. Pashchenko, A.V. Morozov // Zootechny. - 2012. - № 5. - P. 4 - 5.
4. Chetvertakova, E.V. Influence of different genotypes on kappa-casein gene locus on the growth and development of Yenisei type heifers of Red-Spotted breed of Middle Siberia / E.V. Chetvertakova, A.I. Golubkov, I.Yu. Eremina, // Vestnik of Krasnoyarsk State Agrarian University. - 2012. - №8. - P. 128 - 130.
5. Gallyamova, A.R. Meat productivity of cattle with different genotype by kappa-casein / A.R. Gallyamova, S.G. Islamova // Youth Science and Agroindustrial Complex: Problems and Prospects. Materials of the II All-Russian scientific and practical conference of young scientists and post graduate students. - Ufa, 2008. - P. 149-150.
6. Ganiev, A.S. Polymorphism of cattle fat-milk gene / A.S. Ganiev, R.R. Shaydullin // Scientific notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine. - Kazan: KSAVM, 2015. - Volume 224 (4). - P. 30-35.
7. Smaragdov, M.G. Influence of DGAT1 gene on milk parameters of cows of Holsteinized Black-Spotted breed of Leningrad Region / M.G. Smaragdov // Achievements in genetics, breeding and reproduction of farm animals. Materials of the international scientific conference. - St. Petersburg: All-Russian Scientific and Research Institute of Genetics and Animal Breeding, 2009. - P. 17 - 21.
8. The DGAT1 K232A Mutation Is Not Solely Responsible for the Milk Production Quantitative Trait Locus on the Bovine Chromosome 14 / J. Bennewitz, N. Reinsch, S. Paul, C. Looft, B. Kaupe // Journal of dairy science. - 2004. - Vol. 87, №5. - P. 431 - 433.
9. Perchun, A.V. Genotyping of milk proteins of Kostroma breed cattle / A.V. Perchun, G.E. Sulimova, S.G. Belokurov // Current problems of science in the agroindustrial complex. Materials of the 63rd International scientific and practical conference. - Kostroma, 2012. - Volume 1. - P. 116 - 120.
10. Polymorphism of bGH, RORC and DGAT1 genes in meat breeds of cattle / I.F. Gorlov, A.A. Fedyunin, D.A. Randelin, G.E. Sulimova // Genetics. - 2014. - Volume 50, № 12. - P. 1448 - 1454.
11. Associations between DGAT1, FABP4, LEP, RORC, and SCD1 gene polymorphisms and fat deposition in Spanish commercial beef / C. Avilés, O. Polvillo, F. Pena, M. Juárez, A.L. Martínez, A. Molina // Animal Biotechnology. - 2015. - Vol. 26 (1). - P. 40 - 44.
12. Association of polymorphisms at DGAT1, leptin, SCD1, CAPN1 and CAST genes color, marbling and water holding capacity in meat from beef cattle populations in Sweden / X. Li, M. Ekerljung, K. Lundstrom, A. Lunden // Meat Science. - 2013. - Vol. 94. - P. 153 - 158.
13. The effect of sex and DGAT1 polymorphism on fat deposition traits in Simmental beef / D. Karolyi, Ubri-Urik Vlatka, K. Salajpal, Đikic Marija // Acta Veterinaria (Beograd). - 2012. - Vol. 62(1). - P. 91 - 100.
14. Association analysis of single nucleotide polymorphisms in DGAT1, TG and FABP4 genes and intramuscular fat in crossbred Bos taurus cattle / L. Pannier, A.M. Mullen, R.M. Hamill, P.C. Stapleton, T. Sweeney // Meat. Sci. - 2010. - Vol. 85, № 3. - P. 515 - 518.
15. Effects of DGAT1 gene on meat and carcass fatness quality in Chinese commercial cattle / Y. Zhengrong, J. Li, X. Gao H., Xu Sh // Mol. Biol. Rep. - 2013. - Vol. 40. - P. 1947 - 1954.
16. DNA-technology assessment of farm animals / L.A. Kalashnikova, I.M. Dunin, V.I. Glazko, N.V. Ryzhova, E.P. Golubina. - Lesnye Polyany: ARSRIAB, 1999. - 148 p.
17. Characterization DGAT1 gene in the Zealand dairy population / R.J. Slepman, C.A. Ford, P. McEhinney, G.C. Gregory, R.G. Shell // Journal of Dairy Science 85. - 2002. - № 35. - P. 3514 - 3517.