

УДК 636.2.034:575.113

## ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ CSN3, BPRL И BGH У КОРОВ КОСТРОМСКОЙ ПОРОДЫ В СВЯЗИ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

<sup>1</sup>Перчун А.В., <sup>2</sup>Лазебная И.В., <sup>1</sup>Белокуров С.Г., <sup>2</sup>Рузина М.Н., <sup>2</sup>Сулимова Г.Е.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»,

пос. Караваяево, e-mail: zooaleks@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова» Российской академии наук,

Москва, e-mail: Lazebnaya@mail.ru

Описан полиморфизм генов каппа-казеина (CSN3), пролактина (bPRL-RsaI) и гормона роста (bGH-AluI) у коров костромской породы из ОАО ПЗ «Караваяево» Костромской области. Установлено распределение частот аллелей и генотипов исследуемых генов. В изученной популяции наиболее часто встречались аллель В и генотип АВ гена CSN3 (0,624 и 0,528, соответственно), аллель А и генотипы АА и АВ гена bPRL (0,720, 0,496 и 0,448, соответственно), аллель L и генотип LL гена bGH (0,940 и 0,880, соответственно) при отсутствии генотипа VV. Не установлено достоверных различий между значениями наблюдаемой (Hobs) и ожидаемой (Hexp) гетерозиготности ни по одному из трех генов. Изучение влияния вышеперечисленных генов на параметры молочной продуктивности коров за 305 дней первой лактации показало, что достоверно лучшими показателями удоя (6456 кг) и количества молочного белка (208,5 кг) в молоке отличались животные с генотипом LL гена bGH, а по процентному содержанию жира (4,38%) – животные с генотипом VL. Наиболее предпочтительным генотипом гена CSN3 по содержанию белка является генотип BB по сравнению с генотипом AA (выше на 3,25%). По гену bPRL достоверных отличий установлено не было.

**Ключевые слова:** костромская порода, молочная продуктивность, ДНК-полиморфизм, ген каппа-казеина, ген пролактина, ген гормона роста

## POLYMORPHISM OF CSN3, BGH AND BPRL GENES IN CONNECTION WITH MILK QUALITY TRAITS IN KOSTROMA CATTLE BREED

<sup>1</sup>Perchun A.V., <sup>2</sup>Lazebnaya I.V., <sup>1</sup>Belokurov S.G., <sup>2</sup>Ruzina M.N., <sup>2</sup>Sulimova G.E.

<sup>1</sup>Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, e-mail: zooaleks@mail.ru;

<sup>2</sup>Vavilov Institute of General Genetics Russian Academy of Sciences,

Moscow, e-mail: Lazebnaya@mail.ru

Polymorphisms of the kappa-casein (CSN3), prolactin (bPRL-RsaI) and growth hormone (bGH-AluI) genes in Kostroma cattle breed from the Karavaevo farm of the Kostroma region were revealed. Distributions of the most frequent alleles and genotypes of the genes studied were the following: allele B (0,624) and genotype AB (0,528) of the CSN3 gene, allele A (0,720) and genotypes AA (0,496) and AB (0,448) of the bPRL gene, and allele L (0,940) and genotype LL (0,880) of the bGH gene. The observed (Hobs) and expected (Hexp) heterozygosities for all genes studied did not differ significantly from each other. Study of the effects of the genes on milk production traits for 305 days of the first lactation revealed the following: significantly better in milk yield and milk protein were animals of the LL genotype of the bGH gene, 6456 kg and 208,5 kg, correspondingly, in fat content – animals of the VL genotype (4,38%). The most preferred genotype in fat content of the CSN3 gene was BB genotype exceeded AA genotype (more on 3,25%). Significant differences for the bPRL gene were not found.

**Keywords:** kostroma cattle breed, milk production, DNA-polymorphism, kappa-casein gene, prolactin gene, growth hormone gene

Полиморфизм генов, ассоциированных с параметрами молочной продуктивности, позволяет вести селекцию домашних животных с учетом ценных генотипов в отношении хозяйственно полезных признаков. Установленный для крупного рогатого скота (КРС) спектр генов-кандидатов на связь с признаками молочной продуктивности включает в себя гены основных белков молока (лактальбуминов и казеинов), гены гормонов, стимулирующих их экспрессию, а также гены, продукты которых регулируют обмен протеинов и липидов в организме [7]. Среди них особое место занимают гены каппа-казеина, гормона роста и пролактина [1, 4, 9].

Каппа-казеин обеспечивает оптимальные технологические свойства молока при производстве сыра, поэтому его ген рас-

сматривают в качестве одного из основных маркеров племенной ценности КРС [4]. Ген каппа-казеина (CSN3) у представителей вида *Bos taurus* L. находится на 6-й хромосоме. Из десяти описанных аллелей этого гена наиболее часто встречаются аллельные варианты А и В, которые отличаются двумя аминокислотными заменами в 136-м Thr(A)/Ile(B) и 148-м Asp(A)/Ala(B) положениях полипептидной цепи. Многими зарубежными [11] и отечественными [5] исследователями установлена ассоциация В-аллеля гена CSN3 с более высоким содержанием белка в молоке и выходом сыра, а также с лучшими коагуляционными свойствами молока у КРС.

Гормон роста (bGH) – важнейший регулятор соматического роста животных, об-

ладающий, в том числе лактогенным и жи- ромобилизующим действием. У КРС ген гормона роста локализован на 19-й хро- мосоме и состоит из пяти экзонов и четырёх интронов. *AluI* рестрикционный полимор- физм в пятом экзоне гена связан с транс- версией С-Г, приводящей к замене в бел- ковом продукте гена аминокислоты лейцин на аминокислоту валин (*Leu* на *Val*, 127 по- зиция). Рядом учёных [1, 2, 10] установлена связь различных полиморфных вариантов гена *bGH* с такими хозяйственно-полезны- ми признаками КРС как рост и развитие, молочная продуктивность (удой, содержа- ние жира и белка в молоке).

Пролактин (*bPRL*) – один из самых уни- версальных гормонов гипофиза с точки зре- ния его биологической активности. Он уча- ствует в дифференцировке эпителиальных клеток молочной железы, инициации и под- держании лактации, регуляции синтеза мо- лочных белков и жиров. Таким образом, ген пролактина является потенциальным гене- тическим маркером признаков молочной продуктивности в животноводстве. У КРС ген *bPRL* расположен на 23-й хромо- соме и состоит, как и ген *bGH*, из пяти экзо- нов и четырёх интронов. Установлено, что синонимичная А-Г замена, возникающая в кодоне для 103 аминокислоты, приводит к появлению полиморфного *RsaI*-сайта. Во многих исследованиях [2, 3, 9] показана связь *RsaI*-генотипов гена *bPRL* у КРС с па- раметрами молочной продуктивности.

Костромская порода КРС является од- ной из лучших отечественных пород мясо- молочного направления продуктивности. Исследованию ее генофонда по перечис- ленным молекулярным маркерам посвяще- ны работы ряда авторов [6, 8], однако жи- вотные из хозяйства ОАО ПЗ «Караваяево», являющегося родоначальником костром- ской породы, не были изучены.

**Цель нашего исследования** заключа- лась в изучении полиморфизма генов кап- па-казеина, гормона роста и пролактина у коров костромской породы в связи с пара- метрами молочной продуктивности.

#### Материал и методы исследования

Исследования проведены в лаборатории срав- нительной генетики животных ИОГен РАН. Мате- риалом для исследований послужила кровь коров костромской породы ( $n = 125$ ) из хозяйства ОАО ПЗ «Караваяево» Костромской области. Кровь для вы- деления ДНК отбирали из яремной вены в объёме 5 мл в вакуумные пробирки с сухим ЭДТА КЗ (ООО «ГЕМ», Россия). Геномную ДНК животных выделяли из 200 мкл цельной крови с использованием набора реагентов «DIAtom™DNA Prep» (IsoGene Lab., Мо- сква) согласно прописи, предоставленной изгото- вителем.

Тестирование А- и В-аллелей гена *CSN3* проводи- ли с помощью метода аллель-специфичной полиме- разной реакции с использованием набора «GenePak k-Casein A/B PCR test» (IsoGene Lab., Москва) согласно прописи изготовителя. Амплификацию проводили в термоциклере «DNA Engine Dyad» (BioRad, США) в следующем режиме: первый цикл – 95°C, 2 мин; последующие 32 цикла – 95°C, 15 с; 62°C, 40 с; 72°C, 30 с; заключительный цикл – 72°C, 7 мин.

Полиморфизм генов *bGH* и *bPRL* иссле- довали методом PCR-RFLP. Для амплифика- ции фрагментов этих генов использовали сле- дующие пары олигонуклеотидных праймеров, синтезированных в ООО НПФ «Литех» (г. Москва): *bGH*-F: 5'-GCTGCTCCTGAGGGCCCTCG-3' и *bGH*-R: 5'-GCGGCGGCACTTCATGACCCT-3' (для гена *bGH*); *PR3*-F: 5'-CGAGTCCTTATGAGCTTGATTCTT-3' и *PR3*-R: 5'-GCCTCCAGAAGTCGTTTGTTC-3' (для гена *bPRL*) [3]. Амплификацию проводили с применением набора «GenePak™ PCR Core» (IsoGene Lab., Москва) в термоциклере «Терцик» (ООО «ДНК- технология», Россия) в следующем режиме: для фрагмента гена *bGH*: первый цикл – 94°C, 4 мин; последующие 35 циклов – 94°C, 45 с; 65°C, 45 с; 72°C, 45 с; заключительный цикл – 72°C, 7 мин.; для фрагмента гена *bPRL*: первый цикл – 95°C, 5 мин; последующие 35 циклов – 95°C, 30 с; 57°C, 30 с; 72°C, 30 с; заключительный цикл – 72°C, 7 мин. Получен- ные продукты амплификации генов *bPRL* и *bGH* об- рабатывали эндонуклеазами рестрикции *RsaI* и *AluI* соответственно в течение 20 часов при соблюдении условий, указанных фирмой-производителем (МБИ Fermentas, Литва).

Размер продуктов рестрикции фрагмента гена *bGH* оценивали методом электрофореза в 2%-м ага- розном геле, а фрагмента гена *bPRL* – в 6%-м по- лиакриламидном геле (1х ТВЕ, бромистый этидий 0,5 мкг/мл, 100V). Результаты электрофореза реги- стрировали в ультрафиолете с использованием систе- мы геледокументации «UVT-1» (BioKom, Россия).

Удой, содержание жира и белка (кг, %) в молоке оценивали за 305 дней первой лактации по данным зоотехнического учёта (форма 2-мол). Статистиче- скую обработку результатов проводили в программе «Microsoft Excel 2010». Достоверность попарных раз- личий между средними значениями признаков оцени- вали с использованием критерия Стьюдента.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Проведённое исследование выявило по- лиморфизм всех рассматриваемых генов (табл. 1). В изученной выборке коров на- блюдается значительное преобладание жи- вотных с генотипом *AB* (0,528) гена *CSN3*. Генотип *AA*, менее желательный при про- изводстве молока, согласно работам [5, 11], был выявлен у 14 коров (0,112). Частота аллеля А составила 0,376, аллеля В – 0,624. В отношении гена *bPRL* было установле- но, что частота аллеля А преобладает над частотой аллеля В более чем в два раза и составляет 0,72. Генотипы *AA* и *AB* гена пролактина у исследованных животных встречались примерно с одинаковой частотой – 0,496 и 0,448, соответственно. Частота

генотипа *BB* у коров находилась на низком уровне и составила всего 0,056. Что касается гена *bGH*, то частота генотипа *LL* значительно превосходила частоту генотипа *VL*,

и составила 0,88. Животных же с генотипом *VV* в данной выборке выявлено не было, что согласуется с ранее проведённым исследованием костромской породы [6].

Таблица 1

Частота генотипов и аллелей генов *CSN3*, *bPRL* и *bGH* у коров костромской породы ( $n = 125$ )

Ген	Число животных, гол.	Генотип	Частота генотипов $\pm$ s.e.	Аллель	Частота аллелей $\pm$ s.e.	$H_{\text{exp}}$	$\chi^2$
<i>CSN3</i>	14	AA	0,112 $\pm$ 0,028	A B	0,376 $\pm$ 0,043 0,624 $\pm$ 0,043	0,469 $\pm$ 0,045	2,03
	66	AB ( $H_{\text{obs}}$ )	0,528 $\pm$ 0,045				
	45	BB	0,360 $\pm$ 0,043				
<i>bPRL</i>	62	AA	0,496 $\pm$ 0,045	A B	0,720 $\pm$ 0,040 0,280 $\pm$ 0,040	0,403 $\pm$ 0,044	1,22
	56	AB	0,448 $\pm$ 0,044				
	7	BB	0,056 $\pm$ 0,021				
<i>bGH</i>	15	VL	0,120 $\pm$ 0,029	V L	0,060 $\pm$ 0,021 0,940 $\pm$ 0,021	0,110 $\pm$ 0,028	0,10
	110	LL	0,880 $\pm$ 0,029				

Примечания: s.e. – стандартная ошибка;  $H_{\text{obs}}$  – наблюдаемая гетерозиготность;  $H_{\text{exp}}$  – ожидаемая гетерозиготность;  $\chi^2$  – критерий соответствия.

Не установлено статистически значимого отклонения эмпирического распределения частот генотипов от распределения генотипов по Харди-Вайнбергу ни по одному из генов, так же, как не установлено достоверных различий между значениями

наблюдаемой ( $H_{\text{obs}}$ ) и ожидаемой ( $H_{\text{exp}}$ ) гетерозиготности (табл. 1).

В табл. 2 показана связь генотипов по локусам рассматриваемых генов с показателями молочной продуктивности коров за 305 дней 1-й лактации.

Таблица 2

Молочная продуктивность коров костромской породы с различными генотипами (за 305 дней первой лактации)

Генотип	Удой, кг	Жир, %	Количество молочного жира, кг	Белок, %	Количество молочного белка, кг
Ген <i>CSN3</i>					
AA	6351 $\pm$ 321	4,25 $\pm$ 0,08	277,4 $\pm$ 16,5	3,18 $\pm$ 0,02*	201,9 $\pm$ 10,2
AB	6364 $\pm$ 133	4,15 $\pm$ 0,04	264,1 $\pm$ 5,8	3,23 $\pm$ 0,01	205,5 $\pm$ 4,3
BB	6494 $\pm$ 164	4,15 $\pm$ 0,04	269,0 $\pm$ 7,1	3,25 $\pm$ 0,01*	210,6 $\pm$ 5,2
Ген <i>bPRL</i>					
AA	6416 $\pm$ 142	4,14 $\pm$ 0,04	265,3 $\pm$ 5,7	3,23 $\pm$ 0,01	207,4 $\pm$ 4,5
AB	6426 $\pm$ 144	4,19 $\pm$ 0,04	270,6 $\pm$ 7,1	3,23 $\pm$ 0,01	207,2 $\pm$ 4,6
BB	6207 $\pm$ 435	4,17 $\pm$ 0,08	259,2 $\pm$ 20,8	3,23 $\pm$ 0,04	200,5 $\pm$ 14,8
Ген <i>bGH</i>					
LL	6456 $\pm$ 108*	4,13 $\pm$ 0,03**	267,3 $\pm$ 4,8	3,23 $\pm$ 0,01	208,5 $\pm$ 3,5*
VL	6064 $\pm$ 156*	4,38 $\pm$ 0,07**	268,1 $\pm$ 7,2	3,22 $\pm$ 0,01	195,1 $\pm$ 4,9*

Примечания: \* –  $P < 0,05$  и \*\* –  $P < 0,01$  (критерий Стьюдента).

Из таблицы видно, что по процентному содержанию белка животные с генотипом *BB* гена *CSN3* имели преимущество над животными с генотипом *AA*. За 305 дней лактации они продуцировали в среднем на 0,07% ( $P < 0,05$ ) больше белка. При рассмотрении молочной продуктивности животных с различными генотипами гена *bPRL* достоверных различий установлено не было. По исследованному SNP гена *bGH* было выявлено, что наибольшими показателями

удоя (6456 кг) и количества молочного белка (208,5 кг) характеризовались животные с генотипом *LL*, что на 6,1 и 6,9% больше, соответственно, чем у их сверстниц с генотипом *VL*. При этом коровы с генотипом *VL* продуцировали молоко с большим процентным содержанием жира, равным 4,38% (на 0,25% больше,  $P < 0,01$ ).

При анализе совместного влияния рассматриваемых генов на показатели молочной продуктивности коров костромской

породы в первой лактации из 15 выявленных комплексных генотипов нами было учтено восемь, частота которых превыша-

ла 2,4%. Наиболее часто встречались животные с генотипами *AB/AA/LL* (25,8%), *AB/AB/LL* (20,0%) и *BB/AA/LL* (16,8%) (табл. 3).

**Таблица 3**

Молочная продуктивность коров костромской породы с различными комплексными генотипами за первую лактацию

Генотип гена			n	Удой, кг	Жир, %	Количество молочного жира, кг	Белок, %	Количество молочного белка, кг
CSN3	bPRL	bGH						
AA	AB	LL	9	6429 ± 496	4,26 ± 0,12	280,6 ± 26,0	3,18 ± 0,03	204,4 ± 15,8
AB	AA	LL	32	6339 ± 186	4,11 ± 0,04*	260,3 ± 7,7	3,24 ± 0,02	205,3 ± 6,1
AB	AA	LV	5	6085 ± 264	4,42 ± 0,21 <sup>a,b*</sup>	269,0 ± 16,1	3,19 ± 0,02	194,1 ± 7,5
AB	AB	LL	25	6531 ± 250	4,13 ± 0,06	269,8 ± 11,3	3,22 ± 0,02	210,3 ± 7,9
BB	AA	LL	21	6736 ± 291	4,04 ± 0,05 <sup>b*</sup>	271,8 ± 11,5	3,24 ± 0,01	217,9 ± 9,2
BB	AB	LL	15	6373 ± 232	4,21 ± 0,08	269,3 ± 12,9	3,26 ± 0,04	207,5 ± 7,3
BB	AB	LV	3	5790 ± 327	4,27 ± 0,06	246,9 ± 10,7	3,23 ± 0,02	186,7 ± 9,7
BB	BB	LL	4	6469 ± 564	4,15 ± 0,15	269,6 ± 30,3	3,24 ± 0,06	210,2 ± 21,7

Примечание: буквенными индексами (a, b) обозначены пары достоверно различающихся генотипов при уровне достоверности: \* –  $P < 0,05$  (критерий Стьюдента).

Проведённый анализ показал достоверное превосходство коров с генотипом *AB/AA/LV* по процентному содержанию жира в молоке над животными с генотипами *AB/AA/LL* и *BB/AA/LL* на 0,31% ( $P < 0,05$ ) и 0,38% ( $P < 0,05$ ) соответственно. Наблюдаемые между животными с генотипами *AA/AB/LL* и *BB/AA/LL* различия по процентному содержанию белка носят характер тенденции ( $P = 0,054$ ). По другим генотипам достоверных различий в показателях молочной продуктивности за 305 дней первой лактации найдено не было.

**Заключение**

Итак, проведённое исследование свидетельствует о связи показателей молочной продуктивности у исследованных коров костромской породы из ОАО ПЗ «Караваяво» с генотипами генов *CSN3* и *bGH*. Полученные данные по ассоциации *LL* генотипа гена *bGH* с высокими показателями удоя и количества молочного белка за 305 дней первой лактации согласуются с закономерностями, описанными у коров черно-пестрой породы [10]. Выявленное преимущество костромских коров с *VL* генотипом этого же гена по содержанию молочного жира наблюдалось также у коров голштинской породы [12]. Отметим, что ранее достоверных связей показателей молочной продуктивности с геном *bGH* у костромского скота обнаружено не было, однако, была отмечена тенденция связи генотипа *VL* гена гормона роста (*bGH*) с более высоким содержанием жира по сравнению с генотипом

*LL* ( $P = 0,086$ ) [6]. Наибольшим процентным содержанием белка в молоке характеризовались животные с генотипом *BB* гена *CSN3*, что не противоречит данным других авторов [5, 11]. В настоящем исследовании установлено, что коровы с комплексным генотипом *AB/AA/VL* (гены *CSN3/bPRL/bGH*) продуцируют молоко со значимо более высоким содержанием молочного жира по сравнению с коровами генотипов *AB/AA/LL* и *BB/AA/LL*. Нами не было установлено влияния *RsaI*-полиморфизма гена *bPRL* на исследованные признаки, как и в работе [6].

Таким образом, при разведении и совершенствовании животных костромской породы КРС с целью повышения уровня и качества получаемого от них молока хозяйствам как племенным, так и товарным стад, целесообразно рассматривать полученные результаты как дополнительный критерий при ведении селекционно-племенной работы с использованием ДНК-маркеров при отборе и подборе животных. Однако следует отметить, что для массового применения установленных закономерностей на практике необходима проверка их универсальности на больших выборках животных.

Работа выполнена при поддержке программы ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (Шифр лота: 2012-1.4-12-000-1001, шифр заявки: 2012-1.4-12-000-1001-007, Номер соглашения: 8088) и РФФИ (проект № 12-04-90880-мол\_рф\_нр).

## Список литературы

1. Балацкий В.Н. Генетический полиморфизм соматотропина и ассоциация его аллелей с количественными признаками животных // Сельскохозяйственная биология. – 1998. – № 4. – С. 43–53.

2. ДНК-полиморфизм генов гормона роста и пролактина у ярославского и чёрно-пёстрого скота в связи с молочной продуктивностью / С.Р. Хатами, О.Е. Лазебный, В.Ф. Максименко, Г.Е. Сулимова // Генетика. – 2005. – Т. 41, № 2. – С. 229–236.

3. Долматова И.Ю., Гареева И.Т., Ильясов А.Г. ДНК-технологии в животноводстве // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 2. – С. 42–43.

4. Использование ДНК технологий в животноводстве / Ф.С. Сибатуллин, Т.Х. Фаизов, Г.С. Шарафутдинов, Ш.З. Валидов, Р.Р. Шайдуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Том 15, № 1. – С. 130–132.

5. Калашникова Л.А., Труфанов В.Г. Влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность и технологические свойства молока коров холмогорской породы // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 4. – С. 43–44.

6. Полиморфизм генов гормона роста bGH и пролактина bPRL и изучение его связи с процентным содержанием жира в молоке у коров костромской породы / И.В. Лазебная, О.Е. Лазебный, М.Н. Рузина, Г.А. Бадин, Г.Е. Сулимова // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 4. – С. 46–51.

7. Роль ДНК-маркеров признаков продуктивности сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, О.В. Костюнина, Е.А. Гладырь, А.Д. Банникова, В.Р. Харзина, П.В. Ларионова, К.М. Шавырина, Л.К. Эрнст // Зоотехния. – 2010. – № 1. – С. 8–10.

8. Уникальность костромской породы крупного рогатого скота с позиции молекулярной генетики / Г.Е. Сулимова, И.В. Лазебная, А.В. Перчун, М.Н. Рузина, Г.А. Бадин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 9. – С. 52–54.

9. Association of genetic variants of bovine prolactin with milk production traits of Black-and-White and Jersey cattle / A. Dybus, W. Grzesiak, H. Kamieniecki, I. Szatkowska, Z. Sobek, P. Blaszczyk, E. Czerniawska-Piatkowska, S. Zych, M. Muszynska // Arch. Tierz., Dummerstorf. – 2005. – Vol. 48, № 2. – P. 149–156.

10. Dybus A. Associations between Leu/Val polymorphism of growth hormone gene and milk production traits in Black-and-White cattle // Arch. Tierz., Dummerstorf. – 2002. – Vol. 45, № 5. – P. 421–428.

11. Effect of  $\kappa$ -casein B relative content in bulk milk  $\kappa$ -casein on Montasio, Asiago, and Caciotta cheese yield using milk of similar protein composition / V. Bonfatti, A. Cecchinato, G. Di Martino, M. De Marchi, L. Gallo, P. Carnier // J. Dairy Sci. – 2001. – Vol. 94, № 2. – P. 602–613.

12. Sabour M.P., Lin C.Y., Smith C. Association of genetic variants of bovine growth hormone with milk production traits in Holstein cattle // Journal of Animal Breeding and Genetics. – 1997. – Vol. 114. – P. 435–442.

## References

1. Balackij V.N. *Sel'skhozajstvennaja biologija*, 1998, no. 4, pp. 43–53.

2. Hatami S.R., Lazebnyj O.E., Maksimenko V.F., Sulimova G.E. *Genetika*, 2005, vol. 41, no. 2, pp. 229–236.

3. Dolmatova I.Ju., Gareeva I.T., Il'jasov A.G. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2010, no. 2, pp. 42–43.

4. Sibagatullin F.S., Faizov T.H., Sharafutdinov G.S., Validov Sh.Z., Shajdullin R.R. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2010, vol. 15, no. 1, pp. 130–132.

5. Kalashnikova L.A., Trufanov V.G. *Doklady Rossijskoj akademii sel'skhozajstvennyh nauk*, 2006, no. 4, pp. 43–44.

6. Lazebnaja I.V., Lazebnyj O.E., Ruzina M.N., Badin G.A., Sulimova G.E. *Sel'skhozajstvennaja biologija*, 2011, no. 4, pp. 46–51.

7. Zinov'eva N.A., Kostjunina O.V., Gladyr' E.A., Bannikova A.D., Harzinova V.R., Larionova P.V., Shavyrina K.M., Jernst L.K. *Zootehnika*, 2010, no. 1, pp. 8–10.

8. Sulimova G.E., Lazebnaja I.V., Perchun A.V., Ruzina M.N., Badin G.A. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2011, no. 9, pp. 52–54.

9. Dybus A., Grzesiak W., Kamieniecki H., Szatkowska I., Sobek Z., Blaszczyk P., Czerniawska-Piatkowska E., Zych S., Muszynska M. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 2005, vol. 48, no. 2, pp. 149–156.

10. Dybus A. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 2002, vol. 45, no. 5, pp. 421–428.

11. Bonfatti V, Cecchinato A, Di Martino G, De Marchi M, Gallo L, Carnier P. *J. Dairy Sci.*, 2001, vol. 94, no. 2, pp. 602–613.

12. Sabour M.P., Lin C.Y., Smith C. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 1997, vol. 114, pp. 435–442.

## Рецензенты:

Кокшарова О.А., д.б.н., в.н.с. Научно-исследовательского института физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва;

Куликов А.М., д.б.н., с.н.с., ФГБУН «Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 16.10.2012.