дуктивність свиноматок, першу серію досліджень провели восени, другій серію – навесні за тією ж схемою.

По різних групах тварин великоплідність коливалась в межах від 1,1 до 1,21 кг. Середнє значення цього показника по всіх матках за обох вивчених сезонів року становило 1,16 кг. Великоплідність (по усім маткам періоду) у зимові опороси була на 1,74 % вищою у порівнянні з літніми опоросами (по усім маткам періоду), хоча й різниця між цими групами була не вірогідною. Між матками різного віку, що були осімінені кнурами різного віку, в зимовий період вищі значення мали молоді матки, що були осімінені молодими кнурами ($p < 0,01$ у порівнянні до молодих маток, що були осімінені повновіковими кнурами). Між матками різного віку, що були осімінені кнурами різного віку, в літній період вищі значення мали середнього віку, що були осімінені кнурами середнього віку ($p < 0,01$ у порівнянні до молодих маток у зимовий період, що були осімінені повновіковими кнурами та $p < 0,05$ у порівнянні до молодих маток у літній період, що були осімінені повновіковими кнурами). Саме в літній період по матках середнього віку, що були осімінені кнурами середнього віку були отримані максимальні значення великоплідності, що були вищими за показники маток інших груп на 10,00-0,83 %.

Найбільш консолідовані показники великоплідності були отримані в зимовий період по молодих матках, що були осімінені повновіковими кнурами. В літній період найбільш консолідованими були молоді матки, що були осімінені молодими кнурами.

Ключові слова: свинарство, свиноматки, відтворна здатність, великоплідність, коефіцієнти фенотипової консолідації, сезони року, вік тварин.

DOI 10.32900/2312-8402-2020-123-58-67

УДК 636.1.082.26:575

АСОЦІАТИВНІ ЗВ'ЯЗКИ ГЕНОТИПІВ КАППА-КАЗЕИНУ, БЕТА-ЛАКТОГЛОБУЛІНУ, ЛЕПТИНУ ТА СОМАТОТРОПІНУ З МОЛОЧНОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ ХУДОБИ В ПОПУЛЯЦІЇ СИМЕНТАЛЬСЬКОЇ ПОРОДИ

Бойко О. А., к. с.-г. н., с. н. с.,

Россоха В. І., к. с.-г. н., с. н. с.,

Дробязко О. В., н. с.

Олійниченко Є. К., к. с.-г. н.

Задерихіна О. А., с. н. с.

Інститут тваринництва НААН

З метою визначення прояву продуктивності популяції симентальської худоби проведено генотипування племінних тварин за генами, що асоційовані з господарсько корисними ознаками та запропоновано застосовування результатів при плануванні перспективних планів селекційно – племінної роботи з урахуванням генотипів бугаїв-плідників.

Проведено аналіз поліморфізму генів капа-казеїну (κ -Cn), бета-лактоглобуліну (β LG), лептину (LEP) та гену соматотропіну (GH) в популяції великої рогатої худоби симентальської породи (ПрАТ «Племінний завод «Червоний Велетень» Харківської області) за використання метода ПЛР-ПДРФ. Встановлено рівень продуктивності за надоєм, вмістом жиру та білку в молоці. Визначе-

но сполученість генотипів в популяції худоби симентальської худоби на основі маркірування спадкової інформації за генами кількісних ознак для оцінки прояву продуктивного потенціалу тварин. У дослідженій популяції симентальської породи виявлено поліморфізм за усіма генами, що вивчалися. Встановлено зв'язок контролюючих генів з показниками молочної продуктивності тварин. Генотипи BB (κ -Cn), AA (β LG), LV (GH) і AB (LEP) характеризувалися найбільшими показниками надою за першу лактацію, генотипи AB (κ -Cn), AA (β LG), LV (GH) і AA (LEP) – найбільшим вмістом жиру в молоці, генотипи AA (κ -Cn), BB (β LG), LV (GH) – найбільшим вмістом білка в молоці.

Проведений аналіз асоціативних зв'язків основних продуктивних ознак симентальської худоби з поліморфізмом генів капа-казеїну, гормону росту, лептину та бета-лактоглобуліну дає змогу встановити найбільш бажані комплексні генотипи: κ -Cn^{BB}GH^{LV}LEP^{AB} β LG^{AA} при селекції на підвищення молочної продуктивності тварин, κ -Cn^{AB}GH^{LV}LEP^{AA} β LG^{BB} при селекції на підвищення жирності молока, κ -Cn^{AA}GH^{LV}LEP^{AA/AB} β LG^{BB} при селекції на підвищення вмісту білка в молоці.

Показано, що з метою підвищення продуктивності популяцій симентальської худоби необхідно проводити генотипування племінних тварин за генами асоційованими з господарсько корисними ознаками та застосовувати результати при плануванні перспективних планів селекційно племінної роботи з урахуванням генотипів бугаїв-плідників.

Ключові слова: велика рогата худоба, ген гормону росту GH, ген лептину LEP, ген бета-лактоглобуліну β LG, ген капа-казеїну κ -Cn, комбінаційна сполученість, молочно продуктивність.

Актуальною проблемою сьогодення є розробка нових високотехнологічних способів та інноваційних підходів до оцінки генетичного потенціалу тварин. Завдяки досягненням сучасної молекулярної генетики з'явилася можливість визначати гени, які контролюють окремі господарсько-корисні ознаки. Раннє визначення реального генетичного потенціалу тварин дозволить своєчасно спрогнозувати та скорегувати селекційно-племінну роботу, вибракувати небажаних особин зі стада, що, в свою чергу, значно прискорить покращення та удосконалення порід великої рогатої худоби [1].

Серед величезної кількості генів, що впливають на молочну продуктивність та якість молока, можна виділити групу генів, які вносять найбільший вклад у формування та функціонування даної кількісної ознаки. До таких генетичних маркерів відносяться гени капа-казеїну (κ -Cn), бета-лактоглобуліну (β LG), лептину (LEP), ген ген соматотропіну (GH) та інші [2-9].

З використанням ДНК-маркерів стала можливою масова оцінка генетичного матеріалу на наявність бажаних алельних поєднань генів, пов'язаних з продуктивністю тварин [10]. Різне поєднання алельних варіантів таких генів по-різному визначає характеристики молочної продуктивності великої рогатої худоби, отже, для об'єктивної оцінки кількісних ознак слід враховувати поліморфний внесок багатьох генів [11, 12].

Селекційна робота під постійним генетичним контролем в стадах різних порід тварин створює передумови збереження високого ступеню генетичної різноманітності генів і генних комплексів, що визначають адаптаційну здатність, прояв продуктивних ознак та унікальні риси цих порід за їх використання [13-16]. Особливу увагу при цьому слід приділити проблемі вивчення генофонду унікаль-

них порід великої рогатої худоби вітчизняний селекції, а саме симентальської породи, з метою його збереження та подальшого удосконалення породи.

Метою роботи було вивчення генетичної структури та визначення комбінаційної сполученості генотипів у популяції худоби симентальської породи за генами, асоційованими з молочною продуктивністю.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведено на популяціях племінної великої рогатої худоби симентальської породи на базі суб'єктів з племінної справи ПрАТ «Племінний завод «Червоний Велетень» (n=66) Харківської обл. Досліджено поліморфізм генів капа-казеїну, бета-лактоглобуліну, лептину та гормону росту.

ДНК отримано з крові тварин за використання набору для виділення ДНК - «ДНК-сорб В». Аналіз поліморфізму генів виконано методом ПЛР-ПДРФ.

Локус-специфічну ампліфікацію фрагментів генів капа-казеїну (*κ-Cn*), бета-лактоглобуліну (*βLG*), лептину (*LEP*) та гормону росту (*GH*) здійснювали в автоматичному режимі на термоциклері AMPLY-4, використовуючи наступні праймери: для фрагменту гена *κ-Cn*: (F:5' GAAATCCCTACCATCAATACC-3' и R:5'-CCATCTACCTAGTTTAGATG-3'), для фрагменту гена *βLG*: (F:5' GTGCTGGACACCGACTACAAAAAG-3' и R:5' GCTCCCGGTATATGACCACCTCT-3'), для фрагменту гена *GH*: (F:5' - GCTGCTCCTGAGGGCCCTTC-3' и R:5' - GCGGCGGCACTTCATGACCC-3'), для фрагменту гена *LEP*: (F:5' GTCACCAGGATCAATGACAT-3' и R:5' - AGCCCAGGAATGAAGTCCAA-3') [17].

Рестрикцію отриманих ампліконів досліджували в реакційній суміші з рестриктазами *Hind* III для *κ-Cn*, *Bsu* RI (*Hae*III) для *βLG*, *Alu* I для *GH*, *Sau* 3a для *LEP* за рекомендаціями виробника.

Після рестрикції фрагменту гену *κ-Cn* рестриктазою *Hind* III, виявляються два алельні варіанти А і В гену *κ-Cn*. У тварин з генотипом ВВ після рестрикції виявляли два фрагменти довжиною 182 і 91 п.н. У носіїв генотипу АА присутній нерестрикційний продукт ампліфікації розміром 273 п.н.

Після рестрикції рестриктазою *Bsu* RI гена *βLG* визначають такі генотипи тварин АА – два фрагменти довжиною 148 і 99 п.н., для генотипу ВВ характерне формування трьох фрагментів рестрикції довжиною 99 п.н. і двох фрагментів з довжиною 74 п.н.

Для гена *GH* при використанні рестриктази *Alu* I виявляють генотипи LL – два фрагменти довжиною 171 і 52 п.н., і VV – нерестрикційний фрагмент довжиною в 223 п.н.

При використанні рестриктази *Sau* 3a виявляли три алельні варіанти А, В і С гена *LEP*. Тварини з різними генотипами мають наступні рестрикційні фрагменти: АА – 740 п.н., 690 п.н., 400 п.н., АВ – 740 п.н., 690 п.н., 400 п.н., 310 п.н., 90 п.н., ВВ – 740 п.н., 690 п.н., 310 п.н., 90 п.н., АС – 740 п.н., 690 п.н., 470 п.н., 400 п.н., 220 п.н.

Результати розщеплення продуктів ПЛР рестриктазами оцінювали електрофоретичним методом у 3 % агарозному гелі, забарвленому бромистим етідієм за допомогою трансільюмінатора в УФ світлі.

Результати досліджень. Серед худоби симентальської породи вітчизняної селекції ПрАТ «Племінний завод «Червоний Велетень» (n = 66), атестованої за геном капа-казеїну (таблиця 1), носіями гомозиготного генотипу АА є 78,79 % тварин, генотипу ВВ – 4,54 %, гетерозиготного генотипу АВ – 16,67 %.

Таблиця 1

Генетична структура популяції симентальської худоби ПрАТ «Племінний завод «Червоний Велетень» за генами, асоційованими з молочною продуктивністю

Ген	Генотип	Частота генотипу
Капа-казеїну	AA	0,7879
	AB	0,1667
	BB	0,0454
Гормону росту	LL	0,7424
	LV	0,2576
	VV	0,0000
Лептину	AA	0,5455
	AB	0,4545
	BB	0,0000
Бета-лактоглобуліну	AA	0,0756
	AB	0,4850
	BB	0,4394

За геном гормону росту розподіл частот генотипів наступний: LL – 74,24 %, LV – 25,76 %, гомозиготного генотипу VV не виявлено. За геном лептину частоти генотипів розподілилися наступним чином: 54,55 % для генотипу AA та 45,45 % для генотипу AB. За геном бета-лактоглобуліну серед досліджених тварин було виявлено практично рівномірний розподіл тварин-носіїв гомозиготного BB та гетерозиготного AB генотипів (43,94 % та 48,50 % відповідно), при цьому лише 7,56 % тварин притаманний гомозиготний варіант генотипу AA.

Симентальська худоба ПрАТ «Племінний завод «Червоний Велетень» характеризується більшою різноманітністю комплексних генотипів. Гомозиготний комплексний генотип за генами капа-казеїну, гормону росту, лептину та бета-лактоглобуліну $\kappa\text{-Cn}^{AA}GH^{LL}LEP^{AA}\beta LG^{AA}$ притаманний лише одній тварині, що становить 1,52 %, гомозиготний комплексний генотип $\kappa\text{-Cn}^{AA}GH^{LL}LEP^{AA}\beta LG^{BB}$ характерний для 12,12 % тварин, частота гетерозиготного за трьома генами генотипу $\kappa\text{-Cn}^{AB}GH^{LL}LEP^{AB}\beta LG^{AB}$ становить лише 4,55 %, тварин гетерозиготних за усіма дослідженими генами не виявлено.

Для більш ґрунтового аналізу атестованих популяцій симентальської худоби проведено пошук асоціативних зв'язків комплексних генотипів з такими продуктивними ознаками тварин як надій за I лактацію, вміст жиру та білку в молоці (табл. 2).

Серед тварин симентальської породи вітчизняної селекції ПрАТ «Племінний завод «Червоний Велетень», атестованих за геном капа-казеїну, найвищими надоями за I лактацію характеризувалися тварини-носії генотипу BB (середній надій 5274,7 л), найвищий вміст жиру (4,00 %) зафіксований у молоці тварин з генотипом AB, найвищий вміст білку (3,13 %) – з генотипом AA.

Таблиця 2

Асоціативні зв'язки генів QTL з продуктивними ознаками симентальської худоби ПрАТ «Племінний завод «Червоний Велетень».

Генотип, кількість тварин	Надій за І лактацію, л	Жир, %	Білок, %
Ген капа-казеїну			
AA (n = 52)	4601,4 ± 165,12	3,97± 0,024	3,13± 0,015
AB (n = 11)	4803,9± 243,52	4,00± 0,043	3,06± 0,026
BB (n = 3)	5274,7± 318,42	3,89± 0,006	3,09± 0,052
Ген гормону росту			
LL (n = 49)	4652,2± 155,12	3,96± 0,023	3,09± 0,014
LV (n = 17)	4704,8± 297,25	3,99± 0,043	3,18± 0,031
VV (n = 0)	-	-	-
Ген лептину			
AA (n = 36)	4652,4± 187,40	3,99± 0,026	3,12± 0,019
AB (n = 30)	4681,7± 204,99	3,95± 0,032	3,12± 0,019
BB (n = 0)	-	-	-
Ген бета-лактоглобуліну			
AA (n = 5)	5004,0± 622,88	4,03± 0,082	3,09± 0,049
AB (n = 32)	4518,4±163,59	3,94± 0,030	3,11± 0,018
BB (n = 29)	4770,0± 230,45	3,99± 0,075	3,12± 0,059

За геном гормону росту тварини з гетерозиготним генотипом LV мали перевагу за всіма дослідженими характеристиками молочної продуктивності. Середній надій за І лактацію склав 4704,8 л, жирність молока становила 3,99 %, а вміст білка в молоці – 3,18 %. Відповідні показники для тварин-носіїв генотипу LL наступні: середній надій – 4652,2 л, жирність молока – 3,96 %, вміст білка – 3,09 %.

За геном лептину найвищі надой були характерні для тварин цього господарства з генотипом AB (4681,7 л), найвищий вміст жиру у молоці встановлений для тварин з генотипом AA (3,99 %), різниці за вмістом білка у молоці для тварин з різними генотипами не виявлено.

Проведений аналіз асоціативних зв'язків основних продуктивних ознак симентальської худоби з поліморфізмом генів капа-казеїну, гормону росту, лептину та бета-лактоглобуліну дає змогу встановити найбільш бажані комплексні генотипи: $\kappa\text{-Cn}^{BB}GH^{LV}LEP^{AB}\beta LG^{AA}$ при селекції на підвищення молочної продуктивності тварин, $\kappa\text{-Cn}^{AB}GH^{LV}LEP^{AA}\beta LG^{BB}$ при селекції на підвищення жирності молока, $\kappa\text{-Cn}^{AA}GH^{LV}LEP^{AA/AB}\beta LG^{BB}$ при селекції на підвищення вмісту білка в молоці.

Висновки:

1. Визначена інформативність генетичних маркерів в популяціях великої рогатої худоби симентальської породи та встановлена комбінаційна сполученість генотипів в популяціях худоби на основі маркірування спадкової інформації за генами кількісних ознак для оцінки прояву продуктивного потенціалу тварин.

2. Атестовано тварин симентальської худоби вітчизняної селекції ПрАТ «Племінний завод «Червоний Велетень» за геном капа-казеїну. Найвищі надой за І лактацію (5274,7±318,42 л) встановлені для тварин-носіїв генотипу BB, найвищий вміст жиру (4,00±0,043 %) зафіксований у молоці тварин з генотипом AB, найвищий вміст білку (3,13±0,015 %) – з генотипом AA.

3. Встановлено, що корови симентальської породи вітчизняної селекції ПрАТ «Племінний завод «Червоний Велетень», які є носіями генотипу LV за геном гормону росту, мають перевагу за характеристиками молочної продуктивності (середній надій за I лактацію – $4704,8 \pm 297,25$ л, жирність молока – $3,99 \pm 0,043$ %, вміст білку в молоці – $3,18 \pm 0,031$ %).

4. Визначено, що за геном лептину найвищі надії за I лактацію ($4464,6 \pm 143,49$ л) та жирність молока ($3,83 \pm 0,030$ %) характерні для тварин симентальської породи вітчизняної та австрійської селекції з генотипом AA.

5. За геном бета-лактоглобуліну найвищі надії за I лактацію ($4497,2 \pm 167,45$ л) та жирність молока ($3,9 \pm 0,032$ %) характерні для тварин-носіїв генотипу BB.

6. Встановлено бажані комплексні генотипи за поліморфізмом генів капаказеїну, гормону росту, лептину та бета-лактоглобуліну для тварин симентальської худоби: при селекції на підвищення молочної продуктивності тварин – $\kappa\text{-}Cn^{BB}GH^{LV}LEP^{AA}\beta LG^{BB}$, при селекції на підвищення жирності молока – $\kappa\text{-}Cn^{AB}GH^{LV}LEP^{AA}\beta LG^{BB}$, при селекції на підвищення вмісту білку в молоці – $\kappa\text{-}Cn^{AA}GH^{LV}LEP^{AA}\beta LG^{AA}$.

7. З метою підвищення продуктивності популяцій симентальської худоби необхідно проводити генотипування племінних тварин за генами асоційованими з господарсько корисними ознаками та застосовувати результати при плануванні перспективних планів селекційно племінної роботи з урахуванням генотипів бугаїв-плідників.

Бібліографічний список

1. Amiri S., Jemmali B., Ferchichi M. A., Jeljeli H., Boulbaba R., Gara A. B. Assessment of growth hormone gene polymorphism effects on reproductive traits in Holstein dairy cattle in Tunisia. *Arch. Anim. Breed.* 2018. V. 61. P. 481–489.
2. Egbert F. K., Bjarne N., Pieter W. K. Genomic selection in commercial pig breeding. *Animal Frontiers*. 2016. V. 6. P. 15–22.
3. Dekkers C. M. Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. *J. Of Animal Sci.* 2004. V. 82 (13). P. 313–328.
4. Fedota O. M., Lysenko N. G., Ruban S. Yu., Kolisnyk O. I., Goraychuk I. V. The Effects of Polymorphisms in Growth Hormone and Growth Hormone Receptor Genes on Production and Reproduction Traits in Aberdeen-Angus Cattle (*Bos taurus* L., 1758). *Cytology and Genetics*. 2017. V. 51(5). P. 352–360.
5. Gurses M., Yuce H., Etem E. O., Patir B. Polymorphisms of kappa-casein gene and their effects on milk production traits in Holstein, Jersey and Brown Swiss cattle. *Animal Production Science*. 2016. V. 58(5). P. 778–784.
6. Hernández N., Martínez-González J. C., Parra-Bracamonte G. M., Sifuentes-Rincón A. M., López-Villalobos N., Morris S. T. Association of polymorphisms in growth hormone and leptin candidate genes with live weight traits of Brahman cattle. *Genetics and Molecular Research*. 2016. V. 3. P. 230–234.
7. Jecminkova K., Müller U., Kyselova J., Sztankoova Z., Zavadilova L., Stipkova M., Majzlik I. Association of leptin, toll-like receptor 4, and chemokine receptor of interleukin 8 C-X-C motif single nucleotide polymorphisms with fertility traits in Czech Fleckvieh cattle Asian-Australas. *J. Anim Sci.* 2018. V. 31. P. 1721–1728.
8. Kopylov K. V., Kopylova K. V., Shelov A. V., Berezovsky O. V. Use of the Molecular-Genetic Markers in the Selection Process of the Ukrainian Animal Husbandry. *Agricultural Science and Practice*. 2014. V. 1(2). P. 24–32.

9. Maletić M., Aleksić N., Vejnović B., Nikšić D., Kulić M., Đukić B., Ćirković D. Polymorphism of κ -casein and β -lactoglobulin genes in Busha and Holstein Friesian dairy cows in Serbia. *Mljekarstvo*. 2016. V. 66(3). P. 198–205.
10. Miluchová M., Gábor M., Candrák J., Trakovická A., Candráková K. Association of *HindIII*-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle. *Acta Biochimica Polonica*. 2018. V. 65(3). P. 403–407.
11. Volkandari S. D., Indriawati E., Margawati E. T. Genetic polymorphism of kappa-casein gene in Friesian Holstein : a basic selection of dairy cattle superiority. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 2017. V. 42(4). P. 213–219
12. Вінничук Д. Т. Селекція корів за локусами QTL (теоретичний аспект). *Вісник аграрної науки*. 2001. С. 48–49.
13. Епишко Т. И., Курак О. П. Полиморфизм гена каппа-казеина различных популяций крупного рогатого скота черно-пестрой породы. *Весті нацыянальнай акадэміі навук Беларусі*. 2008. № 3. С. 71–75.
14. Копилов К. В., Метлицька О. І., Мохначова Н. Б. Молекулярно-генетичний моніторинг у системі збереження генетичних ресурсів тварин. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 6. С. 43–47.
15. Копилов К. В., Бірюкова О. Д. Характеристика тварин української чорно-рябої молочної породи за поліморфізмом генів (QTL). *Науковий вісник Лівівського національного університету ветеринарної медицини і біотехнологій ім. С. З. Гжицького*. Львів, 2010. Т. 12. № 2 (44). Ч. 3. С. 98–102.
16. Копилова К. В., Копилов К. В., Тарасюк С. І. Поліморфізм генів, асоційованих з господарсько корисними ознаками у великої рогатої худоби. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 9. С. 52–58.
17. Россоха В. И., Шкавро Н. Н., Дробязко О. В. Полиморфизм генов гормона роста и каппа-казеина крупного рогатого скота породы шароле. *Зоотехническая наука Беларуси* : сб. науч. тр. Боровск, 2014. Т. 49. Ч. 1. С. 146–153.
18. Шкавро Н. М. Асоціативні зв'язки основних продуктивних ознак симентальської худоби з поліморфізмом генів капа-казеїну та гормону росту. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Луганськ, 2013. № 54. С. 153–157.

References

1. Amiri, S., Jemmali, B., Ferchichi, M. A., Jeljeli, H., Boulbaba, R., & Gara, A. B. (2018). Assessment of growth hormone gene polymorphism effects on reproductive traits in Holstein dairy cattle in Tunisia. *Journal of Animal Breeding*, 61, 481–489.
2. Egbert, F. K., Bjarne, N., & Pieter, W. K. (2016). Genomic selection in commercial pig breeding. *Animal Frontiers*, 6, 15–22.
3. Dekkers, C. M. (2004). Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. *Journal of Animal Science*, 82 (13), 313–328.
4. Fedota, O. M., Lysenko N. G., Rubanb S. Yu., Kolisnykc O. I., & Goraychukd I. V. (2017). The Effects of Polymorphisms in Growth Hormone and Growth Hormone Receptor Genes on Production and Reproduction Traits in Aberdeen-Angus Cattle (*Bos taurus* L., 1758). *Cytology and Genetics*, 51(5), 352–360.
5. Gurses, M., Yuce, H., Etem, E. O., & Patir, B. (2016). Polymorphisms of kappa-casein gene and their effects on milk production traits in Holstein, Jersey and Brown Swiss cattle. *Animal Production Science*, 58(5), 778–784.

6. Hernandez, N., Martínez-Gonzalez, J. C., Parra-Bracamonte, G. M., Sifuentes-Rincon, A. M., Lopez-Villalobos, N., & Morris, S. T. (2016). Association of polymorphisms in growth hormone and leptin candidate genes with live weight traits of Brahman cattle. *Genetics and Molecular Research*, 3, 230–234.
7. Jecminkova, K., Muller, U., Kyselova, J., Sztankoova, Z., Zavadilova, L., Stipkova, M., & Majzlik, I. (2018). Association of leptin, toll-like receptor 4, and chemokine receptor of interleukin 8 C-X-C motif single nucleotide polymorphisms with fertility traits in Czech Fleckvieh cattle Asian-Australas. *Journal of Animal Science*, 31, 1721–1728.
8. Kopylov, K. V. Kopylova, K. V., Shelov, A. V., & Berezovsky, O. V. (2014). Use of the Molecular-Genetic Markers in the Selection Process of the Ukrainian Animal Husbandry. *Agricultural Science and Practice*, 1(2), 24–32.
9. Maletic, M., Aleksic, N., Vejnovic, B., Niksic, D., Kulic, M., Dukic, B., & Cirkovic, D. (2016). Polymorphism of κ -casein and β -lactoglobulin genes in Busha and Holstein Friesian dairy cows in Serbia. *Mljekarstvo*, 66(3), 198–205.
10. Miluchova, M. Gabor, M., Candrak, J., Trakovicka, A., & Candrakova, K. (2018). Association of *HindIII*-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle. *Biochimica Polonica*, 65(3), 403–407.
11. Volkandari, S. D., Indriawati, E., & Margawati, T. (2017). Genetic polymorphism of kappa-casein gene in Friesian Holstein: a basic selection of dairy cattle superiority. *Jornal of Indonesian Trop*, 42(4), 213–219.
12. Vinnychuk, D. T. (2011). Selekcija koriv za lokusamy QTL (teoretychnyj aspekt) [Cow breeding by QTL loquesses]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian science*, 4, 48–49 [In Ukrainian].
13. Epishko, T. Y. & Kurak, O. P. (2008). Polymorfizm gena kappa-kazei na razly chnix populyacij krupnogo rohatogo skota cherno-pestroj porodi [Kappa-casein gene polymorphisms of various populations of Black-Motley cattle]. *Vesci nacyjanal'noj akademii navuk Belarusi – To conduct the National Academy of Sciences of Belarus*, 3, 71–75 [In Russian].
14. Kopylov, K. V. Metlyczka, O. I., & Moxnachova, N. B. (2016). Molekulyarno-genety chnyj monitoryng u systemi zberezheniya genetychnyx resursiv tvaryn [Molecular-genetic monitoring of genetic potential]. *Visnik agrarnoi nauki – Bulletin of Agrarian science*, 6, 43–47 [In Ukrainian].
15. Kopylov, K. V. & Biryukova, O. D. (2010). Harakterystyka tvaryn ukrayinskoyi chorno-ryaboyi molochnoyi porodyza polimorfizmom geniv (QTL) [Characteristics of animals of the Ukrainian Black-and-White dairy breed by gene polymorphism (QTL)]. *Naukovyi visnyk Livivskoho natsionalnoho universytetu veterinarnoi medytsyny i biotekhnolohii im. S. Z. Hzhyskoho – Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. SZ Gzhysky*. Lviv, 2(44), 98–102 [In Ukrainian].
16. Kopylova, K. V., Kopylov, K. V., & Tarasyuk, S. I. (2006). Polimorfizm geniv, asociovanyx z gospodarsko korysnymy oznakamy u velykoyi rohatoyi xudoby [Polymorphism of genes associated with economically useful traits in cattle]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian science*, 9, 52–58 [In Ukrainian].
17. Rossoxa, V. Y., Shkavro, N. N., & Drobyazko, O. V. (2014). Polymorfizm genov gormona rosta y kappa-kazeina krupnogo rohatogo skota porodi sharole [Growth hormone and kappa casein gene polymorphisms in Charolais cattle]. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusii –Zootechnical science of Belorussia*. Zhodino, 49, 146–153 [In Russian].

18. Shkavro, N. M. (2013). Asotsiatyvni zviazky osnovnykh produktyvnykh oznak symentalskoi khudoby z polimorfizmom heniv kapa-kazeinu ta hormonu rostu [Associations of the main productive traits of Simmental cattle with polymorphisms of kappa-casein and growth hormone genes]. *Naukovyi visnyk Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu nauky – Scientific bulletin of Lugansk national agrarian university*. Lugansk, 54, 153–157 [In Ukrainian].

АСОЦИАТИВНЫЕ СВЯЗИ ГЕНОТИПОВ КАППА-КАЗЕИНА, БЕТА-ЛАКТОГЛОБУЛИНА, ЛЕПТИНА И СОМАТОТРОПИНА С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ СКОТА В ПОПУЛЯЦИИ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ

Бойко А. А., Россоха В. И., Дробязко А. В., Олейниченко Е. К., Задержкина А. А., Институт животноводства НААН.

С целью определения производительности популяции симментальского скота было проведено генотипирование племенных животных по генам, ассоциированным с хозяйственно полезными признаками и предложено применение результатов при планировании перспективных планов селекционно-племенной работы с учетом генотипов быков-производителей.

Проведен анализ полиморфизма генов каппа-казеина (κ -Cn), бета-лактоглобулина (β LG), лептина (LEP) и гена соматотропина (GH) в популяции крупного рогатого скота симментальской породы (ЗАО «Племенной завод «Красный Великан» Харьковской области) с использованием метода ПЦР-ПДРФ. Установлен уровень производительности по надою, содержанию жира и белка в молоке. Определена сопряженность генотипов в популяции скота симментальской скота на основе маркировки наследственной информации по генам количественных признаков для оценки проявления продуктивного потенциала животных. В исследованной популяции симментальской породы обнаружены полиморфизмы по всем генам, которые изучались. Установлена связь контролируемых генов с показателями молочной продуктивности животных. Генотипы BP (κ -Cn), AA (β LG), LV (GH) и AB (LEP) характеризовались наибольшими показателями удоя за первую лактацию, генотипы AB (κ -Cn), AA (β LG), LV (GH) и AA (LEP) – наибольшим содержанием жира в молоке, генотипы AA (κ -Cn), BB (β LG), LV (GH) – наибольшим содержанием белка в молоке.

Проведён анализ ассоциативных связей основных продуктивных признаков симментальской скота с полиморфизмами генов каппа-казеина, гормона роста, лептина и бета-лактоглобулина позволяет установить наиболее предпочтительные комплексные генотипы: $Cn^{BB}GH^{LV}LEP^{AB}\beta LG^{AA}$ при селекции на повышение молочной продуктивности животных, $Cn^{AB}GH^{LV}LEP^{AA}\beta LG^{BB}$ при селекции на повышение жирности молока, κ -Cn^{AA}GH^{LV}LEP^{AA/AB} βLG^{BB} при селекции на повышение содержания белка в молоке.

Показано, что с целью повышения производительности популяций симментальского скота необходимо проводить генотипирование племенных животных по генам ассоциированным с хозяйственно полезными признаками и применять результаты при планировании перспективных планов селекционно-племенной работы с учетом генотипов быков-производителей.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, ген гормона роста GH, ген лептина LEP, ген бета-лактоглобулина β LG, ген каппа-казеина κ -Cn, комбинационная сопряженность, молочная продуктивность.

ASSOCIATIVE RELATIONSHIPS OF KAPPA-CASEIN, BETA-LACTOGLOBULIN, LEPTIN AND SOMATOTROPIN GENOTYPES WITH DAIRY PRODUCTIVITY IN SIMMENTAL BREED

Boyko O., Rossokha V., Drobiazko O., Oliinychenko Y., Zaderikhina O., Institute of Animal Science NAAS

In order to determine the productivity of Simmental cattle population, genotyping of animals by genes associated with economically useful traits was carried out. The application of results in planning long-term selection and breeding work, considering genotypes of breeding bulls was proposed.

Polymorphism of kappa-casein (κ -Cn), beta-lactoglobulin (β LG), leptin (LEP) and somatotropin (GH) genes in Simmental cattle population (The breeding facility "Krasniy Velikan") was performed using of PCR-RFLP method. The level of productivity on milk yield, fat and protein content in milk was established. The combination of genotypes in the Simmental cattle population was determined on the basis of marking hereditary information by genes of quantitative traits to increase the productive potential of animals. In the studied population of Simmental breed polymorphisms were found to be polymorphic in all studied genes. The connection of controlled genes with indicators of animal milk productivity is established. Genotypes BB (κ -Cn), AA (β LG), BA (GH) and AB (LEP) were characterized by the highest rates of milk yield during the first lactation, genotypes AB (κ -Cn), AA (β LG), BA (GH) and AA (LEP) – the highest fat content in milk, genotypes AA (κ -Cn), BB (β LG), BA (GH) - the highest protein content in milk.

The analysis of associative connections of the main productive traits of Simmental cattle with polymorphism of genes of kappa-casein, growth hormone, leptin and beta-lactoglobulin makes it possible to establish the most desirable complex genotypes: κ -to increase the fat content of milk, κ -Cn^{AA}GH^{BA}LEP^{AA} / ^{AB}Blg^{BA} in selection to increase the protein content in milk.

It is shown that in order to increase the productivity of Simmental cattle populations it is necessary to genotype breeding animals by genes associated with economically useful traits and apply the results when planning long-term plans for breeding work considering the genotypes of breeding bulls.

Keywords: cattle, GH growth hormone gene, LEP leptin gene, β LG beta-lactoglobulin gene, κ -Cn kappa-casein gene, combination, milk productivity.

DOI 10.32900/2312-8402-2020-123-67-77

УДК 636.3.082.2 (476)

СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА С ПРОИЗВОДЯЩИМ СОСТАВОМ РАЗВОДИМЫХ ПОРОД ОВЕЦ В БЕЛАРУСИ

Герман Ю. И., к. с.-х. н., доцент

Герман А. И., н. с.

Грекова И. Е., зоотехник 1 категории

РУП «Научно-практический центр национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

Исследована структура исходного производящего состава (австрийской, венгерской, голландской, французской селекции) насчитывала 67 линий с 1718 потомками. Определили, что родоначальники заводских линий пород: мериноланд-