

8. Hladiy, M. V., Yu. P. Polupan, D. M. Basovs'kyi, L. V. Vyshnev's'kyi, S. I. Kovtun, O. V. Sydorenko, B. Ye. Podoba, O. D. Biryukova, N. L. Rieznykova, S. L. Voytenko, P. P. Dzhus, S. V. Kuzebnyy, P. I. Sharan, O. V. Kruhlyak, A. P. Kruhlyak, Yu. V. Mil'chenko, S. V. Pryyma, Yu. M. Reznikova, I. S. Martynyuk, M. I. Bashchenko, O. M. Zhukors'kyi, O. I. Kostenko, M. M. Kvasha, O. V. Romanova, and Yu. V. Vdovychenko. 2017. *Prohrama zberezhenya lokal'nykh ta znykayuchykh porid sil's'kohospodars'kykh tvaryn v Ukrayini na 2017–2025 roky (proekt) – The program of maintenance of local and endangered breeds of agricultural animals in Ukraine on 2017–2025 years (project)*. Chubyns'ke, 63. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: http://iabg.org.ua/images/stories/prog_zber.pdf (in Ukrainian).

9. Rieznykova, N. L. 2017. Navishcho nam aboryhenni porody? – Why breeds of aborigines us? *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Breeding and genetics of animals*. 53:50–60 (in Ukrainian).

УДК 636.27(477).033:575.22

ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ СІРОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ПОРОДИ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА КОМПЛЕКСНИМИ ГЕНОТИПАМИ

Н. Б. МОХНАЧОВА

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН (Чубинське, Україна)
nt82@i.ua

Вивчено особливості генетичної структури сірої української породи великої рогатої худоби за комплексними генотипами генів CSN3, GH, βLG, TG5 та CAPN1530, які асоційовані з господарсько-корисними ознаками молочної та м'ясної продуктивності.

Встановлено, що у сірої української породи переважають генотипи CSN3^{AB}/βLG^{BB} та CSN3^{AA}/βLG^{BB}, які мають у своєму складі два та три алелі B, які асоційовані з кращим згортанням молока при виготовленні білкововмісної продукції. Також найбільш часто зустрічаються корови з комплексним генотипом GH^{LL}/TG^{CT}/CAPN1^{GG} та GH^{LL}/TG5^{CT}/CAPN1^{GA}. За геном гормону росту переважає бажаний алель L та генотип LL, який характеризується більшою інтенсивністю росту у тварин. Відносно гену тиреоглобуліну – тут найчастіше зустрічається C алель у CC та CT генотипах. Частота G алеля виявилася найвищою за геном калпаїну, який асоційований із зниженням пружності м'язових волоконіє бажаним для тварин м'ясного напрямку продуктивності.

Ключові слова: сіра українська порода, корови, господарсько-корисні ознаки, молекулярно-генетичні маркери, алелі, QTL-маркери, ПЛР-ПДРФ

PECULIARITIES OF THE GENETIC STRUCTURE OF GREY UKRAINIAN BREED CATTLE BY COMPLEX GENOTYPES

N. B. Mokhnachova

Institute of Animals Breeding and Genetics nd. a. M.V.Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

The peculiarities of the genetic structure of the gray Ukrainian breed of cattle based on the complex genotypes of CSN3, GH, βLG, TG 5 and CAPN 1530 genes, which are associated with economically useful features of milk and meat productivity, were studied.

It is established that in the gray Ukrainian breed the genotypes CSN3^{AB}/βLG^{BB} and CSN3^{AA}/βLG^{BB}, which have two and three alleles B, which are associated with the best milk coagulation in the production of protein-containing products, prevail. Also, cows with the complex genotype GH^{LL}/TG^{CT}/CAPN1^{GG} and GH^{LL}/TG5^{CT}/CAPN1^{GA} are the most frequent. The genome of the growth hormone is dominated by the desired allele L and the genotype LL, which is characterized by

higher growth rates in animals. Relatively to the thyroglobulin gene, the most commonly occurring C allele in the SS and CT genotypes. The frequency of the G allele was the highest for the genome of cappina, it is associated with a decrease in the elasticity of muscle fibers and is a desirable for animals of the meat direction of productivity.

Keywords: grey Ukrainian breed, cows, economic-useful signs, molecular genetic markers, alleles, QTL-markers, PCR-RFLP

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СЕРОЙ УКРАИНСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО КОМПЛЕКСНЫМ ГЕНОТИПАМ

Н. Б. МОХНАЧЕВА

Институт разведения и генетики животных имени М.В.Зубца НААН (Чубинское, Украина)

Изучены особенности генетической структуры серой украинской породы крупного рогатого скота по комплексным генотипам генов CSN3, GH, βLG, TG 5 и CAPN1530, ассоциированным с хозяйственно-полезными признаками молочной и мясной продуктивности.

Установлено, что в серой украинской породе преобладают генотипы CSN3^{AB}/βLG^{BB} и CSN3^{AA}/βLG^{BB}, которые имеют в своем составе два и три аллеля B, ассоциированные с лучшей свертываемостью молока при изготовлении белковосодержащей продукции. Также наиболее часто встречаются коровы с комплексным генотипом GH^{LL}/TG^{CT}/CAPN1^{GG} и GH^{LL}/TG5^{CT}/CAPN1^{GA}. По гену гормона роста преобладает желаемый аллель L и генотип LL, который характеризуется большей интенсивностью роста у животных. Относительно гена тиреоглобулина – здесь чаще всего встречается C аллель в CC и CT генотипах. Частота G аллеля оказалась самой высокой за геном калпаина, он ассоциирован со снижением упругости мышечных волокон и является желанным для животных мясного направления продуктивности.

Ключевые слова: серая украинская порода, коровы, хозяйственно-полезные признаки, молекулярно-генетические маркеры, аллели, QTL-маркеры, ПЦР-ПДРФ

Вступ. Зменшення національних генетичних ресурсів або генофондів тварин і рослин – це один із ризиків індустріалізації сільського господарства. Втрата породної різноманітності разом із зникненням унікальних генетичних комбінацій веде до обмеження можливості селекційної роботи.

Зрозуміло, що основною умовою збереження локальних порід тварин є виявлення їх генетичного різноманіття. Тварини аборигенних порід володіють чудовою резистентністю по відношенню до багатьох захворювань, міцною конституцією, вони адаптовані конкретних умов середовища, що дозволяє використовувати їх при удосконаленні існуючих і створюваних порід. При збереженні аборигенних порід важливо зберегти не тільки зовнішній вигляд і біологічні властивості тварин, а саме унікальні гени і їх комбінації [1].

У більшості країн світу є свої місцеві (аборигенні) породи тварин, вклад яких у виробництво продовольства і сільськогосподарської продукції потенційно міг би бути значно більшим та вагомим. В Україні до таких аборигенних порід належить українська сіра порода великої рогатої худоби [2].

Сучасна молекулярна генетика дає можливість виявляти гени, асоційовані з господарсько-корисними ознаками сільськогосподарських тварин. Молочна та м'ясна продуктивність відносяться до складних кількісних ознак, які контролюються великою кількістю генетичних локусів. Тому підбір декількох маркерів із числа головних генів на одну ознаку дозволить більш ефективно оцінити генетичний потенціал продуктивності тварини [3].

Метою роботи було вивчення особливостей генетичної структури сірої української породи за комплексними генотипами – комбінаціями цінних генів, які впливають на молочну та м'ясну продуктивність.

Матеріали та методи досліджень. Було досліджено зразки крові (n = 173) від корів сірої української породи з господарств ДП ДГ «Маркеєво» ІТСП ім. М.Ф. Іванова НААН Ас-

канія-Нова» – ННСГЦВ (Херсонська обл.) та ДП ««Поливанівка» ДУ ІЗК НААН (Дніпропетровська обл.). Молекулярно-генетичні дослідження проводились на базі лабораторії генетики Інституту розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН. Кров для виділення ДНК відбирали з яремної вени в об'ємі 5 мл в вакуумні пробірки з сухим ЕДТА. Виділення ДНК з цільної крові проводили з використанням стандартного комерційного набору «ДНК-сорб-В» (виробництво АмпліСенс, ЦНП епідеміології МЗ РФ, Росія).

Поліморфізм генів CSN3, GH, β LG, TG5 та CAPN1530 досліджували методом ПЛР-ПДРФ. Нуклеотидні послідовності праймерів для ампліфікації та назви рестриктаз для рестрикції продуктів ампліфікації показано в табл. 1.

1. Нуклеотидні послідовності праймерів та рестриктази

Ген	Послідовність праймера, 5'-3'	Рестриктаза	Посилання
CSN3	GAAATCCCTACCATCAATACC CCATCTACCTAGTTTAGATG	HinfI	Kaminski S., 1993
GH	GCTGCTCCTGAGGGCCCTTC GCGGCGGCACTTCATGACCC	Alu I	Lucyetal M. C., 1993
β LG 5	TGTGCTGGACACCGACTACAAAAAG GCTCCCGGTATATGACCACCTCT	Hae III	Medrano J., 1990
TG	GGGGATGACTACGAGTAT GACTG GTGAAAATCTTGTGGAGGCTGT	PsuI	Alison V., 2007
CAPN1530	TCTTCTCAGAGAAGAGCG CAG CTGCGCCATTACTATCGATC	PsyI	Page B. T. et al. 2002

Суміш для проведення ПЛР у своєму складі містила: 2 мкл буфера для ДНК полімерази, 1 мкл суміші трифосфатів («Амплісенс», Росія), 0,8 мкл відповідного праймера, 0,2 мкл ДНК-полімерази («Fermentas», Литва). Генотипна ДНК додавалась у кількості 1,5 мкл. Загальний об'єм ДНК-суміші становив 10 мкл. Ампліфікацію сумарної ДНК з праймерами проводили на програмованому чотирьох каналному термоциклі «Терцик» («ДНК-технологія», Росія).

Продукти ПЛР були оброблені специфічними ендонуклеазами рестрикції (табл. 1) за схемою: H₂O – 3,5 мкл, 10x буфер для ферменту – 1,0 мкл, рестриктаза – 0,5 мкл та 5,0 мкл ампліфікату на 10,0 мкл робочої суміші.

Електрофоретичне розділення фрагментів рестрикції ДНК виконували в 1,5%, та 2%, агарозному гелях у тріс-боратному електрофорезному буфері, згідно методичних рекомендацій [4]. Візуалізацію проводили на транслюмінаторі в УФ світлі при довжині хвилі 380 нм після забарвлення гелю етидієм бромідом.

Розміри отриманих в ПЛР або в результаті рестрикції продуктів, виявляли за допомогою маркеру молекулярних мас, *Gene Ruler TM 50 bp DNA Ladder*, *GeneRuler TM 100 bp DNA Ladder* («Fermentas»). Детекцію результатів проводили фотографуванням гелів цифровою камерою.

Результати, отримані в експериментальних дослідженнях, опрацьовували методом популяційно-генетичного і біометричного аналізу з використанням «GEN Alex 6», «Statistica» [5].

Результати досліджень. На сьогодні встановлено, що якість молока, його технологічні якості і склад сиру залежать, в першу чергу, від алелів В генів капа-казеїну і бета-лактоглобуліну, які діють доповнюючи один одного [6]. В результаті наших досліджень були визначені комплексні генотипи одночасно за двома генами молочних білків у сірої української породи великої рогатої худоби двох популяцій. В таблиці 2 подані дані частоти виявлених комплексних генотипів капа-казеїну та бета-лактоглобуліну.

Як видно з таблиці 2 – популяції ДП ДГ «Маркеєво» нами були виявлені тільки 7 з 9 теоретично можливих генотипів. Найбільш часто у корів сірої української породи ДП ДГ «Маркеєво» зустрічається генотип CSN3^{AB}/ β LG^{BB} (рис. 1). Такий генотип зустрічається у третини досліджених нами корів (41 гол. або 31%). Слід зауважити, що у кожній п'ятій корови (28 голів) виявлено генотип CSN3^{AB}/ β LG^{AB}.

2. Частота комплексних генотипів CSN3/ β LG

Господарство	п/п	Комплексні генотипи CSN3/ β LG	Частота генотипів	
			n	%
ДП ДГ «Маркєсво»	1	AA/AA	0	0
	2	AA/AB	22	12,1
	3	AA/BB	28	15,5
	4	AB/AA	0	0
	5	AB/AB	37	20,7
	6	AB/BB	55	31
	7	BB/AA	9	5,2
	8	BB/AB	18	10,3
	9	BB/BB	9	5,2
ДП «Поливанівка»	1	AA/AA	0	0
	2	AA/AB	5	13,2
	3	AA/BB	12	31,5
	4	AB/AA	0	0
	5	AB/AB	3	7,9
	6	AB/BB	13	34,2
	7	BB/AA	0	0
	8	BB/AB	2	5,3
	9	BB/BB	3	7,9

Генотипи CSN3^{AA}/ β LG^{BB} (21 голів або 15,5%) і CSN3^{AA}/ β LG^{AB} (16 гол. або 12,1%) опустились на третє і четвєрте мїсце вїдповїдно. Частота генотипїв CSN3^{BB}/ β LG^{AA}, CSN3^{AB}/ β LG^{AA} трохи перевищила порогове значення в 5%. Два генотипи CSN3^{AA}/ β LG^{AA} та CSN3^{AB}/ β LG^{AA} у дослїджених тварин сїрої української породи ДП ДГ «Маркєсво» вїдсутнї.

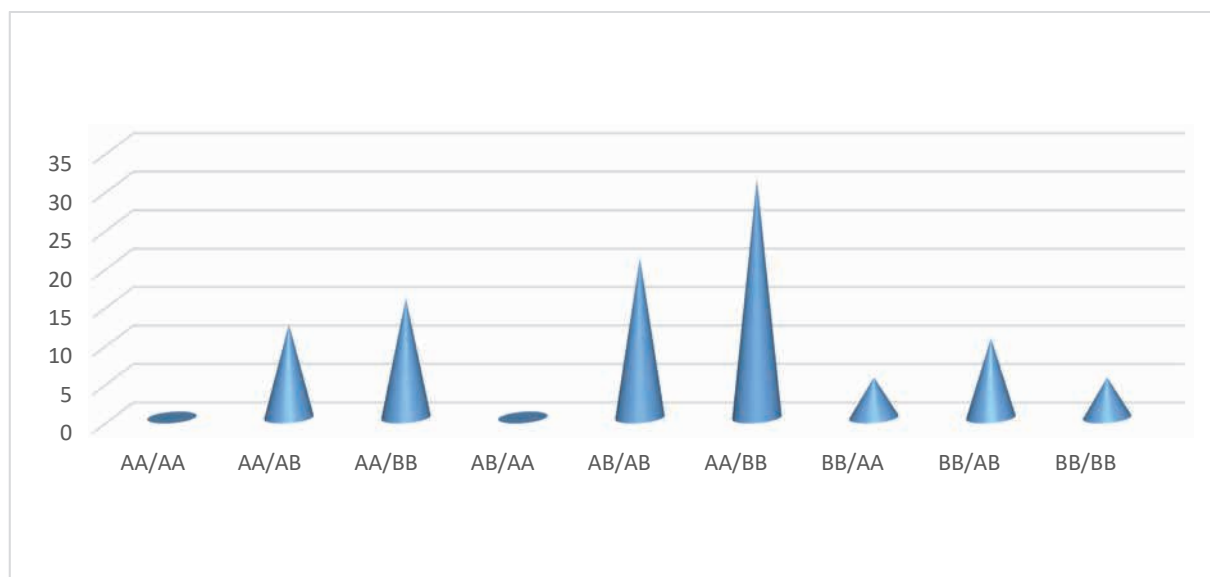


Рис. 1 Зустрічаємїсть комплексних генотипїв CSN3/ β LG у тварин сїрої української породи ДП ДГ "Маркєсво"

У популяції сїрої худоби з ДП «Поливанївки» ми отримали схожї результати (табл. 2). Так, у дослїджених тварин із 9 теоретично очїкуваних генотипїв встановлено 6 комплексних генотипїв за генами капа-казеїну та бета-лактоглобуліну (рис. 2).

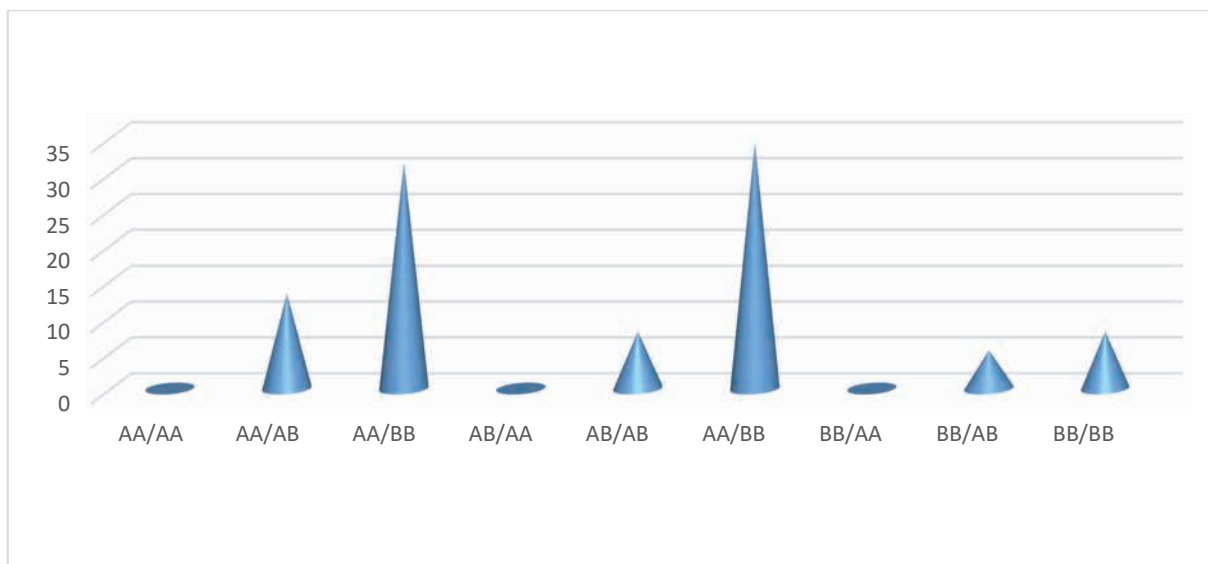


Рис. 2 Зустрічаємість комплексних генотипів CSN3/βLG у тварин сірої української породи ДП "Поливанівка"

Лідуючі позиції серед комплексних генотипів цієї популяції займають генотипи, які містять три та два алеля В генів молочних білків відповідно: CSN3^{AB}/βLG^{BB} (34,2%) та CSN3^{AA}/βLG^{BB} (31,5%). На третьому місці – гомозиготний за геном капа-казеїну генотип CSN3^{AA}/βLG^{AB} (13,2%). Цей генотип зустрічається у кожній третій протестованій корові. Генотипи CSN3^{AB}/βLG^{AB} та CSN3^{BB}/βLG^{BB} із однаковим значенням у 7,9% були виявлені кожної четвертої тварини. Частота генотипу CSN3^{BB}/βLG^{AB} незначно перевищила порогове значення у 5% і склала 5,3%.

Відсутніми виявились 3 із 9 теоретично можливих генотипів: CSN3^{AA}/βLG^{AA}, CSN3^{AB}/βLG^{AA} та CSN3^{BB}/βLG^{AA}.

Отже, у сірої української породи переважають генотипи CSN3^{AB}/βLG^{BB} та CSN3^{AB}/βLG^{AB}, які мають у своєму складі два та три алеля В, які асоційовані з кращим згортанням молока при виготовленні білкововмісної продукції.

Нами була також була вивчена генетична структура поголів'я сірої української породи двох популяцій одночасно за трьома генами (GH, TG5, CAPN1 530), безпосередньо пов'язаних з м'ясною продуктивністю [8]. В таблиці 3 показана зустрічаємість комплексних генотипів GH/TG5/CAPN1 530 у корів сірої української породи.

3. Частота комплексних генотипів GH/TG5/CAPN1 530

Господарство	п/п	Комплексні генотипи GH/TG5/CAPN1 530	Частота генотипів	
			n	%
ДП ДГ «Маркєєво»	1	LL/CC/GG	40	29,8
	2	LL/CT/GG	72	54,8
	3	LL/TT/GG	16	11,8
	4	LV/CC/GG	2	1,2
	5	LV/CT/GG	3	2,4
ДП «Поливанівка»	1	LL/CC/GG	5	11,8
	2	LL/CC/GA	9	20,6
	3	LL/CT/GG	2	5,9
	4	LL/CT/GA	12	29,4
	5	LL/TT/GA	2	5,9
	6	LV/CC/GG	4	8,9
	7	LV/CC/GA	1	2,9
	8	LV/CT/GG	1	2,9
	9	LV/CT/GA	1	2,9
	10	LV/CT/AA	1	2,9
	11	LV/TT/GG	2	5,9

Із 27 теоретично можливих комплексних генотипів у досліджених тварин ДП ДГ «Маркєєво» виявлено 5, а у популяції тварин ДП «Поливанівка» – 11.

Оцінка генетичної структури поголів'я сірої української породи показала, що серед досліджених тварин ДП ДГ «Маркєєво» найбільш часто зустрічаються корови з комплексним генотипом $GH^{LL}/TG^{CT}/CAPN1^{GG}$ (72 гол. або 54,8%). На другому місці за частотою знаходиться генотип $GH^{LL}/TG^{CC}/CAPN1^{GG}$ (29,8%). Генотип $GH^{LL}/TG^{TT}/CAPN1^{GG}$ зустрічається з частотою 11,8%. Перераховані «вагомні» генотипи в сумі складають 96,4% дослідженого поголів'я (рис. 3).

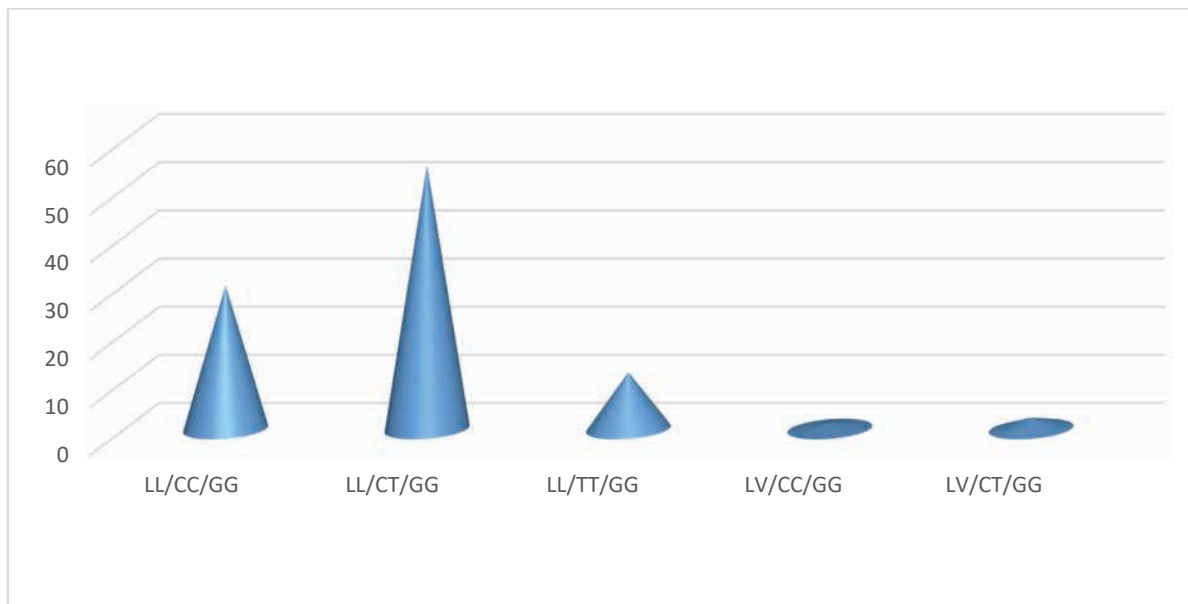


Рис. 3 Зустрічаємість комплексних генотипів $GH/TG5/CAPN1$ 530 у тварин сірої української породи ДП ДГ "Маркєєво"

Частота решти генотипів: $GH^{LV}/TG^{CC}/CAPN1^{GG}$ (1,2% або 2 гол.) та $GH^{LV}/TG^{CT}/CAPN1^{GG}$ (2,4% або 3 гол.) не досягла бар'єру в 5%.

Зовсім інша картина була встановлена у тварин із популяції ДП «Поливанівка». Тут із 27 теоретично можливих генотипів знайдено 11 (рис. 4). Поріг у 50% не досяг жоден із виявлених генотипів. Позицію лідера із 29,4% тут займає генотип $GH^{LL}/TG5^{CT}/CAPN1^{GA}$. Друге та третє місце з частотою 20,6% та 11,8% посідають генотипи $GH^{LL}/TG5^{CC}/CAPN1^{GA}$ і $GH^{LL}/TG5^{CC}/CAPN1^{GG}$ відповідно. Також слід відмітити генотипи, які також подолали 5% поріг $GH^{LV}/TG5^{CC}/CAPN1^{GG}$ (8,9%), $GH^{LL}/TG5^{CT}/CAPN1^{GG}$ (5,9%) $GH^{LV}/TG5^{TT}/CAPN1^{GG}$ (5,9%), $GH^{LL}/TG5^{TT}/CAPN1^{GA}$ (5,9%).

Зазначені сім генотипів в сумі складають 88,4% досліджуваного поголів'я (рис. 4). Генотипи $GH^{LV}/TG5^{CC}/CAPN1^{GA}$, $GH^{LV}/TG5^{CT}/CAPN1^{GG}$, $GH^{LV}/TG5^{CT}/CAPN1^{GA}$, $GH^{LV}/TG5^{CT}/CAPN1^{AA}$ зустрічаються з рівною частотою (2,9%).

Таким чином, в дослідженій групі тварин сірої української породи найбільш часто зустрічаються корови з комплексним генотипом $GH^{LL}/TG5^{CT}/CAPN1^{GA}$ (29,4%) та $GH^{LL}/TG5^{CC}/CAPN1^{GA}$ (20,6%). За геном гормону росту переважає бажаний алель L та генотип LL, який характеризується більшою інтенсивністю росту у тварин. Відносно гену тиреоглобуліну, тут найчастіше зустрічається С алель у СС та СТ генотипах. Частота G алеля виявилася найвищою за геном калпаїну, він асоційований із зниженням пружності м'язових волоконіє бажаним для тварин м'ясного напряму продуктивності.

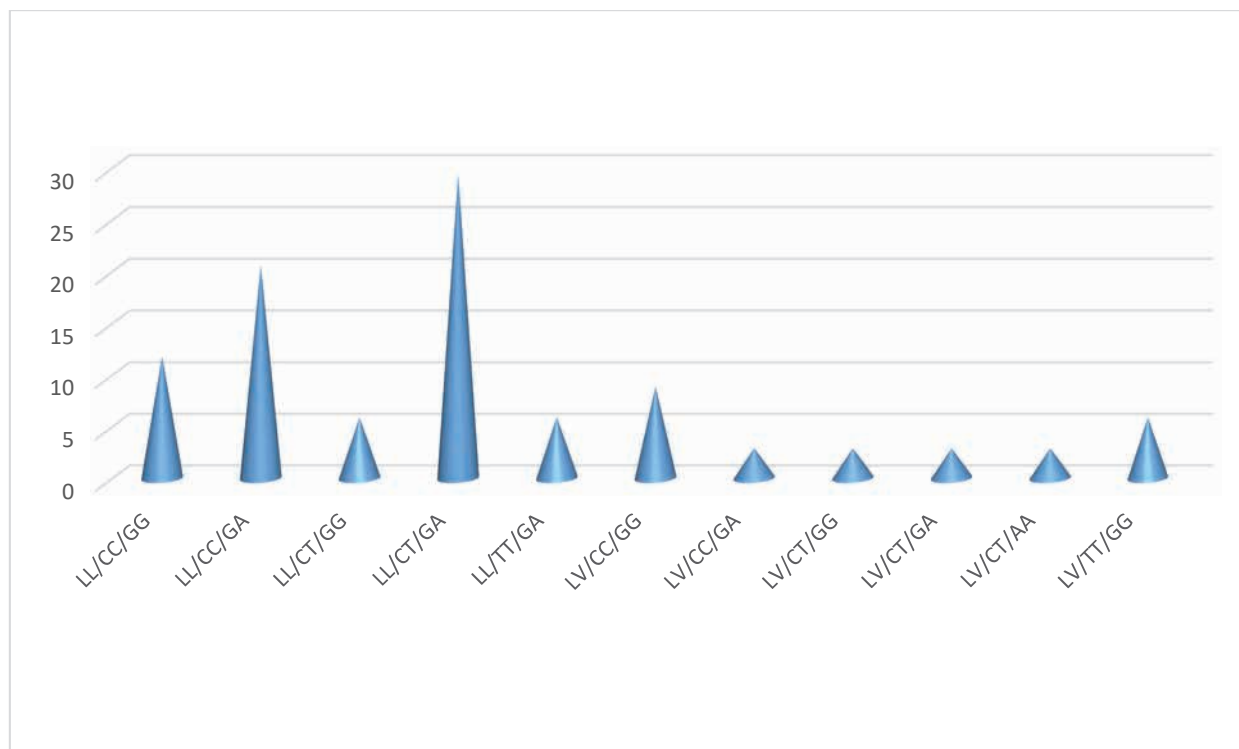


Рис. 4 Зустрічальність комплексних генотипів GH/TG5/CAPN1 530 у тварин сірої української породи ДП "Поливанівка"

Висновки. Вивчено особливості генетичної структури сірої української породи великої рогатої худоби за комплексними генотипами генів CSN3, GH, β LG, TG5 та CAPN1530, які асоційовані з господарсько-корисними ознаками молочної та м'ясної продуктивності.

Встановлено:

1. Найбільш часто у корів сірої української породи ДП ДГ «Маркеєво» зустрічається генотип CSN3^{AB}/ β LG^{BB}. Такий генотип зустрічається у третини досліджених нами корів (41 гол. або 31%). Слід зауважити, що у кожній п'ятій корови (28 голів) виявлено генотип CSN3^{AB}/ β LG^{AB}. Два генотипи CSN3^{AA}/ β LG^{AA} та CSN3^{AB}/ β LG^{AA} у досліджених тварин сірої української породи ДП ДГ «Маркеєво» відсутні.

2. Лідруючі позиції серед комплексних генотипів ДП «Поливанівка» займають генотипи, які містять три та два алеля В генів молочних білків відповідно: CSN3^{AB}/ β LG^{BB} (34,2%) та CSN3^{AA}/ β LG^{BB} (31,5%). Відсутніми виявились 3 із 9 теоретично можливих генотипів: CSN3^{AA}/ β LG^{AA}, CSN3^{AB}/ β LG^{AA} та CSN3^{BB}/ β LG^{AA}.

3. Серед досліджених тварин ДП ДГ «Маркеєво» найбільш часто зустрічаються корови з комплексним генотипом GH^{LL}/TG^{CT}/CAPN1^{GG} (72 гол. або 54,8%).

4. В популяції ДП «Поливанівка» із 27 теоретично можливих генотипів знайдено 11. Поріг у 50% не досяг жоден із виявлених генотипів. Позицію лідера із 29,4% тут займає генотип GH^{LL}/TG5^{CT}/CAPN1^{GA}.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Генофонды сельскохозяйственных животных: генетические ресурсы животноводства / отв. ред. И. А. Захаров ; Ин-т общ. генетики им. Н.И.Вавилова РАН. – М. : Наука, 2006. – 462 с.
2. Стратегічні напрями роботи щодо збереження генофонду сільськогосподарських тварин в Україні / І. В. Гузев, О. Д. Бірюкова, Л. В. Вишневський, Н. Л. Резнікова, О. І. Костенко // Розведення і генетика тварин. – К. : Аграрна наука, 2013. – Вип. 47. – С. 13–23.
3. Копилова, К. В. Молекулярно-генетичні маркери в системі збереження біорізноманіття сільськогосподарських тварин : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук : спец. 03.00.15 / К. В. Копилова; Ін-т розведення та генетики тварин, с. Чубинське Київської обл., 2012. – 36 с.

4. Гааль, Э. Электрофорез в разделении биологических макромолекул / Э. Гааль, Г. Медьешки, Л. Верецкой. – М. : Мир, 1982. – 446 с.
5. Алтухов, Ю. П. Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. – М. : Наука, 1989. – 328 с.
6. Зарипов, О. Я. Генотипирование крупного рогатого скота по генам бета-лактоглобулина и каппа-казеина методами ДНК-технологии : автореф. дис. ... канд. биол. наук. : спец. 03.01.04 / О. Я. Зарипов. – Казань, 2010. – 20 с.
7. Иванченко, Е. В. Полиморфизм хозяйственно-ценных генов (бета-лактоглобулин, каппа-казеин) у аутохтонных пород Украины / Е. В. Иванченко, Р. В. Облап, В. И. Глазко // Материалы науч.-ген. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. А. Р. Жебрака и 70-летию образования каф. генетики Московской с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М., 2002. – С. 126–128.
8. Association of thyroglobulin gene variants with carcass and meat quality traits in beef cattle / G. Y. Hou, Z. R. Yuan, H. L. Zhou, L. P. Zhang, J. Y. Li, X. Gao, D. J. Wang, H. J. Gao, S. Z. Xu // *Molecular biology report.* – 2011. – Vol. 38 (7). – P. 705–708.

REFERENCES

1. Zakharov, I. A. 2006. *Genofondy sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh: geneticheskie resursy zhyvotnovodstva – Gene pools farm animal: animal genetic resources.* Moskva, Nauka, 462 (in Russian).
2. Huzhev, I. V., O. D. Biryukova, L. V. Vyshnevs'kyi, N. L. Ryznikova, and O. I. Kostenko. 2013. Stratehichni napryamy roboty shchodo zberezhennya henofondu sil's'kohospodars'kykh tvaryn v Ukrayiny – Ukraine has strategic work assignments in relation to maintenance of gene pool of agricultural animals. *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Breeding and genetics of animals.* 47:13–23 (in Ukrainian).
3. Kopylova, K. V. 2012. *Molekuliarno-henetychni markery v systemi zberezhennia bi-oriznomanittia silskohospodarskykh tvaryn : avtoref. dys. ... d-ra s.-h. nauk – Molecular genetic markers in the system of conservation of biodiversity of farm animals. Thesis doctor of agricultural sciences.* 36 (in Ukrainian).
4. Gaal', E., G. Med'eshi and L. Veretskey. 1982. *Elektroforez v razdelenii biologicheskikh makromolekul – Electrophoresis in the separation of biological macromolecules.* Moskva, Mir, 446 (in Russian).
5. Altukhov, Yu. P. 1989. *Geneticheskie protsessy v populyatsiyakh – Genetic processes in populations.* Moskva, Nauka, 328 (in Russian).
6. Zarirov, O. Ya. 2010. *Genotipirovaniye krupnogo rohatogo skota po genam betalaktoglobulina i kappa-kazeina metodami DNK-tekhnologii : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk – Genotyping of cattle on the beta-lactoglobulin and kappa-casein genes by the methods of DNA technology : the author's abstract of the dissertation of the candidate of biological sciences.* Kazan', 20 (in Russian).
7. Ivanchenko, E. V., R. V. Oblapand V. I. Glazko. 2002. Polimorfizm khozyaystvenno-tsennykh genov (beta-laktoglobulin, kappa-kazein) u autokhonnykh porod Ukrainy – Polymorphism of economically valuable genes (beta-lactoglobulin, kappa-casein) autohonnykh rocks in Ukraine. *Materialy nauch.-gen. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. A. R. Zhebrakai 70-letiyu obrazovaniya kaf. Genetiki Moskovskoys.-kh. akad. im. K. A. Timiryazeva – Materials scientific- gene. conf., is dedicated .100th anniversary of birth. A. R. Zhebrak and the 70th anniversary of the Department of Education. Moscow Agricultural Genetics Acad. them. Timiryazev.* 126–128 (in Russian).
8. Hou, G. Y., Z. R. Yuan, H. L. Zhou, L. P. Zhang, J. Y. Li, X. Gao, D. J. Wang, H. J. Gao, and S. Z. Xu. 2011. Association of thyroglobulin gene variants with carcass and meat quality traits in beef cattle. *Molecular biology report.* 38:4705–4708 (in English).