

ЛЫСЕНКО Н.Г.<sup>1</sup>✉, КОЛЕСНИК А.И.<sup>2</sup>, ГОРАЙЧУК И.В.<sup>3</sup>, РУБАН С.Ю.<sup>4</sup>, ФЕДОТА А.М.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ООО «Фармацевтическая компания «Здоровье»,

Украина, 61013, г. Харьков, ул. Шевченко, 22, e-mail: n.g.lysenko@gmail.com

<sup>2</sup> ЧП «Агрофирма Свитанок»,

Украина, 63209, Харьковская обл., с. Новоселовка, ул. К. Маркса, 11, e-mail: agro\_svitnok@ukr.net

<sup>3</sup> Национальный научный центр «Институт экспериментальной и клинической ветеринарной медицины»,

Украина, 61023, г. Харьков, ул. Пушкинская 83, e-mail: goraichuk@ukr.net

<sup>4</sup> Институт разведения и генетики животных имени М.В. Зубца НААН,

Украина, 08321, Киевская обл., с. Чубинское, ул. Погребняка, 1, e-mail: rubansy@gmail.com

<sup>5</sup> Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,

Украина, 61022, г. Харьков, пл. Свободы, 4, e-mail: afedota@mail.ru

✉ n.g.lysenko@gmail.com, (099) 640-90-23

## АССОЦИАЦИЯ ГЕНОВ КАЛЬПАИН-КАЛЬПАСТАТИНОВОЙ СИСТЕМЫ И ПАРАМЕТРОВ ЭКСТЕРЬЕРА ЖИВОТНЫХ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ

В селекции крупного рогатого скота (КРС) обычно используются данные о параметрах экстерьерера. В Украине для этого проводится бонитировка, т.е. комплексная оценка поголовья для определения его качественной ценности в соответствии с породностью, конституцией, экстерьером, происхождением и продуктивностью [1]. При этом в других странах визуальная оценка КРС не включает информацию о состоянии отдельных статей животного и ограничивается определением кондиции животного [2]. Первая утвержденная инструкция по бонитировке была выпущена в 1938 году, и долгое время именно этот метод оценки скота играл ключевую роль в ведении селекционной работы. Однако с развитием методов молекулярной генетики в течение двух последних десятилетий для селекционной работы используются гены-маркеры, а анализ большого количества однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) этих генов при проведении геномной оценки позволяет составить более точный прогноз (точность оценки достигает 85%) [3], ускорить отбор за счет тестирования животных в более раннем возрасте и, соответственно, оптимизировать экономические затраты, связанные с выращиванием обладающих разным потенциалом животных [4].

Панели генов для молекулярно-генетических исследований КРС мясного направления, помимо групп маркеров продуктивных и племенных качеств животных, включают гены признаков, которые ассоциируются с показателями качества мяса. Эти признаки обусловлены характеристиками мышечной ткани, оценку которых невозможно провести прижизненно. Посколь-

ку получение говядины в течение советского периода было побочным продуктом молочного скотоводства, селекция в направлении улучшения качества мяса не проводилась. С развитием мировой экономики и решением проблем производства достаточного количества мяса конкурентное преимущество на рынке получает говядина с выдающимися вкусовыми качествами, поэтому панель генов, ассоциированных с качеством мяса, включает гены: *CAPN1* и *CAST* (нежность), *DGATI*, *LEP* (мраморность), *CAST* (сочность) и *SCDI* (вкус) [5–8]. Учитывая традиционную схему селекции по экстерьеру и приобретающую популярность в Украине схему селекции на основании результатов молекулярно-генетических исследований, цель нашего исследования заключалась в определении взаимосвязи параметров экстерьерера животного и генов кальпаин-кальпастатиновой системы, которые ассоциируются с нежностью мяса. Выбор генов *CAPN1* и *CAST* обусловлен их эффектом в период интенсивного роста животных: кальпаин участвует в разрушении мышечных волокон – процессе, сопровождающем рост мышечной ткани, а кальпастатин является его ингибитором. Для исследования были выбраны полиморфные варианты *CAPN316* в 9 экзоне гена *CAPN1* 29 хромосомы КРС и *CAST282* в 5 интроне гена *CAST7* хромосомы КРС.

### Материалы и методы

Объектом исследования являлись животные абердин-ангусской породы (n=73) ЧП «Агрофирма Свитанок» Харьковской области. Бонитировка животных в возрасте трех-четырёх лет проводилась по 100-балльной шкале [1]. Эта оцен-

ка включала параметры общего вида, развития и выраженности типа породы – телосложение (15 баллов) и мускулатуру (10 баллов), а также стати экстерьера – голова и шея (5 баллов), грудная клетка (10 баллов), холка, спина, поясница (15 баллов), крестец (10 баллов), окорока (10 баллов), вымя (15 баллов) и конечности (10 баллов). Для проведения анализа также использовалась генеалогическая информация – животные (n=68) принадлежали к семи заводским линиям.

Выделение ДНК из образцов венозной крови животных выполнено с помощью наборов для экстракции ДНК «Diatom DNA Prep 100» («Изоген», РФ). Праймеры для реакции амплификации подобраны в соответствии с опубликованными данными [7, 8]. Рестрикционный анализ проведен с помощью эндонуклеаз рестрикции RsaI и BtgI («Fermentas», Литва), электрофоретический анализ выполнен в 2% агарозном геле.

Проверка распределения дат на соответствие закону нормального распределения проведена с помощью показателей асимметрии и эксцесса. Оценка силы влияния фактора выполне-

на методом дисперсионного анализа с расчетом силы влияния фактора по Снедекору ( $h^2$ ) на уровнях значимости 0,05, 0,01 и 0,005. Для анализа данных, распределение которых отличается от нормального, использован критерий Манна-Уитни. Для анализа связи признаков использован критерий Пирсона [9].

### Результаты и обсуждение

Параметры экстерьера животных приведены в табл. 1 и 2 по выделенным на основании генотипа группам. Комбинации генотипов по двум генам формируют 9 классов, однако в исследуемой выборке животные с генотипами CC/GG и GG/GG отсутствуют, что может быть связано с низкой частотой аллеля G гена *CAST*.

В выборке животных абердин-ангусской породы частоты аллелей C и G полиморфного варианта *CAPN316* гена *CAPN1* составили 0,404 и 0,586. Частоты аллелей C и G однонуклеотидного полиморфизма *CAST282* гена *CAST* – 0,788 и 0,212. При этом частоты генотипов CC, CG и GG по гену *CAPN1* составили 13,7, 53,4 и 33,9%, а

Таблица 1

Характеристика параметров экстерьера абердин-ангусов с разными генотипами по генам *CAPN1* и *CAST*,  $\pm s_x$  (CV, %)

Ген	<i>CAPN1</i>			<i>CAST</i>		
	CC	CG	GG	CC	CG	GG
Генотип						
n	10	39	24	44	27	2
Телосложение	11,8±0,9 (7,8)	11,9±0,1 (1,1)	12,0±0,2 (1,4)	11,9±0,1 (1,0)	12,1±0,2 (1,5)	12,0±0,0
Мускулатура	8,2±0,4 (5,1)	8,1±0,1 (1,6)	8,3±0,1 (1,1)	8,2±0,1 (0,8)	8,1±0,2 (2,2)	8,0±0,0
Голова и шея	4,0±0,0* (0,0)	4,1±0,1* (1,2)	3,8±0,1* (2,0)	4,0±0,1 (1,5)	4,0±0,1 (0,9)	4,0±0,0
Грудная клетка	8,1±0,6 (7,0)	8,0±0,1 (1,3)	7,9±0,1 (1,0)	7,9±0,1 (1,0)	8,1±0,1 (1,5)	7,5±0,5
Холка, спина, поясница	11,9±0,9 (7,4)	11,6±0,1 (1,3)	11,9±0,2 (1,6)	11,6±0,1 (1,2)	11,9±0,17 (1,4)	11,0±1,0
Крестец	8,1±0,3 (3,9)	8,0±0,1 (1,0)	8,0±0,1 (0,5)	8,0±0,1 (0,8)	8,0±0,1 (1,0)	8,0±0,0
Окорока	8,7±0,5 (5,6)	8,3±0,1 (1,1)	8,3±0,1 (1,4)	8,3±0,1 (1,1)	8,4±0,1 (1,3)	8,0±0,0
Вымя	12,4±0,8* (6,8)	12,2±0,1* (1,0)	12,7±0,1* (0,9)	12,4±0,1 (0,9)	12,4±0,1 (1,0)	12,0±0,0
Конечности	8,0±0,0 (0,0)	7,9±0,1 (0,6)	8,0±0,1 (0,9)	8,0±0,1 (0,6)	7,9±0,1 (0,6)	8,0±0,0
Сумма баллов	81,2±3,2 (3,9)	80,0±0,6 (0,8)	81,0±0,6 (0,8)	80,2±0,5 (0,7)	81,1±0,7 (0,8)	78,5±1,5

Примечания: n – количество животных в группе;  $\pm s_x$  (CV, %) – среднее значение  $\pm$  ошибка среднего (коэффициент вариации, %); \* – влияние фактора статистически значимо,  $p < 0,05$ .

Таблица 2

Характеристика параметров экстерьеря абердин-ангусов с комбинациями генотипов по генам *CAPN1* и *CAST*,  $\pm s_x$  (CV, %)

Генотип <i>CAPN1/CAST</i>	CC/CC	CC/CG	CG/CC	CG/CG	CG/GG	GG/CC	GG/CG
n	5	5	21	16	2	18	6
Частота генотипа, %	6,8	6,8	28,8	21,9	2,8	24,7	8,2
Телосложение	11,8±0,4 (3,2)	11,8±0,5 (4,1)	11,8±0,2 (1,4)	12,2±0,2 (2,0)	12,0±0,0	12,0±0,2 (1,6)	12,2±0,3 (2,5)
Мускулатура	8,2±0,2 (2,4)	8,2±0,2 (2,4)	8,1±0,1 (1,3)	8,0±0,3 (3,6)	8,0±0,0	8,2±0,1 (1,2)	8,3±0,2 (2,5)
Голова и шея*	4,0±0,0 (0,0)	4,0±0,0 (0,0)	4,1±0,1 (1,9)	4,1±0,1 (1,5)	4,0±0,0	3,8±0,1 (2,7)	4,0±0,0 (0,0)
Грудная клетка	7,8±0,2 (2,6)	8,4±0,2 (2,9)	7,9±0,1 (1,7)	8,1±0,2 (2,2)	7,5±0,5	7,9±0,1 (1,2)	7,8±0,2 (2,1)
Холка, спина, пояс- ница	12,0±0,4 (3,7)	11,8±0,4 (3,2)	11,4±0,2 (1,7)	11,9±0,2 (1,9)	11,0±1,0	11,8±0,2 (1,8)	12,2±0,4 (3,3)
Крестец	8,0±0,0 (0,0)	8,2±0,2 (2,4)	8,0±0,1 (1,5)	8,0±0,1 (1,6)	8,0±0,0	8,1±0,1 (0,7)	8,0±0,0 (0,0)
Окорока	8,8±0,2 (2,3)	8,6±0,2 (2,8)	8,2±0,1 (1,6)	8,4±0,1 (1,8)	8,0±0,0	8,3±0,1 (1,6)	8,5±0,2 (2,6)
Вымя*	12,8±0,4 (2,9)	12,0±0,3 (2,6)	12,0±0,2 (1,4)	12,4±0,2 (1,3)	12,0±0,0	12,7±0,1 (1,1)	12,8±0,2 (1,3)
Конечности	8,0±0,0 (0,0)	8,0±0,0 (0,0)	8,0±0,1 (0,9)	7,9±0,1 (1,1)	8,0±0,0	7,9±0,1 (1,2)	8,0±0,0 (0,0)
Сумма баллов	81,4±1,2 (1,5)	81,0±1,7 (2,1)	79,5±0,8 (1,1)	80,9±1,0 (1,2)	78,5±1,5	80,7±0,8 (0,9)	81,8±1,0 (1,3)

Примечания: n – количество животных в группе;  $\pm s_x$  (CV, %) – среднее значение  $\pm$  ошибка среднего (коэффициент вариации, %); \* – влияние фактора статистически значимо,  $p < 0,05$ .

частоты генотипов CC, CG и GG по гену *CAST* – 60,3, 37,0 и 2,7%.

Для гена *CAPN1* установлено статистически значимое влияние генотипа на две статьи экстерьеря – голова и шея ( $F=5,55$ ;  $p=0,006$ ;  $h^2=59\%$ ), вымя ( $F=4,40$ ;  $p=0,11$ ;  $h^2=53\%$ ). Значимых различий по параметрам экстерьеря между группами животных с генотипами CC, CG и GG по гену *CAST* не наблюдалось. В группах животных, выделенных на основании комбинаций генотипов, сохраняется влияние гена *CAPN1* на две указанные статьи – голова и шея ( $F=2,29$ ;  $p=0,045$ ;  $h^2=15\%$ ), вымя ( $F=2,86$ ;  $p=0,015$ ;  $h^2=21\%$ ), при этом ген *CAST* ослабляет эффект гена *CAPN1*, что объясняется модулирующим и вторичным действием кальпастина на кальпаин.

Наибольшим количеством баллов по характеристике «телосложение» обладают животные с генотипами GG по гену *CAPN1* и CG по гену *CAST*. При этом наблюдается положительная

связь с аллелем G гена *CAPN1* ( $r=0,99$ ;  $p<0,05$ ). У животных с генотипом GG по гену *CAPN1* более развиты мускулатура, холка, спина, поясница и вымя. Кроме этого, аллель C гена *CAPN1* имеет связь с размерами грудной клетки – у животных генотипа CC она была максимальной ( $r=0,99$ ;  $p<0,05$ ). Животные в этой группе отличались более массивными окороками и конечностями, а также имели больший крестец. Активность кальпастина у животных с генотипом CC выше, следовательно, образование разрывов в микролокнах происходит чаще, что обеспечивает прирост мышечной ткани. Большая функциональная нагрузка, которая приходится на бедра и конечности животных, создает предпосылки для формирования более развитой мускулатуры при наличии генотипа CC по гену *CAPN1*. У животных с генотипом CC отмечена наибольшая сумма баллов по оценке экстерьеря. Генотип CC гена *CAST* детерминирует синтез нефункционального кальпастина, который не активируется для

ингибиции кальпаина при достижении достаточной концентрации ионов свободного кальция. Соответственно, протеолитическая активность ферментов кальпаин-кальпастатиновой системы выше, и с точки зрения нежности мяса этот генотип является предпочтительным. Установлена положительная связь аллеля С гена *CAST* ( $r=0,99$ ;  $df=2$ ;  $p<0,05$ ) и степени развитости мускулатуры у животных. Таким образом, присутствие в мышечной ткани нефункционального кальпастина, который не ингибирует кальпаин, косвенно способствует формированию более развитой мускулатуры у животных.

Среди групп, выделенных на основании комбинации генотипов генов *CAPN1/CAST*, животные с генотипами CG/CG и GG/CG обладают более высокими баллами по стати «строение тела», и наблюдается положительная связь количества аллелей G (дикого типа) с гармоничностью телосложения ( $r=0,78$ ;  $p<0,05$ ). Это на-

блюдение объясняется неравномерной активностью ферментов кальпаин-кальпастатиновой системы в разных частях тела [5], поэтому соотношение по размеру отдельных частей тела животных с генотипом CC/CC изменяется, что приводит к низким баллам при оценке параметра «телосложение» экстерьера. Животные генотипа CC/CC обладали самыми массивными окороками – развитие мышечной ткани в этой части тела может являться следствием комбинации «сверхактивной» протеазы (кальпаина) и «сверхпассивного» ингибитора (кальпастина) при соответствующей нагрузке на эту часть тела. В семи выделенных группах размер конечностей сходен. Крестец и грудная клетка были крупнее у животных генотипа CC/CG, а телосложение – более гармоничным у животных генотипа CG/CG. Части тела, которые относительно других частей тела включают меньше мышечной ткани, – холка, спина, вымя – лучше развиты у животных с

Таблица 3

**Характеристика параметров экстерьера абердин-ангусов с распределением по генотипам генов *CAPN1* и *CAST* в совокупности,  $\pm s_x$  (CV, %)**

Линия	Бриалхилл Сау	Илинмера Леда	Макхери	Проспектора	Райкина	Раймонда	Саутхом Экстра
n	10	13	9	21	3	3	9
Частота аллеля С гена <i>CAPN1</i>	0,35	0,38	0,44	0,38	0,67	0,17	0,44
Частота аллеля С гена <i>CAST</i>	0,90	0,73	0,78	0,81	0,83	0,67	0,83
Телосложение	12,2 $\pm$ 0,3 (2,7)	12,3 $\pm$ 0,2 (1,9)	11,8 $\pm$ 0,3 (2,2)	11,6 $\pm$ 0,2 (1,4)	11,3 $\pm$ 0,3 (2,9)	11,7 $\pm$ 0,3 (2,9)	12,6 $\pm$ 0,2 (1,4)
Мускулатура	8,4 $\pm$ 0,2 (1,9)	8,0 $\pm$ 0,4 (4,5)	8,1 $\pm$ 0,2 (2,5)	8,0 $\pm$ 0,1 (0,6)	8,0 $\pm$ 0,0 (0,0)	8,0 $\pm$ 0,0 (0,0)	8,4 $\pm$ 0,2 (2,1)
Голова и шея	4,2 $\pm$ 0,1 (3,2)	4,1 $\pm$ 0,1 (1,9)	3,9 $\pm$ 0,1 (2,9)	3,9 $\pm$ 0,1 (1,7)	4,0 $\pm$ 0,0 (0,0)	3,7 $\pm$ 0,3 (9,1)	4,1 $\pm$ 0,1 (2,7)
Грудная клетка	8,1 $\pm$ 0,1 (1,2)	8,3 $\pm$ 0,2 (2,1)	8,0 $\pm$ 0,2 (2,1)	7,6 $\pm$ 0,1 (1,7)	8,0 $\pm$ 0,0 (0,0)	7,3 $\pm$ 0,3 (4,5)	8,3 $\pm$ 0,2 (2,0)
Холка, спина, поясница	11,6 $\pm$ 0,2 (1,9)	12,2 $\pm$ 0,3 (2,1)	11,7 $\pm$ 0,3 (2,5)	11,2 $\pm$ 0,2 (1,3)	11,3 $\pm$ 0,7 (5,9)	11,7 $\pm$ 0,3 (2,9)	12,8 $\pm$ 0,2 (1,1)
Крестец	8,1 $\pm$ 0,1 (1,2)	8,2 $\pm$ 0,2 (1,9)	7,9 $\pm$ 0,1 (1,4)	7,9 $\pm$ 0,1 (1,2)	8,0 $\pm$ 0,0 (0,0)	8,0 $\pm$ 0,0 (0,0)	8,2 $\pm$ 0,2 (1,8)
Окорока	8,3 $\pm$ 0,1 (1,8)	8,6 $\pm$ 0,1 (1,6)	8,2 $\pm$ 0,2 (2,7)	8,0 $\pm$ 0,1 (1,5)	8,0 $\pm$ 0,0 (0,0)	8,7 $\pm$ 0,3 (3,8)	9,0 $\pm$ 0,0 (0,0)
Вымя	12,4 $\pm$ 0,3 (2,1)	12,5 $\pm$ 0,2 (1,5)	12,6 $\pm$ 0,2 (1,9)	12,0 $\pm$ 0,2 (1,5)	12,3 $\pm$ 0,3 (2,7)	12,7 $\pm$ 0,3 (2,6)	12,8 $\pm$ 0,2 (1,2)
Конечности	8,0 $\pm$ 0,0 (0,0)	8,1 $\pm$ 0,1 (0,9)	7,9 $\pm$ 0,1 (1,4)	7,9 $\pm$ 0,1 (1,2)	7,7 $\pm$ 0,3 (4,3)	8,0 $\pm$ 0,0 (0,0)	8,0 $\pm$ 0,0 (0,0)
Сумма баллов	81,3 $\pm$ 1,1 (1,4)	82,2 $\pm$ 1,0 (1,3)	80,1 $\pm$ 1,1 (1,3)	78,2 $\pm$ 0,6 (0,8)	78,7 $\pm$ 0,3 (0,4)	79,7 $\pm$ 1,3 (1,7)	84,2 $\pm$ 0,5 (0,6)

Примечания: n – количество животных в группе;  $\pm s_x$  (CV, %) – среднее значение  $\pm$  ошибка среднего (коэффициент вариации, %).



генотипом GG/CG, который содержит минимум мутантных аллелей С. Наибольшие суммы баллов по бонитировке были отмечены у животных с генотипами GG/CG и CC/CC.

Для анализируемой выборки животных имелись генеалогические данные – 68 животных принадлежали к семи заводским линиям: Бриалхилл Сау, Илинмера Леда, Макхери, Проспектора, Райкина, Раймонда и Саутхом Экстра [10]. В целом, вариабельность признаков (табл. 3) внутри каждой из линий сопоставима с вариабельностью в группах, выделенных на основании генотипов, за исключением группы животных с генотипом CC по гену *CAPN1*, у которых значения коэффициента вариации в сравнении с другими группами были выше на 3–5%. Животные линии Саутхом Экстра лидируют практически по всем параметрам экстерьера и по абсолютной сумме баллов. У животных этой линии самая высокая частота аллеля С по гену *CAST* и вторая по величине частота аллеля С по гену *CAPN1*. В этих линиях наблюдается положительная связь количества аллеля С гена *CAST* с развитием мускулатуры ( $r=0,67$ ;  $p<0,01$ ) и размерами головы и шеи ( $r=0,77$ ;  $p<0,005$ ).

Возможность сопоставить полученные результаты с данными зарубежных авторов затруднена тем, что оценка параметров экстерьера по принятой или по сходным шкалам в других странах не проводится. Наиболее часто встречающийся термин в зарубежных публикациях «livestock judging» относится к оценке кондиции животного [2]. В большинстве публикаций

данные, указывающие на кондицию животных, приведены в виде параметров «backfat thickness, mm» – толщина жировой прослойки в области спины, мм [7], «fat, cm<sup>2</sup>» – площадь жировой ткани, см<sup>2</sup>, «grade fat, mm» [8] и «fat depth, mm» – толщина жировой прослойки, мм [11], либо проводятся точные измерения отдельных мышц или частей тела в зависимости от задач исследования [12].

### Выводы

Влияние генотипов по гену *CAPN1* на отдельные признаки экстерьера животных абердин-ангусской породы является большим, чем генотипов по гену *CAST*. Желательные с точки зрения нежности мяса аллели С генов *CAPN1* и *CAST* положительно коррелируют с увеличением размеров грудной клетки (*CAPN1*) и мускулатуры (*CAST*) животных. В свою очередь, аллели G этих генов положительно коррелируют с более гармоничным строением тела. Полученные результаты при оценке заводских линий подтверждают сделанные выводы: у животных линии Саутхом Экстра, которые имеют лучшие показатели экстерьера, частота предпочтительных аллелей С генов *CAPN1* и *CAST* выше, чем в других линиях. Таким образом, отбор животных в направлении увеличения частоты аллелей С генов *CAPN1* и *CAST* позволяет достичь не только улучшения качества мяса, но и увеличения размеров мускулатуры и отдельных частей тела с высоким содержанием мышечной ткани.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельник Ю.Ф., Пищолка В.А., Литовченко А.М. та ін. Інструкція з бонітування великої рогатої худоби м'ясних порід. Інструкція з ведення племінного обліку в м'ясному скотарстві. – К.: Арістей, 2007. – 64 с.
2. Parish J.A., Rhinehart J.D. Body Condition Scoring Beef Cattle [Электронный ресурс] // Guidance manual. – 2016. – Режим доступа: <http://msucares.com/pubs/publications/p2508.pdf>.
3. Calus M.P.L. Genomic breeding value prediction: methods and procedures // Animal. – 2010. – 4, № 2. – P. 157–164.
4. Кругляк О.В. Господарсько-економічні передумови запровадження геномної оцінки тварин у молочному скотарстві // Економіка АПК. – 2013. – № 9. – С. 85–91.
5. Li X. Genetic and Ageing Effects on Beef Quality: Doctoral Thesis. – Uppsala, 2013. – 60 p.
6. Добрянська М.Л. Генетична структура м'ясних порід великої рогатої худоби за різними типами ДНК-маркерів: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.15. – с. Чубинське, 2013. – 20 с.
7. Miquel M.C., Villarreal E., Mezzadra C., Melucci L., Soria L., Corva P., Schor A. The association of CAPN1 316 marker genotypes with growth and meat quality traits of steers finished on pasture // Genetics and Molecular Biology. – 2009. – 32, № 3. – P. 491–496.
8. Schenkel F.S., Miller S.P., Jiang Z., Mandell I.B., Ye X., Li H., Wilton J.W. Association of a single nucleotide polymorphism in the calpastatin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle // J. Anim. Sci. – 2006. – 84, № 2. – P. 291–299.
9. Атраментова Л.О., Утевська О.М. Статистичні методи в біології. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007. – 288 с.
10. Колесник А.И., Федота А.М., Рубан С.Ю., Лысенко Н.Г., Месяц Т.К. Генеалогический анализ количественных признаков животных Аббердин-ангусской породы // Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. – 2014. – 12, № 2. – P. 256–263.
11. MacNeil M.D., Grosz M.D. Genome-wide scans for QTL affecting carcass traits in Hereford x composite double backcross populations // J. Anim. Sci. – 2002. – 80. – P. 2316–2324.
12. Sellick G.S., Pitchford W.S., Morris C.A., Cullen N.G., Crawford A.M., Raadsma H.W., Bottema C.D.K. Effect of myostatin F94L on carcass yield in cattle // Animal Genetics. – 2007. – 38. – P. 440–446.

LYSENKO N.G.<sup>1</sup>, KOLISNYK A.I.<sup>2</sup>, GORAICHUK I.V.<sup>3</sup>, RUBAN S.Y.<sup>4</sup>, FEDOTA A.M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> LLC «Pharmaceutical company «Zdorovye»,

Ukraine, 61013, Kharkiv, Shevchenko, 22, e-mail: n.g.lysenko@gmail.com

<sup>2</sup> PE «Agrofirma Svitanok»,

Ukraine, 63209, Kharkiv reg., Novoselivka, K. Marksa str., 11, e-mail: agro\_svitanok@ukr.net

<sup>3</sup> National Scientific Center «Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine»,

Ukraine, 61023, Kharkov, Pushkinskaya str., 83, e-mail: goraichuk@ukr.net

<sup>4</sup> Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAN,

Ukraine, 08321, Chubynske, Pogrebnyaka str., 1, e-mail: rubansy@gmail.com

<sup>5</sup> V.N. Karazin Kharkiv National University,

Ukraine, 61022, Kharkiv, Svobody Sq., 4, e-mail: afedota@mail.ru

## ASSOCIATION OF CALPAIN AND CALPASTATIN GENES WITH EXTERIOR TRAITS OF ABERDEEN-ANGUS

**Aim.** Due to improvement of cattle breeding methods the aim of the study was to assess the relationship between exterior parameters of Aberdeen-Angus and genes associated with meat tenderness – *CAPNI* (calpain) and *CAST* (calpastatin).

**Methods.** Livestock valuation methods were used to measure the exterior parameters of the animals. Molecular genetic analysis was performed by PCR-RFLP. Statistical testing of hypothesis of association between the studied genotypes and exterior parameters was conducted using ANOVA and Pearson product-moment correlation coefficient at significance levels of 0.05, 0.01 and 0.001. **Results.** Desirable (associated with meat tenderness) alleles C of *CAPNI* and *CAST* genes are associated with an increase chest (*CAPNI*) and muscle (*CAST*) size. G alleles of these genes are associated with a better-balanced body. **Conclusions.** Selection directed to increase of the C alleles of *CAPNI* and *CAST* frequency allows to improve the meat quality accompanied by increasing of body parts with a high content of muscle tissue and muscles.

**Keywords:** Aberdeen-Angus breed, exterior parameters, single nucleotide polymorphism, calpain and calpastatin genes.