

*Терлецкий В.П.*, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, профессор,  
*Тыщенко В.И.*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт генетики  
и разведения сельскохозяйственных животных»  
Российской академии наук (ФГБНУ ВНИИГРЖ РАН),  
*Бейшова И.С.*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения  
«Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова»,  
*Белая Е.В.*, кандидат биологических наук, научный сотрудник,  
Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»  
*Поддудинская Т.В.*, младший научный сотрудник,  
Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения  
«Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова»

## ВЛИЯНИЕ АЛЛЕЛЕЙ ПОЛИМОРФНЫХ ГЕНОВ *bPit-1*, *bGH* И *bGHR* НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА АУЛИЕКОЛЬСКОЙ ПОРОДЫ

**Аннотация:** животноводство на сегодняшний день является одной из самых рентабельных сфер агропромышленного комплекса Республики Казахстан. Одним из основных направлений селекционной работы в мясном скотоводстве является повышение выхода мяса у различных пород крупного рогатого скота. Для решения этой задачи используют маркер-ассоциированную селекцию сельскохозяйственных животных. Преимущество генетических маркеров заключается в том, что они неизменяемы в онтогенезе, независимы от условий внешней среды и имеют кодоминантный тип наследования, а значит и четкий генетический контроль. Использование генетических маркеров мясной продуктивности в практической селекции крупного рогатого скота, позволит более достоверно оценивать генетический потенциал пород, популяций и отдельно взятых особей, контролировать селекционные процессы и корректировать их направленность.

Мясная продуктивность является сложным количественным признаком, проявление которого определяют многие факторы. Среди них наследственные особенности организма, а также факторы внешней среды (условия содержания и кормления). Развитие молекулярно-генетических методов анализа позволило разработать новые маркерные системы, обеспечивающие выявление потенциала на уровне ДНК независимо от пола и возраста, что позволяет прогнозировать продуктивность сельскохозяйственных животных в ранние сроки их развития.

В статье представлены результаты изучения влияния полиморфных генов *bPit-1*, *bGH* и *bGHR* на показатели мясной продуктивности крупного рогатого скота аулиекольской породы. Были выявлены генотипы предпочтительные и нежелательные. В результате оценки фенотипического эффекта генотипа *bPit-1-HinFI*<sup>AA</sup> по отношению к продуктивности общей выборки показано, что этот генотип может рассматриваться в качестве маркера повышенной продуктивности только для возраста 24 месяца, так как в возрасте 18 месяцев живой вес особей этой группы находится еще в пределах значений общей выборки.

**Ключевые слова:** аулиекольская порода, соматотропиновый каскад, *bPit-1*, *bGH*, *bGHR*

Развитие животноводства на современном этапе трудно представить без внедрения методов оценки признаков продуктивности сельскохозяйственных животных, базирующихся непосредственно на анализе наследственной информации. Маркер-ассоциированная селекция – это комбинированный продукт традиционной генетики и молекулярной биологии, она позволяет отбирать гены, кодирующие интересующие признаки [1].

Значительный интерес с точки зрения поиска генетических маркеров мясной продуктивности представляют гены соматотропинового каскада [2-5]. Активное участие генов соматотропинового каскада в формировании признака мясной продуктивно-

сти служит основанием для выявления ассоциации их вариантов с параметрами мясной продуктивности. Целью данного исследования было изучить фенотипический эффект полиморфизмов *bPit-1-HinFI*, *bGH-AluI* и *bGHR-SspI* генов для оценки перспектив использования их в качестве маркеров повышенной мясной продуктивности крупного рогатого скота аулиекольской породы.

### Материалы и методы

Объектом исследования послужила выборка коров аулиекольской породы (n=226) породы.

Предмет исследования: полиморфные гены соматотропинового каскада: *bPit-1*, *bGH*, *bGHR*.

Мясные характеристики животных оценивались по таким показателям, как живая масса при рождении, а также в возрасте 6, 12, 18 и 24 месяца.

Материал исследования – образцы ДНК, выделенной из крови коров аулиекольской породы,

предоставленные ТОО «Каркын» Костанайской области. Источником информации о продуктивности животных послужили племенные карты животных, представленные хозяйством

Определение генотипов животных осуществлялось методом ПЦР-ПДРФ.

Таблица 1

**Индивидуальные характеристики условий ПЦР для исследуемых полиморфных локусов генов соматотропного каскада**

Поли-морфизм	Условия амплификации	Последовательности праймеров	Ссылки
<i>bPit-1-HinFI</i>	94°C – 1 мин; (95°C – 45 сек; 56°C – 6 сек; 72°C – 6 сек) x 35 циклов; 72°C – 1 мин	<i>HinFI-F</i> : 5'-aaaccatcatctcccttctt-3'	[6]
		<i>HinFI-R</i> : 5'-aatgtacaatgtcttctgag-3'	
<i>bGH-AluI</i>	95°C – 5 мин; (95°C – 3 сек; 64°C – 3 сек; 72°C – 6 сек) x 35 циклов; 72°C – 1 мин	<i>AluI-F</i> : 5'-ccgtgtctatgagaagc-3'	[5]
		<i>AluI-R</i> : 5'-gttcttgagcagcgcg-3'	
<i>bGHR-SspI</i>	95°C – 5 мин; (95°C – 3 сек; 62°C – 3 сек; 72°C – 3 сек) x 35 циклов; 72°C – 1 мин	<i>SspI-F</i> : 5'-aatactgggctagcagtgacaatat-3'	[7]
		<i>SspI-R</i> : 5'-acgttctactgggtgatga-3'	

Анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов включал обработку амплификата сайт-специфической рестриктазой и последующее разделение полученных фрагментов с помощью гелеэлектрофореза.

Генотип животного по всем анализируемым генам документируется и заносится в общую базу данных.

Оценка ассоциации признака мясной продуктивности и генотипа проводилась в несколько этапов.

На первом этапе устанавливали предпочтительный и альтернативные генотипы путем сравнения показателей продуктивности групп с разными генотипами между собой. Статистическую оценку достоверности отличий проводили с помощью Теста Краскела-Уоллиса, которым проверяется гипотеза о том, получены ли изучаемые группы из одной генеральной совокупности, либо из разных генеральных совокупностей с равными медианами [8].

В случае, если между тремя группами животных с тремя разными генотипами по данному полиморфизму, выявлялось достоверное отличие, предпочтительным по данному признаку принимали генотип с наибольшим значением показателя, два других принимались, как альтернативные.

На втором этапе проводилось сопоставление показателей продуктивности этих групп животных с показателями продуктивности общей выборки.

Оценка достоверности наблюдаемых различий проводилась нами методом определения 95% доверительного интервала для медианы [9].

#### Результаты и обсуждение

Ранее нами были установлены частоты аллелей исследуемых генов у коров аулиекольской породы. Было выявлено, что редкими являются аллели *bPit-1-HinFI<sup>B</sup>*, *bGH-AluI<sup>V</sup>* и *bGHR-SspI<sup>Y</sup>*.

Результаты оценки живой массы у коров аулиекольской породы представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Характеристика живой массы по возрастам в группах аулиекольских коров с разными генотипами по полиморфизмам *bPit-1-HinFI*, *bGH-AluI* и *bGHR-SspI*, кг (Ме, (25%; 75%))**

Возрастные группы	при рождении	6 месяца	12 месяцев	18 месяцев	24 месяца
Общая выборка	26 (26; 26)	207 (182; 218)	325 (295; 348)	373 (329; 398)	414 (381; 447)
Генотип	Полиморфизм <i>bPit-1-HinFI</i>				
<i>bPit-1-HinFI<sup>AA</sup></i>	26 (26; 26)	215 (204; 218)	332 (321; 364)	386 (370; 423)	447 (403; 483)
<i>bPit-1-HinFI<sup>AB</sup></i>	26 (26; 26)	208 (179; 218)	325 (299; 346)	375 (329; 394)	411 (382; 436)
<i>bPit-1-HinFI<sup>BB</sup></i>	26 (26; 26)	204 (179; 216)	324 (289; 334)	368 (329; 387)	405 (377; 437)
P*	0,3819	0,1695	0,0794	0,0342	0,0406
Генотип	Полиморфизм <i>bGH-AluI</i>				
<i>bGH-AluI<sup>LL</sup></i>	26 (26; 26)	204 (179; 216)	324 (298; 343)	371 (341; 387)	416 (381; 456)

Продолжение таблицы 2

<i>bGH-AluI</i> <sup>LV</sup>	26 (26; 26)	209 (182; 218)	326 (302; 348)	374 (327; 399)	409 (381; 447)
<i>bGH-AluI</i> <sup>VV</sup>	26 (26; 26)	214 (177; 218)	326 (293; 338)	371 (329; 396)	417 (384; 430)
P	0,9940	0,4577	0,6220	0,9325	0,8337
Генотип	Полиморфизм <i>bGHR-SspI</i>				
<i>bGHR-SspI</i> <sup>FF</sup>	26 (26; 26)	208 (182; 218)	325 (299; 348)	373 (329; 398)	414 (381; 453)
<i>bGHR-SspI</i> <sup>FY</sup>	26 (26; 26)	195 (164; 208)	308 (278; 345)	357 (330; 401)	396 (373; 431)
<i>bGHR-SspI</i> <sup>YY</sup>	26 (24; 26)	204 (154; 221)	322 (226; 375)	384 (284; 401)	432 (329; 457)
P	0,4459	0,1194	0,5693	0,7722	0,5812

**Примечание:** Расчетный уровень значимости для оценки разницы дисперсий. Позволяет оценить значимость разницы показателя в группах с разными генотипами. Различие значимо при  $P < 0,05$

Из данных табл. 2 следует, что по полиморфизму *bPit-1-HinFI* группа животных с генотипом *bPit-1-HinFI*<sup>AA</sup> характеризуется повышенной живой массой уже к концу первого полугодия. В дальнейшем, к возрасту 12 месяцев эта тенденция сохраняется, а в возрасте 18 и 24 месяца наблюдаемые различия становятся статистически достоверными.

По полиморфизмам *bGH-AluI* и *bGHR-SspI* достоверных различий по живому весу не выявлено.

Для оценки степени фенотипического эффекта предпочтительного и альтернативных генотипов было проведено сравнение показателей продуктивности животных по отношению к общей выборке

Таблица 3

**Характеристика живой массы в группах коров аулиекольской породы с разными генотипами по полиморфизму *bPit-1-HinFI* по отношению к общей выборке, (Me, [ДИ 95%]).**

Группа/параметр	18 месяцев	24 месяца
Общая выборка	373 [377; 368]	414 [418; 404]
<i>bPit-1-HinFI</i> <sup>AA</sup>	386 [419; 372]	447 [480; 421]
<i>bPit-1-HinFI</i> <sup>AB</sup>	375 [378; 367]	411 [423; 395]
<i>bPit-1-HinFI</i> <sup>BB</sup>	368 [377; 357]	405 [423; 404]

Из данных, приведенных в табл. 3 видно, что в возрасте 18 месяцев медиана признака живого веса общей выборки коров аулиекольской породы находится в пределах от 368 до 377 килограмм. В том же возрасте у коров с генотипом *bPit-1-HinFI*<sup>AA</sup> медиана признака живого веса составляет 386 килограмма и находится в пределах от 372 до 419 килограмм. Следовательно, у коров с генотипом *bPit-1-HinFI*<sup>AA</sup> в возрасте 18 месяцев, нижняя граница доверительного интервала для медианы составляет 372 килограмма и перекрывается с верхним значением доверительного интервала для медианы выборки 377 килограмм. Из этого следует, что нельзя с 95% долей вероятности утверждать, что в возрасте 18 месяцев коровы с генотипом *bPit-1-HinFI*<sup>AA</sup> превышают общую выборку по живому весу.

А вот в возрасте 24 месяца, как следует из таблицы, с 95% долей вероятности медиана

признака живого веса у общей выборки коров аулиекольской породы составляет 414 килограмма и находится в пределах от 404 до 418 килограмм. В том же возрасте у коров с генотипом *bPit-1-HinFI*<sup>AA</sup> нижняя граница доверительного интервала для медианы составляет 421 килограмм и не перекрывается с верхним значением доверительного интервала для медианы выборки 418 килограмм.

Из этого следует, что с 95% долей вероятности можно утверждать, что в возрасте 24 месяца коровы с генотипом *bPit-1-HinFI*<sup>AA</sup> превышают общую выборку по признаку живого веса.

На рис. 1 А и Б графически отражено соотношение показателей продуктивности коров с генотипами *bPit-1-HinFI*<sup>AA</sup>, *bPit-1-HinFI*<sup>AB</sup> и *bPit-1-HinFI*<sup>BB</sup> по отношению к показателям общей выборки в возрастах 18 и 24 месяца.

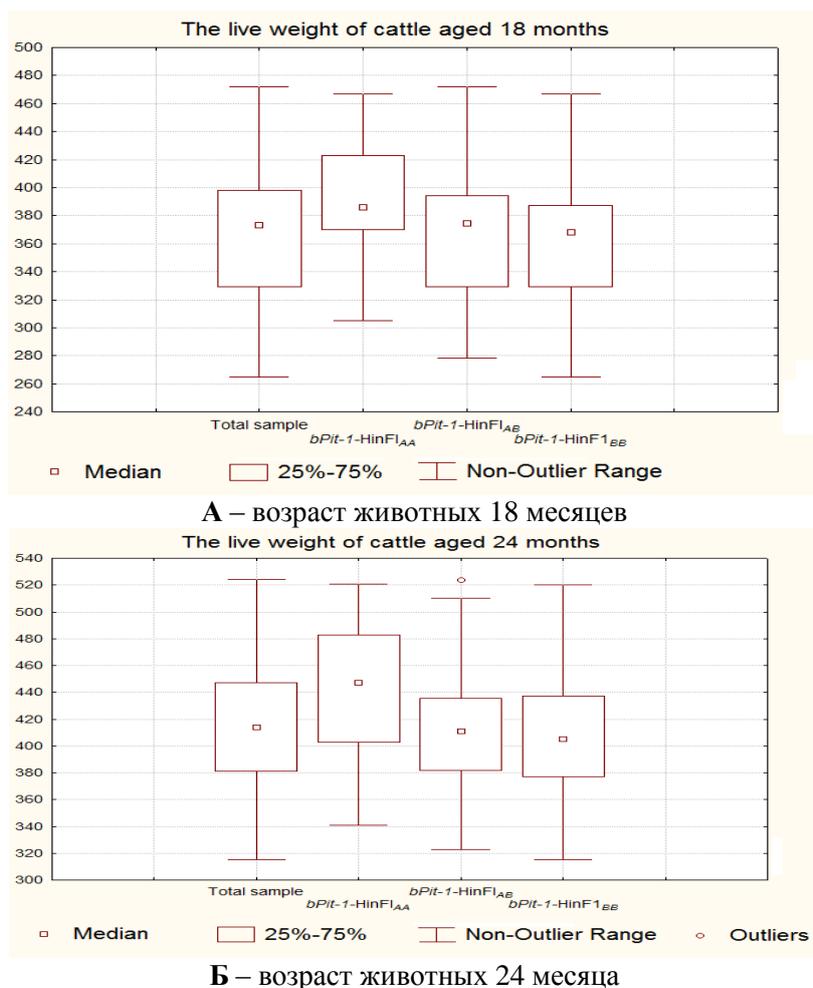


Рис. 1. Графическое соотношение показателей продуктивности коров с генотипами  $bPit-1-HinF1^{AA}$ ,  $bPit-1-HinF1^{AB}$  и  $bPit-1-HinF1^{BB}$  в возрасте 18 и 24 месяца по отношению к показателям общей выборки

Из графиков, приведенных на рис. 1 А и Б, видно, что живой вес телок аулиекольской породы с генотипом  $bPit-1-HinF1^{AA}$ , в возрасте 18 и 24 месяца превышает не только вес животных с альтернативными генотипами, но и общей выборки. В то время как вес животных с генотипами  $bPit-1-HinF1^{AB}$  и  $bPit-1-HinF1^{BB}$  находится в пределах общей выборки.

Таким образом, показано, что при наличии достоверной разницы в показателе живого веса у коров с генотипами  $bPit-1-HinF1^{AA}$ ,  $bPit-1-HinF1^{AB}$  и  $bPit-1-HinF1^{BB}$  между собой в возрасте 18 и 24 месяца по отношению к показателям общей выборки достоверное отличие от общей выборки для коров с генотипом  $bPit-1-HinF1^{AA}$  выявляется только в возрасте 24 месяца.

Это значит, что генотип  $bPit-1-HinF1^{AA}$ , несмотря на достоверное превышение показателя живой массы в возрасте 18 и 24 месяцев, может быть применен в качестве маркера повышенной продуктивности только для возраста 24 месяца. Так как в возрасте 18 месяцев, живой вес этой

группы находится еще в пределах значений общей выборки.

#### Заключение

В проведенном исследовании проанализирован показатель живого веса у коров аулиекольской породы с разными генотипами по  $bPit-1-HinF1$ ,  $bGH-AluI$  и  $bGHR-SspI$  полиморфизмам у животных в возрасте 6, 12, 18 и 24 месяца.

В результате оценки фенотипического эффекта генотипа  $bPit-1-HinF1^{AA}$  по отношению к продуктивности общей выборки показано, что этот генотип может рассматриваться в качестве маркера повышенной продуктивности только для возраста 24 месяца, так как в возрасте 18 месяцев живой вес особей этой группы находится еще в пределах значений общей выборки.

Полученные данные подчеркивают необходимость проведения дополнительных исследований характера ассоциации потенциальных генетических маркеров продуктивности для каждой породы с целью использования этих данных в проведении маркер-ассоциированной селекции.

### Литература

1. Киселева Т.Ю., Подоба Б.Е., Заблудовский Е.Е., Терлецкий В.П., Воробьев Н.И., Кантанен Ю. Анализ 30 микросателлитных маркеров у шести локальных популяций крупного рогатого скота // Сельскохозяйственная биология. 2010. №6. С. 20 – 25.
2. Михайлова М.Е., Белая Е.В. Влияние полиморфных вариантов генов соматотропинового каскада bGH, bGHR и bIGF-1 на признаки молочной продуктивности у крупного рогатого скота голштинской породы // Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2011. Т. 55. №2. С. 63 – 69.
3. Moody D.E., Pomp D., Barendse W. Restriction fragment length polymorphism in amplification products of the bovine Pit-1 gene and assignment of Pit-1 to bovine chromosome 1 // Animal Genetics. 1995. V. 26. P. 45– 47.
4. Lucy M.C., Hauser S.D., Eppard P.J., Krivi G.G., Clark J.H., Bauman D.E., Collier R.J. Variants of somatotropin in cattle: Gene frequencies in major dairy breeds and associated milk production // Domestic Animal Endocrinology. 1993. V.10. P. 325 – 333.
5. Pawar R.S., Joshi C.G., Rank D.N. Growth hormone gene polymorphism and its association with lactation yield in dairy cattle. // Indian journal of animal science. 2007. V. 9. P. 884 – 888.
6. Renaville R., Gengler N., Vrech A., Prandi A., Massart S., Corradini C., Bertozzi C., Mortiaux F., Burny A., Portetelle D. Pit-1 gene polymorphism, milk yield, and conformation traits for Italian Holstein-Friesian bulls // J. Dairy Sci. 1997. V. 80. P. 3431 – 3438.
7. Skinkytė R., Zwierzchowski L., Riaubaitė L., Baltrėnaitė L., Miceikienė I. Distribution of allele frequencies important to milk production traits in lithuanian black & white and lithuanian red cattle // Veterinarija ir zootechnika. 2005. T. 31 (53). P. 93 – 97.
8. Батин Н.В. Компьютерный статистический анализ данных: учеб.-метод. пособие. Минск: Ин-т подгот. науч. кадров Нац. акад. наук Беларуси, 2008 г. 160 с.
9. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. Москва: «МедиаСфера», 2002. 312 с.

### References

1. Kiseleva T.Ju., Podoba B.E., Zabłudovskij E.E., Terleckij V.P., Vorob'ev N.I., Kantanen Ju. Analiz 30 mikrosatellitnyh markerov u shesti lokal'nyh populjacij krupnogo rogatogo skota // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2010. №6. S. 20 – 25.
2. Mihajlova M.E., Belaja E.V. Vlijanie polimorfnyh variantov genov somatotropinovogo kaskada bGH, bGHR i bIGF-1 na priznaki molochnoj produktivnosti u krupnogo rogatogo skota golshtinskoj porody // Doklady Nacional'noj akademii nauk Belarusi. 2011. T. 55. №2. S. 63 – 69.
3. Moody D.E., Pomp D., Barendse W. Restriction fragment length polymorphism in amplification products of the bovine Pit-1 gene and assignment of Pit-1 to bovine chromosome 1 // Animal Genetics. 1995. V. 26. P. 45– 47.
4. Lucy M.C., Hauser S.D., Eppard P.J., Krivi G.G., Clark J.H., Bauman D.E., Collier R.J. Variants of somatotropin in cattle: Gene frequencies in major dairy breeds and associated milk production // Domestic Animal Endocrinology. 1993. V.10. P. 325 – 333.
5. Pawar R.S., Joshi C.G., Rank D.N. Growth hormone gene polymorphism and its association with lactation yield in dairy cattle. // Indian journal of animal science. 2007. V. 9. P. 884 – 888.
6. Renaville R., Gengler N., Vrech A., Prandi A., Massart S., Corradini C., Bertozzi C., Mortiaux F., Burny A., Portetelle D. Pit-1 gene polymorphism, milk yield, and conformation traits for Italian Holstein-Friesian bulls // J. Dairy Sci. 1997. V. 80. P. 3431 – 3438.
7. Skinkytė R., Zwierzchowski L., Riaubaitė L., Baltrėnaitė L., Miceikienė I. Distribution of allele frequencies important to milk production traits in lithuanian black & white and lithuanian red cattle // Veterinarija ir zootechnika. 2005. T. 31 (53). R. 93 – 97.
8. Batin N.V. Komp'juternyj statisticheskij analiz dannyh: ucheb.-metod. posobie. Minsk: In-t podgot. nauch. kadrov Nac. akad. nauk Belarusi, 2008 g. 160 s.
9. Rebrova O.Ju. Statisticheskij analiz medicinskih dannyh. Primenenie paketa prikladnyh programm STATISTICA. Moskva: «MediaSfera», 2002. 312 s.

*Terletsky V.P., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Chief Research Officer, Professor,  
Tyschenko V.I., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Senior Research Officer,  
All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Agricultural Animals of the RAS,  
Beyshova I.S., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor,  
Kostanay State University named after A. Baytursynov,  
Belaya E.V., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Research Officer,  
Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Poddudinskaya T.V., Research Assistant,  
Kostanay State University named after A. Baytursynov*

#### **INFLUENCE OF ALLEYS OF POLYMORPHIC GENES bPIT-1, bGH AND bGHR ON GROWTH INDEXES IN LARGE CATTLE OF AULIEKOL BREED**

**Abstract:** livestock today is one of the most profitable sectors of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan. One of the main directions of selection work in meat cattle breeding is to increase the yield of meat from various breeds of cattle. To solve this problem, the marker-associated selection of farm animals is used. The advantage of genetic markers is that they are invariable in their way, independent of environmental conditions and possess a code type of inheritance, and hence a clear genetic control. The use of genetic markers for meat production in practical cattle breeding makes it possible to more reliably estimate the genetic potential of breeds, populations and individual beings, control breeding processes and correct their orientation.

Meat production is a complex quantitative feature, the manifestation of which depends on many factors. Among them, hereditary characteristics of the organism, as well as environmental factors (conditions of detention and feeding). Development of molecular genetic methods of analysis, allowing to develop new marker systems that provide detection of potential at the DNA level, from sex and age, which allows to predict the productivity of farm animals in the early stages of their development.

The article presents the results of studying the influence of polymorphic genes bPit-1, bGH and bGHR on the meat productivity of cattle of Auliekol breed. Genotypes were identified as preferred and undesirable. As a result of the phenotypic effect of the bPit-1-HinFIAA genotype compared to the total sample, it has been shown that this genotype can become a factor as a marker for increased productivity only at the age of 24 months, because at the age of 18 months the live weight of the individuals of this group is within indicators of the total sample.

**Keywords:** Auliekol breed, somatotropin cascade, bPit-1, bGH, bGHR