

УДК: 636.082.12
МРНТИ: 34.23.59

DOI 10.56339/2305-9397-2023-1-2-14-24

Бейшова И.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доктор биологических наук, ассоциированный профессор, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0001-5293-2190>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Республика Казахстан, indira_bei@mail.ru

Белая Е. В., кандидат биологических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-1786-0341>

УО «Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка», г. Минск, ул. Советская 18, 220030, Беларусь, kolyuchka005@rambler.ru

Ульянова Т. В., PhD, <https://orcid.org/0000-0002-4814-2601>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Республика Казахстан, tatyana.poddudinskaya@gmail.com

Ковальчук А. М., кандидат биологических наук, <https://orcid.org/0000-0002-4106-4954>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Республика Казахстан, kovalchuk_s89@mail.ru

Абылгазинова А. Т., кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-1562-2123>

ТОО «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии», г. Астана, ул. Кенесары 40, 010000, Республика Казахстан, a.abylgazinova@list.ru

Бисембаев А. Т., кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0001-8795-0700>,

ТОО «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии», г. Астана, ул. Кенесары 40, 010000, Республика Казахстан, npczhiv@mail.ru

Beishova I. S., candidate of Agricultural Sciences, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0001-5293-2190>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, indira_bei@mail.ru

Belaya A. V., candidate of biological sciences, docent, <https://orcid.org/0000-0003-1786-0341>,

«Belarusian State Pedagogical University Named after Maxim Tank», Minsk, Sovetskaya street 18, 220030, Belarus, kolyuchka005@rambler.ru

Ulyanova T. V., PhD, <https://orcid.org/0000-0002-4814-2601>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, tatyana.poddudinskaya@gmail.com

Kovalchuk A.M., candidate of biological sciences, <https://orcid.org/0000-0002-4106-4954>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, kovalchuk_s89@mail.ru

Abylgazinova A. T., candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-1562-2123>

LLP «Scientific and production center of animal husbandry and veterinary medicine», Astana, st. Kenesary 40, 010000, Kazakhstan, a.abylgazinova@list.ru

Bissembaev A. T., Candidate of Agricultural sciences, <https://orcid.org/0000-0001-8795-0700>

LLP «Scientific and production center of animal husbandry and veterinary medicine», Astana, st. Kenesary 40, 010000, Kazakhstan, npczhiv@mail.ru

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИПЛОТИПОВ НА ПРИЗНАКИ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПОРОД, РАСПРОСТРАНЁННЫХ
В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН
ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF DIPLLOTYPES ON THE SIGNS OF MEAT
PRODUCTIVITY OF CATTLE BREEDS COMMON IN THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN**

Аннотация

В настоящей работе показаны результаты анализа ассоциаций полиморфизмов *bGH*-*AluI*, *bGHR*-*SspI* и *bIGF-1*-*SnaBI* с фенотипическими данными мясной продуктивности у

пород, наиболее распространенных на территории Республики Казахстан. Определение генотипов животных осуществлялось методом ПЦР-ПДРФ. Статистический анализ полученных данных проводили с использованием компьютерных программ «Microsoft Excel 2010» и «Statistica 6.0». Маркирующими диплотидами с повышающим фенотипическим эффектом у казахской белоголовой породы в возрасте 24 месяца являются $bGH\text{-}AluI^{LV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{AB}$ и диплотип $bGH\text{-}AluI^{LV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$. Понижающим фенотипическим эффектом у казахских белоголовых животных в возрасте 24 месяца характеризуются диплотидами $bGH\text{-}AluI^{LL}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{AA}$ и $bGH\text{-}AluI^{LL}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$. Повышающим фенотипическим эффектом на живую массу животных аулиекольской породы в возрасте 24 месяца обладают диплотидами $bGH\text{-}AluI^{LV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$ и $bGH\text{-}AluI^{LV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{AB}$. У животных аулиекольской породы в возрасте 24 месяца установлено 2 понижающих диплотида - $bGH\text{-}AluI^{LL}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{AB}$ и $bGH\text{-}AluI^{LL}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$. У животных абердин-ангусской породы установлен повышающий эффект для диплотида $bGH\text{-}AluI^{VV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$. Таким образом, среди диплотилов генов соматотропинового каскада нами были обнаружены генетические маркеры мясной продуктивности крупного рогатого скота пород, разводимых в Казахстане.

ANNOTATION

This article shows the results of the analysis of associations of $bGH\text{-}AluI$, $bGHR\text{-}SspI$, and $bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI$ polymorphisms with phenotypic data of meat productivity in the breeds most common in the territory of the Republic of Kazakhstan. Animal genotypes were determined by PCR-RFLP. The statistical analysis of the data obtained was carried out using Microsoft Excel 2010 and Statistica 6.0. Marking diplotypes with an increasing phenotypic effect in the Kazakh white-headed breed at the age of 24 months are $bGH\text{-}AluI^{LV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{AB}$ and diplotype $bGH\text{-}AluI^{LV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$. The diplotypes $bGH\text{-}AluI^{LL}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{AA}$ and $bGH\text{-}AluI^{LL}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$ are characterised by a decreasing phenotypic effect in Kazakh white-headed breeds at 24 months of age. The diplotypes $bGH\text{-}AluI^{LV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$ and $bGH\text{-}AluI^{LV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{AB}$ have an increasing phenotypic effect on the live weight of animals of the Auliekol breed at the age of 24 months. In animals of the Auliekol breed at the age of 24 months, 2 downgrading diplotypes were found - $bGH\text{-}AluI^{LL}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{AB}$ and $bGH\text{-}AluI^{LL}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$. In animals of the Aberdeen Angus breed, an increasing effect was found for the diplotype $bGH\text{-}AluI^{VV}\text{-}bIGF\text{-}1\text{-}SnaBI^{BB}$. Thus, among the diplotypes of the genes of the somatotropin cascade, we have found genetic markers of meat productivity of cattle breeds bred in Kazakhstan.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, мясная продуктивность, GH (гормон роста), GHR (рецептор гормона роста), IGF-1 (инсулиноподобный фактор роста-1).

Key words: cattle, meat productivity, GH (growth hormone), GHR (growth hormone receptor), IGF-1 (insulin-like growth factor-1).

Введение. В Казахстане большая роль в сельскохозяйственном производстве отводится животноводству, основными задачами которого являются производство мясной, молочной продукции, а также сырья для легкой промышленности. Для успешного развития животноводческой отрасли необходимо не только совершенствовать методы разведения животных и улучшать кормовую базу, но также разработать способы ранней диагностики потенциала молочной и мясной продуктивности скота, чтобы повысить экономическую рентабельность в хозяйствах.

Данную задачу может решить применение маркер-вспомогательной селекции, с помощью которой возможно ускорить темпы племенной работы с крупным рогатым скотом, а также уменьшить расходы на содержание животных. Для реализации маркер-вспомогательной селекции нужны данные о проявлении в фенотипе аллельных вариантов генов, отвечающих за количественные признаки, например, молочная продуктивность, живая масса, среднесуточный прирост и т.д. [1].

Одними из генов-кандидатов продуктивных качеств крупного рогатого скота, представляющими интерес для поиска среди их полиморфизмов генетических маркеров, являются гены соматотропинового каскада – ген гормона роста (bGH), ген рецептора гормона

роста (*bGHR*) и ген инсулиноподобного фактора роста-1 (*bIGF-1*) [2]. Имеются исследования ассоциации этих генов с молочной и мясной продуктивностью крупного рогатого скота, но выявленные результаты различаются для разных пород или для разных популяций одной и той же породы [3], а некоторые полиморфизмы генов соматотропного каскада не были проанализированы и изучены вовсе. Поэтому большое значение приобретают исследования, позволяющие понять механизмы проявления фенотипических эффектов генов-кандидатов у разных пород.

Целью исследования было выявить ассоциацию парных сочетаний полиморфных вариантов генов *bGH* (гормон роста), *bGHR* (рецептор гормона роста) и *bIGF-1* (инсулиноподобный фактор роста-1) с мясной продуктивностью у пород крупного рогатого скота мясного направления: казахская белоголовая, аулиекольская, абердин-ангусская.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследования являлись образцы крови и волосных луковиц животных. Животные отбирались из хозяйств северного Казахстана с выровненными условиями кормления и содержания. Данные о продуктивности животных получены из учетной документации хозяйств, предоставивших образцы.

Определение генотипов животных осуществлялось методом ПЦР-ПДРФ.

Однонуклеотидный полиморфизм гена *bGH* установлен в пятом экзоне и вызывает аминокислотную замену лейцин на валин в позиции 127 [7, 8]. Амплифицированный участок гена характеризуется размером 428 п.н. После гидролиза с использованием рестриктазы *AluI* наличие фрагментов размером 265, 96, 51 и 16 п.н. характеризует генотип *bGH-AluI^{LL}*, фрагментов размером 265, 96, 51 и 16 п.н. характеризует генотип *bGH-AluI^{VV}*, а фрагментов размером 265, 147, 96, 51, 16 п.н. характеризует генотип *bGH-AluI^{LV}*.

Однонуклеотидный полиморфизм гена *bGHR* установлен в восьмом экзоне в положении 279 (Т→А) [5]. Амплифицированный участок гена характеризуется размером 182 п.н. После гидролиза с использованием рестриктазы *SspI* наличие фрагмента размером 182 п.н. характеризует гомозиготный генотип по аллелю *SspI^Y*, наличие фрагментов 158 и 24 п.н. характеризует гомозиготный генотип по аллелю *bGHR-SspI^F*, а наличие фрагментов размером 182, 158 и 24 п.н. характеризует гетерозиготный генотип *bGHR-SspI^{FY}* [5].

Полиморфизм гена *bIGF-1* выявлен в промоторе в позиции 472 (Т→С) [9]. Амплифицированный участок гена характеризуется размером 249 п.н. После гидролиза с использованием рестриктазы *SnaBI* фрагмент размером 249 п.н. означает гомозиготный генотип по аллелю *bIGF-1-SnaBI^B*, фрагменты размером 223 и 26 п.н. означают гомозиготный генотип по аллелю *bIGF-1-SnaBI^A*, фрагменты размером 249, 223 и 26 п.н. означают гетерозиготный генотип *bIGF-1-SnaBI^{AB}*.

По результатам генотипирования животные были разделены на соответствующие группы.

Влияние генотипов на мясную продуктивность исследуемых групп крупного рогатого скота проводили с использованием методов непараметрической статистики [10].

Для количественной характеристики фенотипических эффектов предпочтительных и нежелательных генотипов рассчитывалась разница средних значений живой массы у генотипов в сравнении со средними значениями живой массы общей выборки со стандартами пород [11]. Обработка результатов проводилась с использованием «MicrosoftExcel 2010» и «Statistica 6.0», при этом необходимы модули BasicStatistic / tables, NonparametricStatistics [10].

Результаты и их обсуждение. Отбор животных по хозяйственно-полезным признакам прямо или косвенно приводит к изменениям генофонда животных и его структуры [12] и в свою очередь генетическая структура популяции обуславливает возможности применения маркер-ассоциированной селекции в селекционных программах, а также предположить эффективность таких мероприятий.

В таблице 1 видно, что соотношение генотипов одного и того же полиморфизма отличается у разных пород. С одной стороны, наблюдаемое явление может свидетельствовать в пользу ассоциации их с хозяйственно-полезными признаками и давлении искусственного отбора. С другой – позволяет оценить перспективы применения генетических маркеров.

Таблица 1 – Результаты генотипирования популяций казахской белоголовой, абердин-ангусской и аулиекольской пород по полиморфизмам *bGH-AluI*, *bGHR-SspI* и *bIGF-1-SnaBI*

Генотипы	Порода					
	Казахская белоголовая (n=295)		Абердин – ангусская (n=192)		Аулиекольская (n=286)	
	n	%	n	%	n	%
<i>bGH-AluI</i> ^{LL}	199	67,12	56	29,17	128	44,76
<i>bGH-AluI</i> ^{LV}	92	31,19	85	44,27	125	43,71
<i>bGH-AluI</i> ^{VV}	5	1,69	51	26,56	33	11,54
<i>bGHR-SspI</i> ^{FF}	253	85,76	130	67,71	264	92,31
<i>bGHR-SspI</i> ^{FY}	33	11,19	41	21,35	18	6,29
<i>bGHR-SspI</i> ^{YY}	9	3,05	6	3,13	43	1,40
<i>bIGF-1-SnaBI</i> ^{AA}	34	11,53	50	26,04	59	20,28
<i>bIGF-1-SnaBI</i> ^{AB}	132	44,75	82	42,71	104	36,36
<i>bIGF-1-SnaBI</i> ^{BB}	129	43,73	40	20,83	124	43,36

Таблица 2 – Распределение относительных частот аллелей полиморфизмов *bGH-AluI*, *bGHR-SspI* и *bIGF-1-SnaBI* в исследованных популяциях крупного рогатого скота ($Q \pm S_Q$)

Аллель	Порода		
	Казахская белоголовая	Абердин – ангусская	Аулиекольская
<i>bGH-AluI</i> ^L	83,05	51,30	66,61
<i>bGH-AluI</i> ^V	17,29	48,70	33,39
<i>bGHR-SspI</i> ^F	91,36	78,39	95,10
<i>bGHR-SspI</i> ^Y	8,64	13,80	4,20
<i>bIGF-1-SnaBI</i> ^A	33,90	47,40	38,46
<i>bIGF-1-SnaBI</i> ^B	66,10	42,19	61,54

Общепринятым минимальным значением относительной частоты минорного аллеля в популяции, для генетического маркера, является 5%. Из данных таблицы 2 видно, что аллели всех трех полиморфизмов могут применяться как генетические маркеры в селекционных программах, в случае обнаружения статистически значимой ассоциации с признаком живой массы. Исключение составляет аллель *bGHR-SspI*^Y у животных аулиекольской породы.

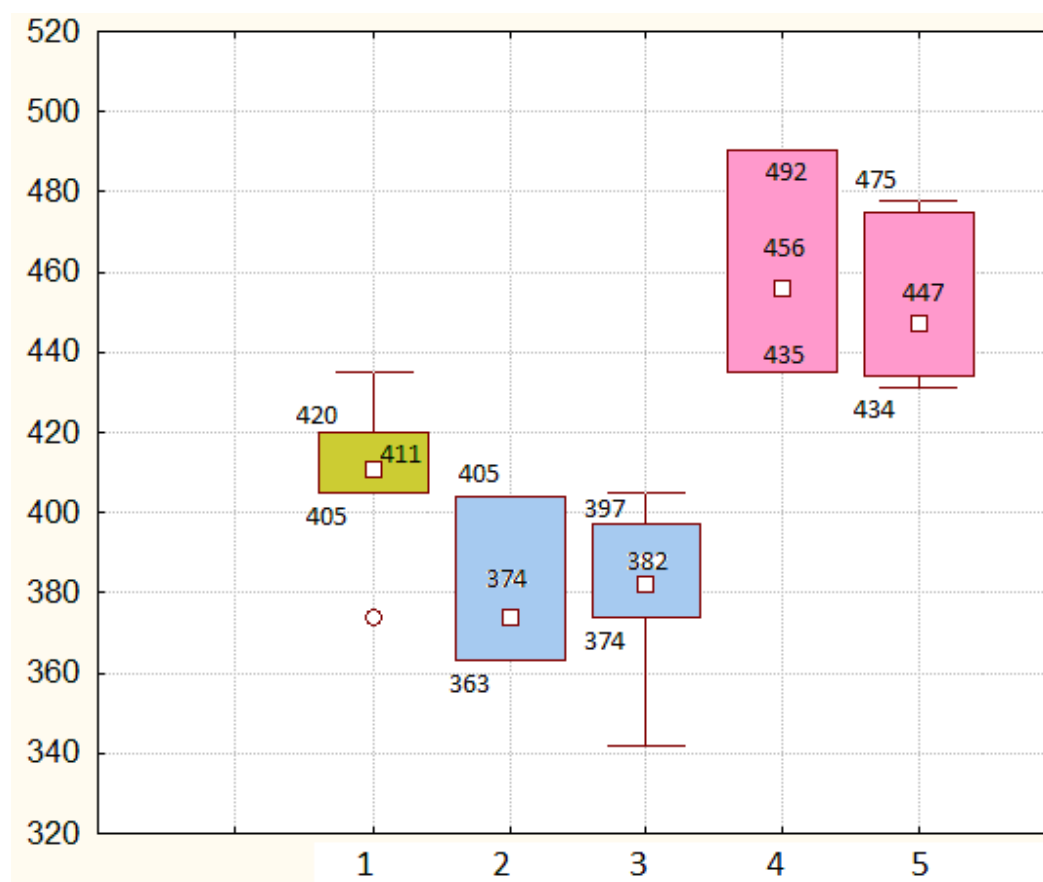
Анализ полиморфизма *bGH-AluI* показал сходство распределения частот аллелей у исследуемых пород. Аллель *bGH-AluI*^L встречается с частотой 51,3 у абердин-ангусской породы, 66,61 – у аулиекольской. У казахской белоголовой породы его частота выше – 83,05. Полученные данные согласуются с результатами Селионовой М.И. с соавт. [13], которые установили у герефордской, калмыцкой и казахской белоголовой пород высокую встречаемость аллеля *bGH-AluI*^L (0,64; 0,78-0,89); Шарипова А.А. с соавт. [14], которые установили у герефордов и лимузинов частоту аллеля *bGH-AluI*^L 0,61 и 0,85; HartatikT. с соавт. [15], которые установили у лимузинов частоту аллеля *bGH-AluI*^L 0,830 и 0,910.

По полиморфизму *bGHR-SspI* у всех исследуемых пород выражено преимущество аллеля *bGHR-SspI*^F. Его частота была 95,10 у аулиекольской породы, 91,36 у казахской белоголовой породы, 78,39 у абердин-ангусской породы. Полученные данные соответствуют данным других исследователей. В их работах частота встречаемости аллеля F гена *bGHRKPC* разных пород составила: абердин-ангусской – 0,667 [16], джерсейской – 0,850 [17], голштинской – 0,840 [18].

По полиморфизму *bIGF-1-SnaBI* наблюдалось сходство распределения частот аллелей у исследуемых пород. Частота аллеля *bIGF-1-SnaBI*^B у казахской белоголовой породы составила 66,10, у аулиекольской породы – 61,54. Исключение составила абердин-ангусская порода, где

аллель *bIGF-1-SnaBI^B* был менее распространен (42,19). Определению полиморфизма *bIGF-1-SnaBI* у крупного рогатого скота посвящен ряд исследований. В их работах частота аллеля *bIGF-1-SnaBI^B* составляет у голштинской породы – 0,55 и 0,562 [19, 20], у абердин-ангусской породы – 0,64 [9]. В работах Siadkowska E., Szewczuk M. частота аллеля *bIGF-1-SnaBI^B* была более низкой – 0,33 для монбельярдского скота [21] и 0,48 для голштино-фризской породы [6].

У казахского белоголового скота были обнаружены парные сочетания генотипов (диплотипы) ассоциированные с более высокими значениями живой массы по сравнению с общей выборкой, а также диплотипы, ассоциированные с более низкими значениями живой массы. Так, диплотипы *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AB}* и *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* могут быть рекомендованы в качестве маркеров повышенной живой массы у казахской белоголовой породы в возрасте 24 месяца, а *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{AA}* и *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* могут быть рекомендованы в качестве генетических маркеров пониженной живой массы у казахского белоголового скота в возрасте 24 месяца (рисунок 1).



1-Общая выборка; 2 - *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{AA}*; 3 - *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}*;
4 - *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AB}*; 5 - *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}*

Рисунок 1 – Оценка статистической значимости диплотипов на признак живой массы в 24 месяца у казахской белоголовой породы

Из рисунка 1 видно, что у группы особей казахской белоголовой породы с парным сочетанием *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AB}* наблюдался наибольший показатель живой массы (435-492 кг) по сравнению с особями с другими парными сочетаниями, а также с общей исследуемой выборкой.

Наоборот, группа особей казахского белоголового скота с диплотипом *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* характеризовалась наиболее низкими значениями живой массы (374-397 кг) по сравнению с особями с другими диплотипами и с общей выборкой.

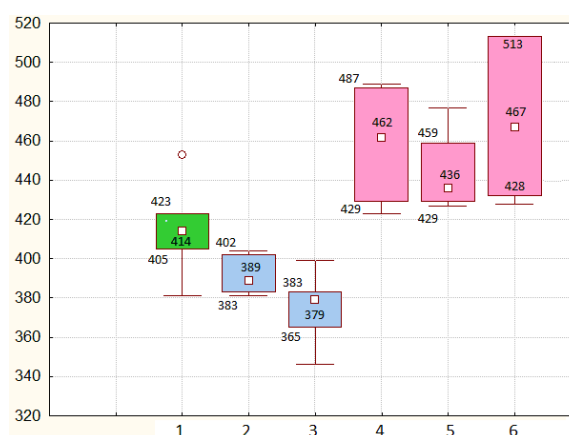
Таблица 3 – Характеристика селекционной значимости маркирующих диплотипов у животных казахской белоголовой породы в возрасте 24 месяца

Диплотип	фенотипический эффект	% диплоти- типа	% гено- типа 1	% гено- типа 2	средняя m, кг	Разница по отношению к общей выборке		Разница по отношению к стандарту породы	
						кг	%	кг	%
<i>bGH-AluI^{LL}- bIGF-1- SnaBI^{AA}</i>	понижа- ющий	3,05	67,12	11,53	374,0	-37	-9,00	-26	-6,50
<i>bGH-AluI^{LL}- bIGF-1- SnaBI^{BB}</i>	понижа- ющий	13,90	67,12	43,73	376,3	-35	-8,44	-24	-5,93
<i>bGH-AluI^{LV}- bIGF-1- SnaBI^{AB}</i>	повыша- ющий	9,49	31,19	44,75	457,3	46	11,27	57	14,33
<i>bGH-AluI^{LV}- bIGF-1- SnaBI^{BB}</i>	повыша- ющий	8,81	31,19	43,73	452,0	41	9,98	52	13,00

Примечание: n общей выборки 295; m±σ общей выборки 411±18 кг; стандарт породы 400 кг.

Из таблицы 3 видно, что наибольший экономический эффект дадут животные с повышающим диплотипом *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AB}* и *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}*. В данном случае животных с вышеуказанными диплотипами следует оставлять в стаде для дальнейшей селекции. В свою очередь животных с понижающими диплотипами *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{AA}* и *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* необходимо исключать из цикла воспроизводства.

В результате статистического анализа у аулиекольской породы были выявлены парные сочетания генов, ассоциированные как с повышенными показателями, так и с пониженными показателями живой массы (рисунок 2). Так, диплотипы *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AA}*, *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AB}* и *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* могут быть рекомендованы в качестве генетических маркеров повышенной живой массы у крупного рогатого скота аулиекольской породы в 24 месяца, а диплотипы *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{AB}* и *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* – в качестве генетический маркеров пониженной живой массы.



1 - Общая выборка; 2-*bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{AB}*; 3 - *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}*; 4 - *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AA}*; 5 - *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AB}*; 6 - *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}*

Рисунок 2 – Оценка статистической значимости диплотипов на признак живой массы в 24 месяца у аулиекольской породы

Из данных, приведенных в таблице 4, следует, что наиболее выраженным понижающим эффектом на живую массу животных аулиекольской породы в возрасте 24 месяца оказывает диплотип $bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}$, который характеризуется снижением показателя по отношению к стандарту породы на 40 кг (9,73%).

Заметно выраженным повышающим фенотипическим эффектом на живую массу животных аулиекольской породы в возрасте 24 месяца обладает диплотип $bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}$, который характеризуется повышением показателя по отношению к стандарту на 47 кг (14,40%). Животных с данным диплотипом, следует сохранять в стаде для дальнейшей селекции, а особей с парным сочетанием $bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}$ необходимо исключать из воспроизводства.

Таблица 4 – Характеристика селекционной значимости маркирующих диплотипов у телок аулиекольской породы в возрасте 24 месяца

Диплотип	фенотипический эффект	% диплотипа	% гено-типа 1	% гено-типа 2	средняя m , кг	Разница по отношению к общей выборке		Разница по отношению к стандарту породы	
						кг	%	кг	%
$bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{AB}$	понижающий	12,24	44,76	36,36	391,3	-26	-6,16	-24	-5,71
$bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}$	понижающий	9,44	44,76	43,36	374,6	-42	-10,17	-40	-9,73
$bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AA}$	повышающий	8,04	43,71	20,28	458,0	41	9,83	43	10,36
$bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AB}$	повышающий	18,53	43,71	36,36	446,6	30	7,10	32	7,61
$bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}$	повышающий	3,85	43,71	43,36	462,3	45	10,86	47	11,40

Примечание: n общей выборки 286; $m \pm \sigma$ общей выборки 417 ± 16 кг; стандарт породы 415 кг.

При анализе фенотипических эффектов парных сочетаний исследуемых полиморфизмов на живую массу у крупного рогатого скота абердин-ангусской породы был установлен значимый повышающий фенотипический эффект для парного сочетания $bGH-AluI^{VV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}$ (рисунок 3).

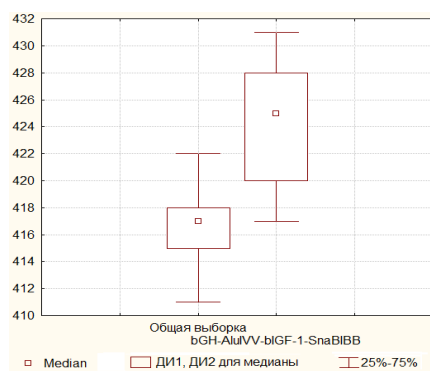


Рисунок 3 – Оценка статистической значимости диплотипа $bGH-AluI^{VV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}$ на признак живой массы у животных абердин-ангусской породы в 24 месяца

При сравнении показателя живой массы группы абердин-ангусов с диплотипом *bGH-AluI^{VV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* по сравнению со стандартом установлено, что живая масса животных с данным диплотипом в возрасте 24 месяца превышает живую массу стандарта породы на 45 кг (12%), а при сравнении с общей выборкой - на 12,52 кг (3%) (таблица 5). Таким образом, парное сочетание *bGH-AluI^{VV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* может быть пригодным как генетический маркер у абердин-ангусской породы, ассоциированный с более высокой живой массой.

Таблица 5 – Характеристика селекционной значимости маркирующих диплотипов у животных абердин-ангусской породы в возрасте 24 месяца

Диплотип	фенотипический эффект	% диплотипа	% гено-типа 1	% гено-типа 2	средняя m, кг	Разница по отношению к общей выборке		Разница по отношению к стандарту породы	
						кг	%	кг	%
<i>bGH-AluI^{VV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}</i>	повышающий	5,08	26,56	20,83	425	10	2,41	45	11,84
Примечание: n общей выборки 192; m±σ общей выборки 415±12 кг; стандарт породы 380 кг.									

Вывод. Маркирующими диплотипами с повышающим фенотипическим эффектом у казахской белоголовой породы являются *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AB}* (живая масса животных с данным маркером превышала уровень стандарта породы на 57 кг (14,33%) и диплотип *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* (живая масса животных с данным маркером превышала уровень стандарта породы на 52 кг (13,00%). Для казахской белоголовой породы в возрасте 24 месяца маркирующими диплотипами с понижающим фенотипическим эффектом являются диплотипы *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{AA}* (снижение живой массы по отношению к стандарту породы составляет 26 кг (6,50%) и *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* (снижение живой массы по отношению к стандарту - 24 кг (5,93%).

Повышающим фенотипическим эффектом на живую массу у аулиекольской породы в 24 месяца обладают диплотипы *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* (превышение живой массы по отношению к стандарту породы составляет 47 кг (14,40%) и *bGH-AluI^{LV}-bIGF-1-SnaBI^{AB}* (живая масса животных с данным маркером превышала уровень стандарта породы на 32 кг (7,61%). У животных аулиекольской породы в возрасте 24 месяца понижающим фенотипическим эффектом характеризуются диплотипы *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{AB}* (живая масса ниже на 24 кг (5,71%) по отношению к стандарту породы) и *bGH-AluI^{LL}-bIGF-1-SnaBI^{BB}* (живая масса ниже показателя стандарта породы на 40 кг (9,73%).

У абердин-ангусского скота установлен повышающий эффект для диплотипа *bGH-AluI^{VV}-bIGF-1-SnaBI^{BB}*. Живая масса группы превышает стандарт породы на 45 кг.

Исходя из вышеизложенного, мы рекомендуем использовать выявленные диплотипы, имеющие понижающий или повышающий эффект на живую массу у исследуемых пород при отборе животных в рамках селекционных программ. Отбор животных с повышающими мясную продуктивность диплотипами позволит сократить инвестиционный период и повысить рентабельность сельскохозяйственного производства.

Благодарности. Работа выполнена в рамках научно-технической программы программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021-2023 гг. «Разработка технологий эффективного управления селекционным процессом сохранения и совершенствования генетических ресурсов в мясном скотоводстве» ИРН BR10764981, № государственной регистрации 0121PK00759, проекта грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2018-2020 гг. «Комплексное генетическое маркирование мясной продуктивности у крупного рогатого скота герефордской и ангусской пород казахстанской селекции по генам, регулирующим темпы роста» ИРН AP05131312, № государственной регистрации 0118PK00396, проекта грантового финансирования молодых ученых Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2020-2022 гг. «Породоспецифичное QTL-маркирование мясной продуктивности крупного

рогатого скота аулиекольской и казахской белоголовой породы на основе полногеномного SNP-чипирования» ИРН AP08052960, № государственной регистрации 0120PK00043

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Зиновьева, Н. Методы маркер зависимой селекции [Текст] / Н. Зиновьева [и др.] // Животноводство России. - 2016. - № 5. - С. 22.
- 2 Parmentier, I. Candidate gene markers associated with somatotropic axis and milk selection [Text] / I. Parmentier // Domest. Anim. Endocrinol. – 1999. – Vol. 17. – № 2(3). – P. 139–148. doi: 10.1016/s0739-7240(99)00031-4.
- 3 Boichard, D. Detection of genes influencing economic traits in three French dairy cattle breeds [Text] / D. Boichard [and etc.] // Genet Sel Evol. – 2003. – Vol. 35. – № 1. – P. 77–101. doi: 10.1186/1297-9686-35-1-77.
- 4 Skinkytė, R. Distribution of allele frequencies important to milk production traits in lithuanian black & white and lithuanian red cattle [Text] / R. Skinkytė [and etc.] // Veterinarija ir zootechnika. – 2005. – Vol. 31(53). – P. 93-97.
- 5 Fontanesi, L. Investigation of allele frequencies of the growth hormone receptor (GHR) F279Y mutation in dairy and dual purpose cattle breeds [Text] / L. Fontanesi [and etc.] // Italian Journal of Animal Science. – 2007. – Vol. 6. – P. 415-420. doi:10.4081/ijas.2007.415.
- 6 Siadkowska, E. Effect of polymorphism in IGF-1 gene on production traits in Polish Holstein-Friesian cattle [Text] / E. Siadkowska [and etc.] // Animal Science Papers and Reports. – 2006. – Vol. 24. – P. 225-237.
- 7 Lucy, M.C. Genetic polymorphism within the bovine somatotropin (bST) gene detected by polymerase chain reaction and endo nuclease digestion [Text] / M.C. Lucy [and etc.] // J. Dairy Sci. – 1991. – Vol. 74(1). – P. 284.
- 8 Zhang, H.M. Nucleotide sequence determination of a bovine somatotropin allele [Text] / H.M. Zhang [and etc.] // Anim. Genet. – 1992. – Vol. 23. – P. 578. doi: 10.1111/j.1365-2052.1992.tb00192.x.
- 9 Ge, W. Associations of a genetic marker with blood serum insulin-like growth factor-1 concentration and growth traits in angus cattle [Text] / W. Ge [and etc.] // Journal of Animal Science. – 2001. – Vol. 79. – P. 1757-1762.
- 10 Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA [Текст] / О. Ю. Реброва // Москва: «МедиаСфера», 2002. – 312 с.
- 11 Инструкция по бонитировке крупного рогатого скота мясных пород // Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. – Астана, 2008 г.
- 12 Дубинин, Н.П. Молекулярная генетика и действие излучений на наследственность [Текст] / Н.П. Дубинин // М.: Госатомиздат, 1963. - 238 с.
- 13 Селионова, М.И. Особенности полиморфизма генов гормона роста (GH), кальпаина (CAPN1) быков-производителей мясных пород [Текст] / М.И. Селионова [и др.] // Вестник мясного скотоводства. – 2017. - № 2(98). – С. 65-72.
- 14 Шарипов, А.А. Влияние полиморфизма гена гормона соматотропина на убойные и технологические свойства говядины [Текст] / А.А. Шарипов [и др.] // Нива Татарстана. - 2015. - №1. - С. 19-20.
- 15 Hartatik, T. Polymorphism leu/val of growth hormone gene identified from limousin cross local cattle in Indonesia [Text] / T. Hartatik [and etc.] // Procedia Environmental Sciences. – 2016. - Vol. 17. – P. 105–108.
- 16 Fedota, O.M. Analysis of SNPs F279Y and S555G in growth hormone receptor gene in beef and dairy cattle breeds [Text] / O.M. Fedota [and etc.] // Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety. – 2017. – Vol. 3(2). – P. 37-44.
- 17 Komisarek, J. The effects of polymorphisms in DGAT1, GH and GHR genes on reproduction and production traits in Jersey cows [Text] / J. Komisarek, A. Michalak, A. Walendowska // Animal Science Papers and Reports. - 2011. - Vol. 29(1). – P. 29-36.
- 18 Rahmatalla, S.A. The F279Y polymorphism of the GHR gene and its relation to milk production and somatic cell score in German Holstein dairy cattle [Text] / S.A. Rahmatalla [and etc.] // Journal of Applied Genetics. – 2011. - Vol. 52(4). – P. 459–465. doi: 10.1007/s13353-011-0051-3

19 Hines, H.C. Association of genetic markers in growth hormone and insulin-like growth factor I loci with lactation traits in Holsteins [Text] / H.C. Hines [and etc.]// *Animal Genetics*. – 1998. – Vol. 29(1). – P. 69-74.

20 Mehmannaavaz, Y. Association of IGF-1 gene polymorphism with milk production traits and paternal genetic trends in Iranian Holstein bulls [Text] / Y. Mehmannaavaz [and etc.] // *African Journal of Microbiology Research*. – 2010. – Vol. 4. – P. 110-114.

21Szewczuk, M. Association of single nucleotide polymorphisms in genes coding insulin-like growth factor 1 system and milk production traits in Montbeliarde cows [Text] / M. Szewczuk // *South African Journal of Animal Science*. - 2016. - Vol. 46 (2). – P. 191-195. doi:10.4314/sajas.v46i2.10.

REFERENCES

1 Zinov'eva, N. Metody marker zavisimoy selekcii [Tekst] / N. Zinov'eva [i dr.] // *ZHivotnovodstvo Rossii*. - 2016. - № 5. - S. 22.

2 Parmentier, I. Candidate gene markers associated with somatotrophic axis and milk selection [Text] / I. Parmentier // *Domest. Anim. Endocrinol.* – 1999. – Vol. 17. – № 2(3). – P. 139–148. doi: 10.1016/s0739-7240(99)00031-4.

3 Boichard, D. Detection of genes influencing economic traits in three French dairy cattle breeds [Text] / D. Boichard [and etc.] // *Genet Sel Evol.* – 2003. – Vol. 35. – № 1. – P. 77–101. doi: 10.1186/1297-9686-35-1-77.

4 Skinkytė, R. Distribution of allele frequencies important to milk production traits in lithuanian black & white and lithuanian red cattle [Text] / R. Skinkytė [and etc.]// *Veterinarija ir zootechnika*. – 2005. – Vol. 31(53). – P. 93-97.

5 Fontanesi, L. Investigation of allele frequencies of the growth hormone receptor (GHR) F279Y mutation in dairy and dual purpose cattle breeds [Text] / L. Fontanesi [and etc.]// *Italian Journal of Animal Science*. – 2007. – Vol. 6. – P. 415-420. doi:10.4081/ijas.2007.415.

6 Siadkowska, E. Effect of polymorphism in IGF-1 gene on production traits in Polish Holstein-Friesian cattle [Text] / E. Siadkowska [and etc.]// *Animal Science Papers and Reports*. – 2006. – Vol. 24. – P. 225-237.

7 Lucy, M.C. Genetic polymorphism within the bovine somatotropin (bST) gene detected by polymerase chain reaction and endo nuclease digestion [Text] / M.C. Lucy [and etc.]// *J. Dairy Sci.* – 1991. – Vol. 74(1). – P. 284.

8 Zhang, H.M. Nucleotide sequence determination of a bovine somatotropin allele [Text] / H.M. Zhang [and etc.] // *Anim. Genet.* – 1992. – Vol. 23. – P. 578. doi: 10.1111/j.1365-2052.1992.tb00192.x.

9 Ge, W. Associations of a genetic marker with blood serum insulin-like growth factor-1 concentration and growth traits in angus cattle [Text] / W. Ge [and etc.]// *Journal of Animal Science*. – 2001. – Vol. 79. – P. 1757-1762.

10 Rebrova, O. YU. Statisticheskij analiz medicinskih dannyh. Primenenie paketa prikladnyh programm STATISTICA [Tekst] / O. YU. Rebrova // Moskva: «MediaSfera», 2002. – 312 c.

11 Instrukciya po bonitirovke krupnogo rogatogo skota myasnyh porod [Tekst] // Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan. – Astana, 2008 g.

12 Dubinin, N.P. Molekulyarnaya genetika i dejstvie izluchenij na nasledstvennost' [Tekst] / N.P. Dubinin // M.: Gosatomizdat, 1963. – 238 s.

13Selionova, M.I. Osobennosti polimorfizma genov gormona rosta (GH), kal'paina (CAPN1) bykov-proizvoditelej myasnyh porod [Tekst] / M.I. Selionova [i dr.] // *Vestnik myasnogo skotovodstva*. – 2017. - № 2(98). – S. 65-72.

14 SHaripov, A.A. Vliyanie polimorfizma gena gormona somatropina na ubojnye i tekhnologicheskie svojstva govyadiniy [Tekst] / A.A. SHaripov [i dr.] // *Niva Tatarstana*. - 2015. - № 1. - S. 19-20.

15 Hartatik, T. Polymorphism leu/val of growth hormone gene identified from limousin cross local cattle in Indonesia [Text] / T. Hartatik [and etc.] // *Procedia Environmental Sciences*. – 2016. - Vol. 17. – P. 105–108.

16 Fedota, O.M. Analysis of SNPs F279Y and S555G in growth hormone receptor gene in beef and dairy cattle breeds [Text] / O.M. Fedota [and etc.] // *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*. – 2017. – Vol. 3(2). – P. 37-44.

17 Komisarek, J. The effects of polymorphisms in DGAT1, GH and GHR genes on reproduction and production traits in Jersey cows [Text] / J. Komisarek, A. Michalak, A. Walendowska // Animal Science Papers and Reports. - 2011. - Vol. 29(1). - P. 29-36.

18 Rahmatalla, S.A. The F279Y polymorphism of the GHR gene and its relation to milk production and somatic cell score in German Holstein dairy cattle [Text] / S.A. Rahmatalla [and etc.] // Journal of Applied Genetics. - 2011. - Vol. 52(4). - P. 459-465. doi: 10.1007/s13353-011-0051-3

19 Hines, H.C. Association of genetic markers in growth hormone and insulin-like growth factor I loci with lactation traits in Holsteins [Text] / H.C. Hines [and etc.] // Animal Genetics. - 1998. - Vol. 29(1). - P. 69-74.

20 Mehmannaavaz, Y. Association of IGF-1 gene polymorphism with milk production traits and paternal genetic trends in Iranian Holstein bulls [Text] / Y. Mehmannaavaz [and etc.] // African Journal of Microbiology Research. - 2010. - Vol. 4. - P. 110-114.

21 Szewczuk, M. Association of single nucleotide polymorphisms in genes coding insulin-like growth factor 1 system and milk production traits in Montbeliarde cows [Text] / M. Szewczuk // South African Journal of Animal Science. - 2016. - Vol. 46 (2). - P. 191-195. doi:10.4314/sajas.v46i2.10.

ТҮЙІН

Бұл мақалада *bGH*-AluI, *bGHR*-SspI және *bIGF-1*-SnaBI полиморфизмдерінің Қазақстан Республикасының аумағында кең таралған тұқымдардағы ет өнімділігінің фенотиптік деректерімен шетелдік абердин-ангус тұқымы және жергілікті қазақ ақбас және әуликөл тұқымдары ассоциацияларының талдау нәтижелері көрсетілген. Жануарлардың генотиптерін анықтау ПТР-РФПҰ әдісімен жүзеге асырылды. Алынған мәліметтерге статистикалық талдау "Microsoft Excel 2010" және "Statistica 6.0" компьютерлік бағдарламаларын қолдана отырып жүргізілді. 24 айлық қазақ ақбас тұқымында фенотиптік әсерді арттыратын таңбалаушы диплотиптер *bGH*-AluI^{LV}-*bIGF-1*-SnaBI^{AB} және *bGH*-AluI^{LV}-*bIGF-1*-SnaBI^{BB} диплотипі болып табылады. 24 айлық қазақ ақбас тұқымды малдарында фенотиптік әсердің төмендеуімен *bGH*-AluI^{LL}-*bIGF-1*-SnaBI^{AA} және *bGH*-AluI^{LL}-*bIGF-1*-SnaBI^{BB} диплотиптері сипатталды. *bGH*-AluI^{LV}-*bIGF-1*-SnaBI^{BB} және *bGH*-AluI^{LV}-*bIGF-1*-SnaBI^{AB} диплотиптері 24 айлық әуликөл тұқымды жануарлардың тірі массасына фенотиптік әсер етеді. Әуликөл тұқымды жануарлардың 24 айлығында 2 төмендететін диплотип - *bGH*-AluI^{LL}-*bIGF-1*-SnaBI^{AB} және *bGH*-AluI^{LL}-*bIGF-1*-SnaBI^{BB} анықталды. Аббердин-ангус тұқымды жануарларда *bGH*-AluI^{VV}-*bIGF-1*-SnaBI^{BB} диплотипі үшін арттырушы әсер бар. Осылайша, соматотропин каскады гендерінің гаплотиптерінің ішінен біз Қазақстанда өсірілетін ірі қара малдың ет өнімділігінің генетикалық маркерлерін таптық.

ӨОЖ:636.2.082.25:636.2.033:575.174.015
FTAXP: 34.23.59

DOI 10.56339/2305-9397-2023-1-2-24-34

Бейшова И.С., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, биология ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0001-5293-2190>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қаласы, Жәңгір хан көшесі 51, 090009, Қазақстан, indira_bei@mail.ru

Белая Е. В., биология ғылымдарының кандидаты, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-1786-0341>
БМ «Максим Танк атындағы Беларусь мемлекеттік педагогикалық университеті», Минск қ., Советская к-сі, 18, 220030, Беларусь, kolyuchka005@rambler.ru

Ульянова Т.В., PhD, <https://orcid.org/0000-0002-4814-2601>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қаласы, Жәңгір хан көшесі 51, 090009, Қазақстан, tatyana.poddudinskaya@gmail.com

Ковальчук А. М., биология ғылымдарының кандидаты, <https://orcid.org/0000-0002-4106-4954>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қаласы, Жәңгір хан көшесі, 51, 090009, Қазақстан, kovalchuk_s89@mail.ru

Абылгазинова А. Т., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, <https://orcid.org/0000-0002-1562-2123>