

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЕНОТИПОВ ЯИЧНЫХ ПЕТУХОВ ОТЦОВСКИХ ЛИНИЙ КЗ И С ПО ГЕНАМ ПРОЛАКТИНА (PRL), ГОРМОНА РОСТА (GH) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

С. В. Жогло

РУП «Опытная научная станция по птицеводству»

г. Заславль, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 223036,

г. Заславль, ул. Юбилейная, 2а; e-mail: onspitsa@tut.by)

Ключевые слова: линии, петухи, генотип, молекулярно-генетический анализ, пролактин, гормон роста, воспроизводительная способность.

Аннотация. С использованием молекулярно-генетического анализа проведено генотипирование линейных петухов по генам пролактина и гормона роста. Установлено, что популяция производителей линии КЗ в сравнении с линией С более разнородна – отмечено наличие соответственно 11 и 4 типов комбинаций генотипов. Определено присутствие в линии КЗ 8,9 % петухов с мутационными генотипами замены аллелей типа ВС (1,0 %) и СС (7,9 %), выявленными в отношении гена гормона роста. Отмечено, что частота встречаемости аллеля С в линии КЗ в сравнении с линией С выше практически в два раза – соответственно 0,500 и 0,239. Аналогичная тенденция характерна в отношении аллеля А – в линии КЗ в сравнении с линией С данный аллель встречается чаще практически в четыре раза – соответственно 0,923 и 0,239. В целом в линии КЗ установлено преобладание генотипов СТ (0,500-0,534) и АА (0,552-0,852), а в линии С – генотипов ТТ (0,579-0,580) и ВВ (0,580). При внутрилинейном воспроизведении линии КЗ с использованием петухов генотипов ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ, ТААА, ТААВ, СССС, СТСС выявлено, что наиболее высокая воспроизводительная способность присуща для петухов генотипа СТАВ с достижением оплодотворенности яиц 95,0 % и вывода цыплят 80,5 %. Худшая воспроизводительная способность отмечена у петухов генотипа ТААА с получением показателя оплодотворяющей способности спермы 82,9 % и вывода молодняка 71,1 %.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE GENOTYPES OF EGG COCKS OF THE PATERAL LINES K3 AND C ON THE GENES OF PROLACTIN (PRL), GROWTH HORMONE (GH) USING MOLECULAR GENETIC ANALYSIS

S. V. Zhoglo

RUE «The experimentale scientific station of poultry breeding»
Zaslavl, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223036, Zaslavl,
2a Ubileinaya st.; e-mail: onsptitsa@tut.by)

Key words: lines, roosters, genotype, molecular genetic analysis, prolactin, growth hormone, reproductive qualities.

Summary. Using molecular genetic analysis, genotyping of linear roosters for the genes of prolactin and growth hormone was carried out. It has been established that the population of sires of the K3 line is more heterogeneous in comparison with the C line – the presence of 11 and 4 types of genotype combinations, respectively, was noted. The presence in the K3 line of 8.9 % of roosters with mutational genotypes for the replacement of alleles of the type BC (1,0 %) and CC (7,9 %), identified in relation to the growth hormone gene, was determined. It was noted that the frequency of occurrence of the C allele in the K3 line is almost two times higher in comparison with the C line – 0,500 and 0,239, respectively. A similar trend is typical for the A allele – in line K3, in comparison with line C, this allele occurs almost four times more often – 0,923 and 0,239, respectively. In general, in line K3, the predominance of genotypes ST (0,500-0,534) and AA (0,552-0,852), and in line C, genotypes TT (0,579-0,580) and BB (0,580). During the intraline reproduction of the K3 line using cocks of the CCAA, CCAB, STAA, CTAB, TTAA, TTAB, CCCC, CTCC genotypes, it was revealed that the highest reproductive ability is inherent in cocks of the CTAB genotype with the achievement of egg fertility of 95,0 % and hatching of chickens of 80,5 % The worst reproductive ability was noted in TTAA genotype roosters with an indicator of sperm fertility of 82,9 % and a hatch of young animals of 71,1 %.

(Поступила в редакцию 15.05.2023 г.)

Введение. Гены пролактина (PRL) и гормона роста (GH) относятся к целевым генам, связанным с продуктивностью птицы. Генотипирование птицы по указанным генам проводится для выявления и использования в селекции особей с наиболее ценными генотипами, устойчиво передающими свои хозяйственно полезные качества потомству.

По данным исследований Р. А. Кулибабы [1] куры с генотипом CC-PRL достоверно превосходили по яйценоскости кур с генотипом TT-PRL: за 12 недель продуктивности – на 7,6 шт. яиц, или 10,0 %, за 40 недель продуктивности – на 13,2 шт. яиц, или 6,6 %. В 30-недельном возрасте масса яиц у кур с генотипом CC-PRL по сравнению с курами генотипа ST-PRL оказалась достоверно выше на 3,8 г, или 7,0 %. В свою очередь, несушки с генотипом AB-GH по сравнению с несушками

генотипа ВВ-ГН также характеризовались более высокой яйценоскостью – за 12 недель продуктивности на 5,0 шт. яиц, или 7,0 %, имея при этом в 30-недельном возрасте достоверно более высокую массу яиц – на 3,6 г, или 6,6 % [1]. Положительная связь яйценоскости с СС-PRL генотипом кур подтверждена и некоторыми зарубежными авторами – исследованиями Cui J. X. et al. [2] и Bagheri Sarvestani A. S. et al. [3], описавшими в гене пролактина транзицию цитозина в тимин в положении 2402. В то же время на практике породы гусей с более высокими частотами аллеля Т обладали лучшей яичной продуктивностью в сравнении с породами с высокой выраженностью аллеля G [4]. В дополнение к этому исследования Барковой О. Ю. [5] на ряде пород кур разного направления продуктивности выявили, что для толщины скорлупы яиц аллель Т SNP2-1 является доминантным по отношению к аллелю С. По данным исследователя, замещение аллеля С на Т приводит к увеличению толщины скорлупы и яйценоскости кур, но сопровождается уменьшением массы яйца. В свою очередь, замещение аллеля С на А приводит к увеличению массы и толщины скорлупы яиц. Так, в среднем для кур двух линий и одного гибрида высокопродуктивного яичного кросса «УК Кубань» птица генотипов ТТ-PRL, СТ-PRL имела соответственно толщину скорлупы в пределах 349-353 мкм, а генотипа СС была меньше на 21-25 мкм, или 6,0-7,1 %, и при этом, исходя из показателя упругой деформации, отличалась пониженной прочностью – на 3,0-4,0 ед., или 10,0-13,3 %. Средняя масса яиц в 60-недельном возрасте у птицы генотипов ТТ-PRL, СТ-PRL находилась соответственно на уровне 63,8-65,0 г, а у птицы генотипа СС составила 64,0 г. За указанный период испытаний наибольшее количество яиц было получено от кур генотипа ТТ – 270 шт., а наименьшее от кур генотипа СС – 264 шт., или меньше на 2,2 %. По результирующему параметру – выходу яичной массы на несушку – лучшими в итоге были несушки генотипов ТТ и СТ с получением яйцемассы на одном уровне – 17,22 кг, а худшими – генотипа СС с производством яйцемассы 16,90 кг, или меньше на 2,0 % [5].

В отношении гена гормона роста интерес представляют полиморфизмы, выявленные в 4 и 1 интронах. Установлено, что наличие MspI-полиморфизма в 1 интроне у кур коррелирует с повышением яичной продуктивности. Отмечено, что AluI-полиморфизм (транзиция цитозина в тимин) в 4 интроне гена гормона роста связан с повышением показателей яичной продуктивности и массы яиц [6, 7]. В то же время Noogi A. A. et al. [8] не выявили влияния различных генотипов АА, АВ, ВВ гена гормона роста на физиологические показатели крови кур, но отметили за 14 недель продуктивности более высокую (на 1,8 %) яйценоскость несушек генотипа АА в сравнении с генотипом ВВ (84,3

против 82,7 шт. яиц) при практически одинаковой массе яиц (65,2-65,4 г) и более низкой на 4,5 % живой массе кур (1,50 против 1,57 кг) [8]. По информации Thakur M.S. et al. [9], яйценоскость кур за 40 недель жизни была достоверно ниже на 4,5-7,6 % у несушек генотипа ВВ в сравнении с несушками генотипов АВ и АА в локусе GH1, но не было выявлено существенных различий между генотипами по яйценоскости в локусе GH2 [9].

Принимая во внимание значительно большее влияние в селекции птицы производителей, нежели самок, особый интерес представляет изучение внутрилинейной дифференциации племенных петухов разного происхождения по генам пролактина и гормона роста.

Цель работы – изучить в сравнительном аспекте генотипы яичных петухов отцовских линий КЗ отечественного и С импортного происхождения по генам пролактина (PRL) и гормона роста (GH) при использовании молекулярно-генетического анализа.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению у петухов генетического полиморфизма генов пролактина и гормона роста проводили на базе отделения «Заславль» ОАО «1-я Минская птицефабрика» и отраслевой НИЛ «ДНК-технологий» УО «Гродненский государственный аграрный университет» (аттестаты аккредитации на соответствие: международные требования ГОСТ ISO/IEC 17025; требования СТБ ИСО/МЭК 17025). При выполнении генетических исследований руководствовались методическими рекомендациями по проведению генотипирования сельскохозяйственной птицы молекулярно-генетическими методами [10].

Объектом для исследований служили яичные петухи отцовских линий материнской родительской формы: КЗ отечественного и С импортного происхождения, относящиеся к цветным кроссам кур. Линия КЗ происходит от разнообразного генетического материала породы кур род-айленд белый, а линия С входит в кросс кур «Тетра-СЛ ЛЛ» венгерской компании ООО «Баболна Тетра». Предметом исследований выступали образцы крови 120-дневных ремонтных самцов. Тестовые испытания в условиях лаборатории показали, что именно кровь является лучшим среди всех апробированных проб (кровь, эмбрионы разной стадии развития, гребешки суточных цыплят, суточные цыплята, перо, сперма) биологическим материалом для выделения ДНК с чистотой, пригодной для постановки реакции амплификации.

Кровь для исследований отбирали из подкрыльцовой вены путем ее прокола скарификатором, прикладывая к месту прокола фильтровальную бумагу с пометкой индивидуального номера самца. После выполнения процедуры кровотечение останавливали путем накладывания

стерильного спиртового ватного тампона с одновременным пережатием сосуда на месте прокола, что исключало ослабление или гибель птицы от кровопотери.

Всего для генотипирования птицы по генам пролактина и гормона роста ветеринарными специалистами хозяйства был отобран 241 образец крови, в т. ч. в линии КЗ – 191, в линии С – 50.

Полиморфизм гена пролактина устанавливали по двум показателям – 24 bp (PRL) и 5FA (PRL). Первый показатель определяет инсерцию размером 24 п. н. сравнительным анализом длины амплифицированных фрагментов при проведении электрофореза; второй показатель – однонуклеотидный полиморфизм при помощи рестрикционного анализа с помощью рестриктазы AluI.

Для амплификации участка гена пролактина применяли праймеры:

- PRL24 1: 5'-TTT AAT ATT GGT GGG TGA AGA GACA-3';
- PRL24 2: 5'-ATG CCA CTG ATC CTC GAA AAC TC-3';
- PRL5FA1: 5'-AGA GGC AGC CCA GGC ATT TTAC-3';
- PRL5FA2: 5'-CCT GGG TCT GGT TTG GAA ATTG-3'.

Полиморфизм гена гормона роста определяли методом ПЦР-ПДРФ-анализа с использованием рестриктазы MspI.

Для амплификации участка гена гормона роста использовали праймеры:

- GH 1: 5'-ATC CCC AGG CAA ACA TCC TC-3';
- GH 2: 5'-CCT CGA CAT CCA GCT CAC AT-3'.

ДНК-амплификацию осуществляли методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Определение частот аллелей и генотипов в популяциях проводили с использованием формулы Харди-Вайнберга.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследования по изучению популяционно-генетической структуры стад петухов исходных линий разного генетического происхождения по генам пролактина и гормона роста представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Популяционно-генетическая характеристика петухов исходных линий КЗ отечественного и С импортного происхождения цветных яичных кроссов по генам пролактина и гормона роста

Линия	Ген	К-во петухов, гол.	Встречаемость генотипа	Генотип	Частота встречаемости генотипа	Частота встречаемости аллеля
1	2	3	4	5	6	7
КЗ	PRL	191	эмпирическая	CC	0,215	С – 0,500 Т – 0,500
				CT	0,534	
				TT	0,251	

Продолжение таблицы 1

	HG*	174	ожидаемая	CC	0,250	A – 0,923 B – 0,077	
				CT	0,500		
				TT	0,250		
			эмпирическая	AA	0,552		
				AB	0,442		
				BB	0,006		
	ожидаемая	AA	0,852				
		AB	0,142				
		BB	0,006				
	C	PRL	50	эмпирическая	CC	0,020	C – 0,239 T – 0,761
					CT	0,400	
					TT	0,580	
ожидаемая				CC	0,057		
				CT	0,364		
				TT	0,579		
HG		50	эмпирическая	AA	0,300	A – 0,239 B – 0,761	
				AB	0,120		
				BB	0,580		
			ожидаемая	AA	0,300		
				AB	0,120		
				BB	0,580		

*Примечание – * частота встречаемости генотипов и аллелей в линии КЗ по гормону роста (GH) приведена без учета наличия в популяции мутационных генотипов*

Данные таблицы 1 показывают, что по гену пролактина изученные линии петухов находятся в достаточно высоком генетическом равновесии, о чем свидетельствуют близкие значения эмпирической и ожидаемой частоты встречаемости генотипов: в линии КЗ для генотипа CC в пределах 0,215-0,250, CT – 0,500-0,534, для генотипа TT – 0,250-0,251; в линии С для генотипа CC – на уровне 0,020-0,057, CT – 0,364-0,400, для генотипа TT – 0,579-0,580. Вместе с тем в линии КЗ частота встречаемости аллелей С и Т равнозначна (0,500), а в линии С отмечено доминирование аллеля Т (0,761). По гену гормона роста линия КЗ, несмотря на полное доминирование аллеля А (0,923), генетически неоднородна, о чем свидетельствует наличие в популяции 17 петухов (8,9 %) с мутационными генотипами замены аллелей типа BC (1,0 %) и CC (7,9 %). В отличие от линии КЗ линия С по гену гормона роста генетически стабильна, но установлено доминирование аллеля В (0,761).

В таблице 2 приведены результаты изучения популяционно-генетической структуры опытных линий с выделением различных комбинационных вариантов установленных генотипов.

Таблица 2 – Дифференциация петухов исходных отцовских линий КЗ отечественного и С импортного происхождения цветных яичных кроссов по вариантам генотипов по генам пролактина и гормона роста

Генотип	Линия			
	КЗ		С	
	количество петухов			
	гол.	%	гол.	%
условно желательные варианты, в т. ч.:	126	66,0	21	42,0
ССАА	16	8,4	1	2,0
ССАВ	17	8,9	-	-
СТАА	54	28,3	14	28,0
СТАВ	39	20,4	6	12,0
условно нежелательные варианты, в т. ч.:	65	34,0	29	58,0
ТТАА	26	13,6	-	-
ТТАВ	21	11,0	-	-
ТТВВ	-	-	29	58,0
СТСС*	8	4,2	-	-
СССС*	7	3,7	-	-
ССВС*	1	0,5	-	-
ТТВС*	1	0,5	-	-
СТВВ	1	0,5	-	-
итого	191	100	50	100

*Примечание – * мутации гена гормона роста (GH).*

Из данных таблицы 2 следует, что оцененные по генам пролактина и гормона роста популяции петухов исходных линий вследствие своего разнообразия являются ценным генетическим материалом для продолжения ведения с отечественным цветным кроссом кур углубленной селекционно-племенной работы. Определено, что доля условно благоприятных для использования в селекции генотипов по генам пролактина и гормона роста находится по линиям, исходя из имеющихся научных сведений и рекомендаций, на достаточно высоком уровне и составляет 42,0-66,0 %, при преобладании генотипа типа СТАА с долей 28,0-28,3 %. Особый интерес для селекции представляет установление мутационных изменений в гене гормона роста линии КЗ, влияние которых на продуктивность птицы до сих пор всесторонне не изучено. С учетом этого, а также наличия большего количества в линии КЗ в сравнении с линией С возможных вариантов комбинаций генотипов (соответственно 11 против 4) было принято решение изучить в отечественной линии связь выявленных генотипов с воспроизводительными качествами птицы. С этой целью в группах птицы с достаточным для испытаний количеством самцов – генотипы ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ, ТТАА, ТТАВ, СССС, СТСС – методом случайной выборки было отобрано по 6 самцов и подобрано к ним по 60 самок линии КЗ. Все поголовье перед воспроизводством дополнительно проверяли на типичность

цвета оперения, отсутствие пороков экстерьера (искривления клюва, пальцев ног и др. патологии) с выбраковкой несоответствующих особей.

Внутрилинейное воспроизведение поголовья линии КЗ по группам осуществляли методом полиспермного искусственного осеменения по достижении птицей 13-месячного возраста с использованием общепринятой в хозяйстве технологии ее содержания и воспроизводства. Петухов и кур содержали в индивидуальных клеточных батареях типа Meller (Германия). Осеменение кур проводили два раза в неделю спермодозой 0,050 мл, содержащей 100-150 млн. сперматозоидов. Для разбавления спермы в соотношении 1 : 1 использовали среду-разбавитель ВИРГЖ-2. Продолжительность сбора яиц на инкубацию составляла 7 суток, что позволило проинкубировать в зависимости от группы от 159 до 221 шт. яиц. Для обеспечения идентичных параметров инкубации яйцо всех групп закладывали в один инкубационный шкаф. Этот же принцип соблюдали при его перекладке в выводной шкаф. Удаление неоплодотворенных яиц выполняли на 19-е сутки инкубации путем пропечивания яиц на миражном столе. В процессе инкубации использовали оборудование производства российской компании «Пятигорксельмаш». Полученные результаты инкубации яиц приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты инкубации яиц кур линии КЗ, происходящих от петухов различных по генам пролактина и гормона роста генотипов ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ, ТТАА, ТТАВ, СССС, СТСС

Генотип петухов-отцов по генам PRL, GH	Проинкубировано яиц, шт.	Замершие эмбрионы		Задохнувшиеся эмбрионы		Оплодотворенность яиц, %	Выводимость яиц, %	Вывод цыплят		Масса цыплят, г
		шт.	%	шт.	%			гол.	%	
условно желательные варианты генотипов										
ССАА	221	9	4,1	16	7,2	85,5	85,7	162	73,3	39,0±0,4
ССАВ	189	8	4,2	15	7,9	90,0	83,5	142	75,1	38,9±0,4
СТАА	172	14	8,1	5	2,9	89,5	87,0	134	77,9	37,9±0,3
СТАВ	159	8	5,0	11	6,9	95,0	84,8	128	80,5	37,3±0,3
итого	741	39	5,3	47	6,3	89,6	85,2	566	76,4	38,5±0,3
условно нежелательные варианты генотипов										
ТТАА	211	10	4,7	12	5,7	82,9	85,7	150	71,1	37,5±0,4
ТТАВ	202	12	5,9	11	5,4	88,1	84,3	150	74,2	40,0±0,4
СССС	171	6	3,5	8	4,7	86,6	89,2	132	77,2	37,1±0,4
СТСС	185	3	1,6	16	8,6	86,5	85,0	136	73,5	37,7±0,3
итого	769	31	4,0	47	6,1	86,0	85,9	568	73,9	38,5±0,3

В соответствии с полученными результатами инкубации яиц воспроизводительные качества петухов разных генотипов находились на достаточно разном уровне. По оплодотворяющей способности спермы

лучшими оказались производители генотипа СТАВ с показателем 95,0 %, что на 5,0-12,1 п. п. больше в сравнении с другими группами. По выводимости яиц в лучшую сторону отличались самцы генотипа СССС с показателем 89,2 %, что на 2,2-5,7 п. п. выше в сравнении с остальными группами. По выводу цыплят безоговорочным лидером являлись петухи генотипа СТАВ с показателем 80,5 %, что на 2,6-9,4 п. п. больше в сравнении с другими группами. В целом присущая для петухов условно желательных генотипов ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ более высокая оплодотворяющая способность спермы (на 3,6 п. п. (89,6 %)) позволила им в сравнении с петухами условно нежелательных генотипов ТТАА, ТТАВ, СССС, СТСС достичь более высокого вывода цыплят (на 2,5 п. п. (76,4 %)), что является значительной разницей. По массе выведенные цыплята в целом между группами петухов условно желательных и нежелательных генотипов не отличались и в среднем весили 38,5 г, что обусловлено наличием прямой зависимости между массой заложенных на инкубацию яиц и массой полученного молодняка.

Заключение. В ходе проведения генотипирования петухов по генам пролактина и гормона роста установлено, что популяция производителей отечественной линии КЗ в сравнении с импортной линией С более разнородна – отмечено наличие соответственно 11 и 4 типов комбинаций генотипов. Как подтверждение этому – присутствие в линии КЗ 17 петухов (8,9 %) с мутационными генотипами замены аллелей типа ВС (1,0 %) и СС (7,9 %), выявленные в отношении гена гормона роста. Определено, что частота встречаемости аллеля С в линии КЗ в сравнении с линией С выше практически в два раза – соответственно 0,500 и 0,239. Аналогичная тенденция отмечена в отношении аллеля А, который в линии КЗ в сравнении с линией С встречается чаще практически в четыре раза – соответственно 0,923 и 0,239. Особенности распределения аллелей по частоте встречаемости нашли свое отражение в частоте встречаемости генотипов – в линии КЗ установлено преобладание генотипов СТ (0,500-0,534) и АА (0,552-0,852), а в линии С – генотипов ТТ (0,579-0,580) и ВВ (0,580). При внутрилинейном воспроизведении линии КЗ с использованием петухов генотипов ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ, ТТАА, ТТАВ, СССС, СТСС определено, что наиболее высокая оплодотворяющая способность спермы присуща для петухов генотипа СТАВ – 95,0 %, или выше на 5,0-12,1 п. п. в сравнении с другими группами. В свою очередь, такое значительное превосходство позволило получить в данной группе и самый высокий вывод цыплят – 80,5 %, или на 2,6-9,4 п. п. больше в сравнении с другими группами. Худшая воспроизводительная способность отмечена у петухов генотипа ТТАА с получением показателя оплодотворяющей способности спермы 82,9 % и

вывода цыплят 71,1 %. Установленные как межлинейные, так и межгрупповые различия по популяционно-генетической характеристике пухов по генам пролактина и гормона роста, воспроизводительной способности производителей являются существенными, что позволяет определить и отобрать подходящий генетический материал для использования в процессе совершенствования материнской родительской формы отечественного цветного кросса яичных кур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулибаба, Р. А. Полиморфизм генов гормона роста, рецептора гормона роста, пролактина и рецептора пролактина в связи с яичной продуктивностью у кур породы полтавская глинистая / Р. А. Кулибаба // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50(2). – С. 198-207.
2. Association of polymorphisms in the promoter region of chicken prolactin with egg production / J.-X. Cui [et al.] // Poultry Sci. – 2006. – Vol. 85. – P. 26-31.
3. Polymorphisms of prolactin gene in a native chicken population and its association with egg production / A. S. Bagheri Sarvestani [et al.] // Iranian Journal of Veterinary Research. – 2013. – Vol. 14, №2. – P. 113-119.
4. The novel genetic change in 5'-untranslated region of goose prolactin gene and their distribution pattern in different goose breeds / H. Q. Chen [et al.] // Asian J. Anim. Vet. Adv. – 2011. – Vol. 6. – P. 1069-1075.
5. Баркова, О. Ю. Анализ ассоциации одиночных замен нуклеотидов с признаками яйца домашней птицы: автореф. дис. ... канд. биологических наук: 03.02.07 / О. Ю. Баркова; Всерос. науч.-исслед. ин-т генетики и развед. животных. – СПб, 2013 – 24 с.
6. Кулібаба, Р. О. Аналіз зв'язку алейних варіантів генів IGF-I, GH та P1T-1 з продуктивними ознаками курей породи бірківська барвіста / Р. О. Кулібаба // Науковий вісник ЛНУВМБ. – 2017. – Т. 19, № 79. – С. 53-57.
7. Кулибаба, Р. А. MSPI-полиморфизм четвертого интрона гена гормона роста в популяциях кур различных пород. Анализ причин возникновения дополнительного паттерна рестрикции / Р. А. Кулибаба, П. С. Юрко, Ю. В. Ляшенко // Цитология и генетика. – 2017. – Т. 49, № 6. – С. 30-37.
8. Noori, Alan A Fifth exon and partial of exon six polymorphisms of Growth Hormone Receptor (GHR) gene and its association with some productive and physiological traits of laying hens / Alan A Noori, IQ Abdul Kareem, Bassam GM Al-khatib // J. Biochem. Cell. – 2019. – Vol. 19(1). – P. 12191-1296.
9. Growth hormone gene polymorphism and its association with egg production in Kadaknath chicken / M.S. Thakur [et al.] // Livestock Research for Rural Development. – 2009. – Vol. 21, – N 8. ISSN 0121-3784.
10. Методические рекомендации по проведению генотипирования сельскохозяйственной птицы молекулярно-генетическими методами: методические рекомендации / О. А. Епишко [и др.]; ред.: А. А. Глазев, В. В. Пешко. – Гродно: ГГАУ, 2020. – 30 с.