

Р.А. КУЛИБАБА, А.П. ПОДСТРЕШНЫЙ

Институт птицеводства Национальной академии
аграрных наук Украины, с. Борки, Харьковская обл.
E-mail: romankx@rambler.ru

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ПРОЛАКТИНА И ГОРМОНА РОСТА В ЛИНИЯХ КУР УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ



Изучен полиморфизм генов пролактина и гормона роста в двух линиях кур украинской селекции мясояичного (Г-2) и яичного (А) направлений продуктивности. Выявлен полиморфизм по наличию инсерции в промоторе пролактина, однонуклеотидному полиморфизму (SNP, замена С на Т в положении –2402) гена пролактина, первому интрону гена гормона роста. Частота аллелей I и D у кур линии Г-2 составила 0,135 и 0,865, у кур линии А – 0,730 и 0,270; аллелей С и Т – 0,155, 0,845 и 0,745, 0,255; аллелей А, В и С – 0,435, 0,395, 0,170 и 0,670, 0,160, 0,170 соответственно. Показано, что повышенная частота аллелей I, С и А в линии А соответствует личному направлению продуктивности птицы.

© Р.А. КУЛИБАБА, А.П. ПОДСТРЕШНЫЙ, 2012

ISSN 0564–3783. Цитология и генетика. 2012. № 6

Введение. В современном птицеводстве наряду с классическими методами селекции, базирующимися преимущественно на оценке и подборе особей по фенотипу, быстрыми темпами разрабатываются и внедряются методы геномной селекции, основанные на оценке по генотипу. Основой для проведения маркер-ассоциированной селекции (MAS) является изучение генов-кандидатов, их влияния на интересующие исследователя фенотипические проявления [1, 2]. Целью современной селекции в птицеводстве является создание высокопроизводительных пород и линий птицы по двум основным направлениям продуктивности – мясном и яичном. В связи с этим различными методами исследуются генотипы пород и линий птицы с целью выявления высокоспецифических маркеров яйценоскости и мясных качеств. Использование таких молекулярно-генетических маркеров позволит проводить селекцию птицы на принципиально новых началах, что потенциально резко усилит интенсивность селекции и позволит максимально эффективно раскрыть продуктивный потенциал птицы. К числу наиболее перспективных генов-кандидатов в направлении яичной продуктивности птицы относятся гены пролактина и гормона роста.

У птиц пролактин играет важнейшую роль в функционировании репродуктивной системы в целом [3]. Показано его непосредственное участие в индукции проявления насиживания у разных видов птиц [4, 5]. Повышение уровня концентрации плазматического пролактина вызывает постепенное снижение интенсивности, а затем и полное прекращение яйцекладки, что приводит к ощутимым экономическим потерям в промышленном птицеводстве [6]. В работах различных авторов установлено, что наличие инсерции размером 24 п.н. в промоторном участке гена пролактина положительно коррелирует с интенсивностью яйценоскости птицы. В коммерческих линиях птицы яичного направления продуктивности частота аллеля I (инсерция) достигает 0,98–1,00, в то же время частота аллеля D (делеция) – 0,00–0,02 [7, 8]. В связи с этим перспективным является изучение полиморфизма гена пролактина как потенциального маркера яичной продуктивности [9].

В промоторном участке гена пролактина обнаружен однонуклеотидный полиморфизм

(SNP) в разных положениях (С-2402Т, С-2161G, Т-2101G, С-2062G и т.д.). Установлено, что частота аллеля С (для С-2402Т) в коммерческих линиях белого леггорна достигает 1,00, что также коррелирует с высокой яичной продуктивностью птицы [8]. В связи с этим важным является изучение распределения частоты встречаемости аллелей Т и С локуса пролактина у кур отечественной селекции с целью определения путей дальнейшей селекционной работы для увеличения продуктивного потенциала птицы.

Гормон роста обладает широким спектром физиологических функций, связанных с продуктивными качествами птицы, а также с устойчивостью к различным заболеваниям. Ген гормона роста у кур содержит 4 интрона и 5 экзонов [10]. С помощью рестрикционного анализа показан высокий полиморфизм в первом (GH1) и четвертом (GH4) интронах. Имеется ассоциативная связь между полиморфизмом первого интрона и яичной продуктивностью птицы, а также между полиморфизмом четвертого интрона и устойчивостью к болезни Марека [11].

Таким образом, цель настоящей работы – изучение полиморфизма генов пролактина и гормона роста у кур отечественной селекции мясо-яичного и яичного направления продуктивности.

Материалы и методы. Исследования проводили на птице отечественной селекции в лаборатории генетического контроля и молекулярной диагностики Института птицеводства НААН Украины: 1) куры мясо-яичные, линия Г-2, полученные с использова-

нием породы плимутрок белый; 2) куры яичные «Борковские барвистые», линия А, полученные с использованием линий белых и цветных леггорнов разного происхождения. Показатели продуктивности птицы обеих линий приведены в табл. 1.

Отобрано по 100 проб крови от птицы каждой линии на экспериментальной птицеферме «Сохранение государственного генофонда Института птицеводства Национальной академии аграрных наук Украины». Кровь отбирали из гребня с помощью скарификатора на стерильную фильтровальную бумагу. Каждый образец подсушивали, маркировали и индивидуально упаковывали для предотвращения контаминации. ДНК из опытных образцов выделяли с помощью коммерческого набора реагентов «ДНК-сорб-В» («АмплиСенс», РФ). Эффективность выделения ДНК определяли с помощью электрофореза в 0,7%-ном агарозном геле при 200 В в течение 5 мин.

Полиморфизм гена пролактина определяли по двум показателям – 24 bp (PRL) и 5FA (PRL). Первый показатель – это наличие инсерции размером 24 п.н., его определяли сравнительным анализом длины амплифицированных фрагментов при проведении электрофореза; второй показатель – однонуклеотидный полиморфизм (SNP, замена С на Т в положении –2402) – при помощи рестрикционного анализа с использованием *AluI* («Fermentas», Литва).

Полиморфизм гена гормона роста (GH1) определяли по первому интрону с помощью рестрикционного анализа с использованием *MspI* («Fermentas», Литва).

Таблица 1

Основные показатели продуктивности птицы

Показатель	Линия Г-2	Линия А
Яйценоскость	150–160	200–220
Масса яйца, г		
30 нед	58,5–60,5	50,0–51,0
52 нед	64,5–65,7	58,0–59,0
Возраст снесения первого яйца, дни	145–155	130–135
Достижение 50%-ной интенсивности яйцекладки, дни	176–180	155–158
Оплодотворенность, %	85–90	90–92
Сохранность, %	95–96	94–96

Нуклеотидные последовательности праймеров

24 bp (PRL)	forward 5'-TTTAATATTTGGTGGG-TGAAGAGACA-3' reverse 5'-ATGCCACTGATCCTC-GAAAACTC-3' [8]
5FA (PRL)	forward 5'-AGAGGCAGCCCAGG-CATTTTAC-3' reverse 5'-CCTGGGTCTGGTTTG-GAAATTG-3' [12]
GH1	forward 5'-ATCCCCAGGCAAAC-ATCCTC-3' reverse 5'-CCTCGACATCCAGCT-CACAT-3' [13]

ПЦР осуществляли с помощью реагентов GenPac® PCR Core («Лаборатория Изоген», РФ) с использованием программируемого термоциклера «Терцик» («ДНК-технология», РФ). Объем конечной смеси составил 20 мкл, концентрация Taq ДНК-полимеразы, дезокси-нуклеозидтрифосфатов и хлорида магния – 1 у, 200 мкМ, 2,5 мМ соответственно. В состав смеси также входил ДНК-растворитель (10 мкл) и праймеры (5 мкл, с конечной концентрацией 0,4 мкМ). Программы амплификации приведены в табл. 2.

Продукты амплификации 24 bp (PRL) разделяли в 3%-ном агарозном геле при напряжении 100 В в течение 90 мин; продукты рестрикции 5FA (PRL) – в 2,5%-ном агарозном геле при 100 В в течение 60 мин; продукты рестрикции GH1 – в 2,5%-ном агарозном геле при 90 В в течение 60 мин.

В случае с инсерцией/делецией в промоторе пролактина на электрофореграмме представлены фрагменты размером 130 п.н., что указывает на генотип D/D; 154 п.н. – I/I; 130 и 154 п.н. – I/D.

При наличии однонуклеотидного полиморфизма гена пролактина в положении –2402

на электрофореграмме представлены фрагменты размером 160, 144, 81 и 54 п.н., что указывает на генотип C/C; 304, 81 и 54 п.н. – на генотип T/T; 304, 160, 144, 81 и 54 п.н. – на генотип C/T. В случае с полиморфизмом по первому интрону гормона роста на электрофореграмме представлены фрагменты размером 539 и 237 п.н., что указывает на генотип A/A; 392, 237 и 147 п.н. – на генотип B/B; 267, 237, 147 и 125 п.н. – на генотип C/C; 539, 392, 237 и 147 п.н. – на генотип A/B; 539, 267, 237, 147 и 125 п.н. – на генотип A/C; 392, 267, 237, 147 и 125 п.н. – на генотип B/C.

Частоту аллелей полиморфных локусов определяли по формулам максимального правдоподобия [14]

$$P_A = \frac{2n_{AA} + n_{AB}}{2N}; P_B = \frac{2n_{BB} + n_{AB}}{2N},$$

где P_A, P_B – частоты соответствующих аллелей; n_{AA}, n_{BB} – количество гомозиготных особей; n_{AB} – количество гетерозиготных особей; $2N$ – количество аллелей (удвоенное число особей в обследованной группе).

Уровень генетического равновесия в распределении генотипов в группах определяли по критерию соответствия

$$\chi^2 = \Sigma(O-E)^2/E,$$

где O – фактически выявленное количество особей определенного генотипа; E – теоретически ожидаемое количество особей.

Уровень гетерозиготности в процентах определяли по формуле [15]

$$He = \frac{\Sigma he}{n \cdot N} \cdot 100,$$

где Σhe – сумма гетерозигот по всем изученным локусам; N – количество особей, тес-

Таблица 2

Программы амплификации для проведения ПЦР

Праймеры	Денатурация		Отжиг	Элонгация	
	35 циклов				
24 bp (PRL)	94 °C (5 мин)	94 °C (30 с)	54 °C (30 с)	72 °C (30 с)	72 °C (5 мин)
5FA (PRL)	94 °C (5 мин)	94 °C (30 с)	62 °C (30 с)	72 °C (30 с)	72 °C (5 мин)
	31 цикл				
GH1	95 °C (4 мин)	94 °C (1 мин)	55 °C (45 с)	72 °C (1 мин)	72 °C (10 мин)

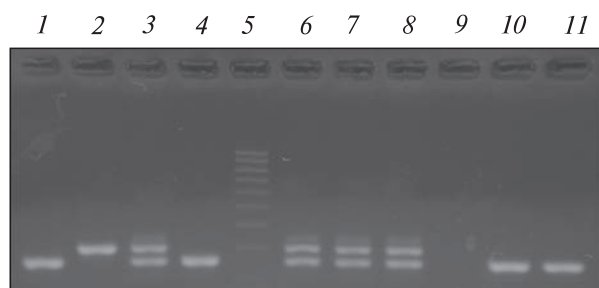


Рис. 1. Электрофореграмма продуктов ПЦР промотора пролактина у кур линии Г-2: 1–11 – номера лунок; М – маркер молекулярных масс М-50; НК – негативный контроль; D/D – делеция/делеция; I/I – инсерция/инсерция; I/D – инсерция/делеция

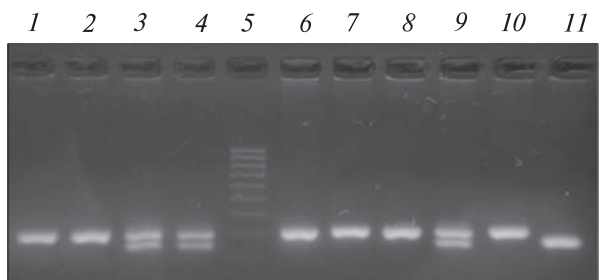


Рис. 2. Электрофореграмма продуктов ПЦР промотора пролактина у кур линии А: 1–11 – номера лунок; М – маркер молекулярных масс М-50; D/D – делеция/делеция; I/I – инсерция/инсерция; I/D – инсерция/делеция

тированных в популяции; n – количество локусов, по которым проводится учет данных.

Достоверность различий по частоте аллелей между сравниваемыми линиями определяли по углу ϕ [16]. Стандартные значения критерия ϕ (F_ϕ) для трех уровней вероятности при числе степеней свободы $\nu_1 = 1$ и $\nu_2 = 198$ приняты 3,8; 6,8 и 11,2 для $P \leq 0,05$; 0,01 и 0,001 соответственно.

Результаты исследований и их обсуждение. На рис. 1 и 2 представлены электрофореграммы продуктов ПЦР участка промотора пролактина в двух линиях кур.

Частоты аллелей I и D в популяциях кур мясо-яичного (линия Г-2) и яичного (линия А) направлений продуктивности существенно различаются (табл. 3).

Так, у мясо-яичной птицы линии Г-2 подавляющее большинство особей содержат делецию в гомозиготном или гетерозиготном состоянии (соответственно 76 и 21 особь), при этом количество гомозигот по инсерции – всего 3. У яичной птицы линии А количество гомозигот и гетерозигот по инсерции соответственно 50 и 46 особей, в то время как количество гомозигот по делеции – 4. Различия по частоте аллелей в линиях в высшей степени достоверны. В линии Г-2 выявлено пониженное количество гетерозигот по сравнению с теоретически ожидаемым, а в линии А – повышенное, однако генетическое равновесие не нарушено.

Таблица 3

Генетическая структура линий птицы по локусу пролактина (24 indel)

Показатель	Линия Г-2				Линия А			
	O	E	$(O-E)^2/E$	χ^2	O	E	$(O-E)^2/E$	χ^2
Генотип								
I/I	3 ***	1,82	0,77	1,03	50	53,29	0,20	2,78
I/D	21 ***	23,36	0,24		46	39,42	1,10	
D/D	76 ***	74,82	0,02		4	7,29	1,48	
Аллели (частота аллелей и достоверность различий)								
I	0,135 ***		$F_\phi = 84,02$		0,730			
D	0,865 ***				0,270			

Примечание. *, **, *** В табл. 3–5 достоверность различий между линиями $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$ соответственно.

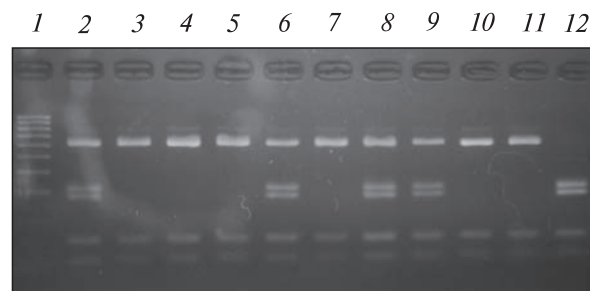
Тот факт, что в линии А по сравнению с линией Г-2 имеется значительно большее количество особей с высокой частотой аллеля *I*, согласуется с данными различных авторов о положительной ассоциативной связи этого аллеля и яичной продуктивностью [9]. Предполагаемый механизм связи инсерции в 24 п.н. в промоторном участке гена пролактина с яичной продуктивностью птицы связан с возможными изменениями во взаимодействии с факторами активации транскрипции, что соответственно приводит к изменениям в характере проявления фенотипических признаков (яйценоскостью) [17].

На рис. 3 и 4 представлены электрофореграммы продуктов рестрикции фрагмента гена пролактина (С-2402Т).

Частоты аллелей *C* и *T* в двух линиях кур характеризуются рядом существенных различий (табл. 4).

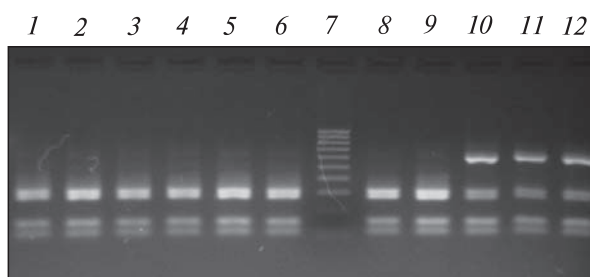
Генетическая характеристика линий по частоте однонуклеотидных замен в положении -2402 гена пролактина в сравниваемых линиях птицы незначительно отличается от генетической структуры по наличию инсерции/делеции. В линии А по сравнению с Г-2 несколько увеличено количество гетерозигот и уменьшено количество гомозигот, однако генетическое равновесие не нарушено. Различия между линиями по частоте одноименных аллелей в высшей степени достоверны ($P < 0,001$).

На рис. 5 и 6 представлены электрофореграммы продуктов рестрикции первого инт-



М-50 *C/T* *T/T* *T/T* *T/T* *C/T* *T/T* *C/T* *C/T* *T/T* *T/T* *C/C*

Рис. 3. Электрофореграмма продуктов рестрикции фрагмента гена пролактина у кур линии Г-2: 1–12 – номера лунок; М-50 – маркер молекулярных масс; *C/C*, *C/T* и *T/T* – генотипы



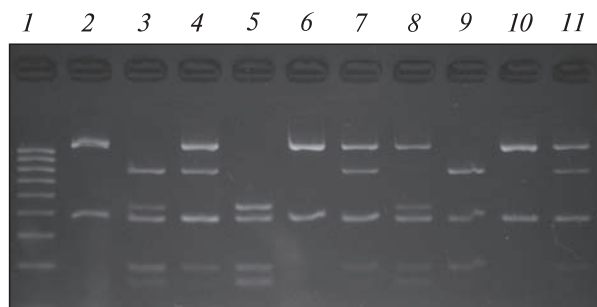
C/C *C/C* *C/C* *C/C* *C/C* *C/C* *C/C* М-50 *C/C* *C/C* *C/T* *C/T* *C/T*

Рис. 4. Электрофореграмма продуктов рестрикции фрагмента гена пролактина у кур линии А: 1–12 – номера лунок; М-50 – маркер молекулярных масс; *C/C*, *C/T* и *T/T* – генотипы

рона гена гормона роста. По распределению генотипов и частоте аллелей гормона роста линии между собой также отличаются, одна-

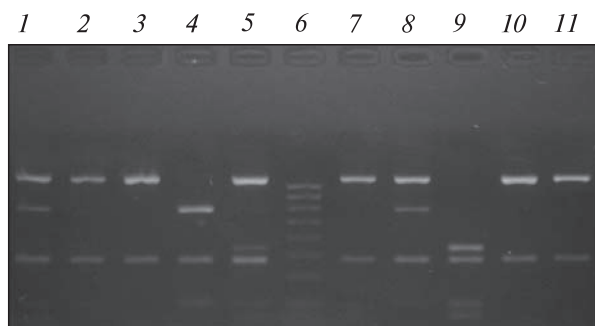
Таблица 4
Генетическая структура линий птицы по наличию однонуклеотидного полиморфизма в локусе пролактина

Показатель	Линия Г-2				Линия А			
	<i>O</i>	<i>E</i>	$(O-E)^2/E$	χ^2	<i>O</i>	<i>E</i>	$(O-E)^2/E$	χ^2
Генотипы								
<i>C/C</i>	2 ***	2,40	0,067	0,093	52	55,50	0,22	3,39
<i>C/T</i>	27 ***	26,20	0,024		45	38,00	1,29	
<i>T/T</i>	71 ***	71,40	0,002		3	6,50	1,88	
Аллели (частота аллелей и достоверность различий)								
<i>C</i>	0,155 ***		$F_\phi = 81,10$		0,745			
<i>T</i>	0,845 ***				0,255			



М-50 A/A B/C A/B C/C A/A A/B A/C B/B A/A A/B

Рис. 5. Электрофореграмма продуктов рестрикции первого интрона гена гормона роста у кур линии Г-2: 1–11 – номера лунок; М-50 – маркер молекулярных масс; A/A, B/B, C/C, A/B, A/C и B/C – генотипы



A/B A/A A/A B/B A/C М-50 A/A A/B C/C A/A A/A

Рис. 6. Электрофореграмма продуктов рестрикции первого интрона гена гормона роста у кур линии А: 1–11 – номера лунок; М-50 – маркер молекулярных масс; A/A, B/B, C/C, A/B, A/C – генотипы

ко эти различия не столь выражены, как в случае с 24 br (PRL) и 5FA (PRL) (табл. 5). В обеих линиях кур среди гомозигот с наибольшей частотой встречается генотип A/A, при этом количество таких особей в линии А в два раза выше, чем в Г-2 (различия достоверны при $P < 0,001$). Количество гомозигот B/B в линиях кур достоверно не различается, а гомозигот C/C – идентично. По частоте гетерозигот линии отличаются в значительно большей мере. Так, в линии Г-2 количество гетерозиготных особей A/B достоверно больше (при $P < 0,05$), а гетерозигот A/C – меньше ($P < 0,01$), чем в линии А. Гетерозиготы B/C в линии А вообще отсутствуют, что может быть свидетельством давления отбора против этого генотипа.

Анализ фактического и теоретического распределений особей разных генотипов в линиях кур выявил отсутствие нарушения генетического равновесия в линии Г-2 и статистически значимое отклонение от равновесного распределения в линии А ($P < 0,001$). Очевидно, различия в направлении селекции и ее интенсивности оказывают существенное влияние на генетическую структуру линий птицы.

Согласно литературным источникам наличие аллеля С (GH1) характерно для локальных популяций кур Китая [18]. В коммерческих линиях кур, таких как белый леггорн, частота аллеля С (GH1) равна нулю, в то время как частота аллеля А достигает 0,95, аллеля В –

Таблица 5

Генетическая структура линий птицы по локусу гормона роста

Показатель	Линия Г-2				Линия А			
	O	E	(O-E) ² /E	χ^2	O	E	(O-E) ² /E	χ^2
Генотипы								
A/A	20 ***	18,92	0,06	2,86	42	44,89	0,19	12,91
B/B	13	15,60	0,43		6	2,56	4,62	
C/C	2	2,89	0,27		2	2,89	0,27	
A/B	35 *	34,37	0,01		20	21,44	0,10	
A/C	12 **	14,79	0,53		30	22,78	2,29	
B/C	18 ***	13,43	1,56		–	5,44	5,44	
Аллели (частота аллелей и достоверность различий)								
A	0,435 ***		F _φ = 11,39		0,670			
B	0,395 ***		F _φ = 14,38		0,160			
C	0,170		F _φ = 0		0,170			

0,05, что связано с проведением интенсивной селекции на повышенную яичную продуктивность. Наличие аллеля *C* (GH1) в изученных нами линиях кур показывает необходимость проведения дальнейшей селекции в направлении увеличения яичной продуктивности, что позволит более эффективно раскрыть генетический потенциал птицы.

Генетическое расстояние между линиями, вычисленное по формуле, которая предложена Sokal et al. [19], составило 0,465, что свидетельствует о достаточно высоком различии между ними и согласуется с фактическими данными. Уровень гетерозиготности (*He*) в линиях Г-2 и А составил 37,7 и 47,0 % соответственно. Различия между линиями достоверны.

Выводы. При изучении генетической структуры двух линий кур украинской селекции различного направления продуктивности (яичного и мясо-яичного) по генам пролактина и гормона роста определен высокий уровень полиморфизма. В результате проведенных исследований в обеих линиях кур по локусу гормона роста выявлен аллель *C*, ранее характерный только для локальных популяций Китая. Показано, что линии кур различного направления продуктивности достоверно различаются по частотам аллелей пролактина и гормона роста. Установлено, что повышенные частоты аллелей *I* (24 indel), *C* (C-2402T) и *A* (GH1) соответствуют яичному направлению продуктивности птицы.

R.O. Kulibaba, O.P. Podstreshnyi

POLYMORPHISM OF PROLACTIN AND GROWTH HORMONE GENES IN CHICKEN LINES OF UKRAINIAN SELECTION

Polymorphism of prolactin and growth hormone genes in two Ukrainian breeding chicken lines of meat-laying (G-2) and eggs performance (A) direction of productivity was studied. Polymorphism of the 24 bp insertion/deletion in the promoter region of prolactin gene, SNP in the -2402 position of the prolactin gene, the first intron of the growth hormone gene was investigated. Frequencies of *I* and *D* alleles in line G-2 and line A were 0,135, 0,865 and 0,730, 0,270; frequencies of *C* and *T* alleles - 0,155, 0,845 and 0,745, 0,255; frequencies of *A*, *B* and *C* alleles - 0,435, 0,395, 0,170 and 0,670, 0,160, 0,170 respectively. The results indi-

cate that high frequency of *I*, *C* and *A* alleles in line A corresponds to the egg performance direction.

R.O. Kulibaba, O.P. Podstreshnyi

ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ ПРОЛАКТИНУ ТА ГОРМОНА РОСТУ В ЛІНІЯХ КУРЕЙ УКРАЇНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Вивчено поліморфізм генів пролактину та гормона росту в двох лініях курей української селекції м'ясо-яєчного (Г-2) та яєчного (А) напрямків продуктивності. Вивчено поліморфізм за наявності інсерції в промоторі гена пролактину, однонуклеотидним поліморфізмом (SNP, заміна *C* на *T* в положенні -2402) гена пролактину, першим інтроном гена гормона росту. Частота алелів *I* та *D* у курей лінії Г-2 становить 0,135 і 0,865, у курей лінії А - 0,730 і 0,270; алелів *C* і *T* - 0,155, 0,845 і 0,745, 0,255; алелів *A*, *B* і *C* - 0,435, 0,395, 0,170 і 0,670, 0,160, 0,170 відповідно. Виявлено, що підвищена частота алелів *I*, *C* і *A* в лінії А відповідає яєчному напрямку продуктивності птиці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Dodgson J.B., Cheng H.H., Okimoto R.* DNA marker technology: a revolution in animal genetics // *Poultry Sci.* - 1997. - **76**. - P. 1108-1114.
2. *Teneva A.* Molecular markers in animal genome analysis // *Biotechnol. Anim. Husbandry.* - 2009. - **25**. - P. 1267-1284.
3. *Kansaku N., Hiyama G., Sasanami T., Zadworny D.* Prolactin and growth hormone in birds: protein structure, gene structure and genetic variation // *J. Poultry Sci.* - 2008. - **45**. - P. 1-6.
4. *El Halawani M.E., Silsby J.L., Behnke E.J., Fehrer S.C.* Hormonal induction of incubation behavior in ovariectomized female turkeys (*Meleagris gallopavo*) // *Biol. Reprod.* - 1986. - **35**. - P. 59-67.
5. *Reddy I.J., David C.G., Raju S.S.* Chemical control of prolactin secretion and its effect on pause days, egg production and steroid hormone concentration in Girirani birds // *Int. J. Poultry Sci.* - 2006. - **5**, № 7. - P. 685-692.
6. *Klein-Hessling H.* Managing incubation behavior and broodiness // *World Poultry.* - 2007. - **23**, № 2. - P. 26-27.
7. *Liang Y., Cui J., Yang G., Leung F.C.C., Zhang X.* Polymorphisms of 5' flanking region of chicken prolactin gene // *Domestic Anim. Endocrinol.* - 2006. - **30**. - P. 1-16.
8. *Cui J.-X., Du H.-L., Liang Y., Deng X.-M., Li N., Zhang X.-Q.* Association of polymorphisms in the promoter region of chicken prolactin with egg production // *Poultry Sci.* - 2006. - **85**. - P. 26-31.

9. *Begli H.E., Zerehdaran S., Hassani S., Abbasi M., Ahmadi K.A.* Polymorphism in prolactin and PEPCK-C genes and its association with economic traits in native fowl of Yazd province // *Iran. J. Biotechnol.* – 2010. – **8**, № 3. – P. 172–177.
10. *Enayati B., Rahimi-Mianji G.* Genomic growth hormone, growth hormone receptor and transforming growth factor β -3 gene polymorphism in breeder hens of Mazandaran native fowls // *Afr. J. Biotechnol.* – 2009. – **8**, № 14. – P. 3154–3159.
11. *Nie Q., Ip S.C.Y., Zhang X., Leung F.C., Yang G.* New variations in intron 4 of growth hormone gene in Chinese native chickens // *J. Hered.* – 2002. – **93**, № 4. – P. 277–279.
12. *Alipanah M., Shojaian K., Bandani H.K.* The polymorphism of prolactin gene native chicken Zabol region // *J. Anim. and Veter. Adv.* – 2010. – **9**, № 24. – P. 3005–3007.
13. *Feng X.P., Kuhnlein U., Aggrey S.E., Gavora J.S., Zadworny D.* Trait association of genetic markers in the growth hormone and the growth hormone receptor gene in a white Leghorn strain // *Poultry Sci.* – 1997. – **76**. – P. 1770–1775.
14. *Меркурьева Е. К.* Генетические основы селекции в скотоводстве. – М.: Колос, 1977. – 240 с.
15. *Айала Ф.* Введение в популяционную и эволюционную генетику. – М.: Мир, 1984. – 232 с.
16. *Подстрешный О.П., Терещенко О.В., Ткачик Т.Е., Подстрешина І.О., Іценко Ю.Б.* Генетична ідентифікація і паспортизація порід і ліній птиці : Метод. рекомендації. – Бірки, 2009. – 76 с.
17. *Jiang R.-S., Xu G.-Y., Zhang X.-Q.* Association of polymorphisms for prolactin and prolactin receptor genes with broody traits in chickens // *Poultry Sci.* – 2005. – **84**. – P. 839–845.
18. *Ip S.C.Y., Zhang X., Leung F.C.* Genomic growth hormone gene polymorphisms in native Chinese chickens // *Exp. Biol. Med.* – 2001. – **226**, № 5. – P. 458–462.
19. *Sokal R., Sneath P.H.A.* Principles of numerical taxonomy. – San Francisco etc.: W.H. Frumona and Company, 1963. – 362 p.

Поступила 28.09.11