

8. Nakao, K. Simple and efficient vitrification procedure for cryopreservation of mouse embryos / K. Nakao, N. Nakagata, M. Katsuki // *Exp. Anim.* – 1997. – Vol. 46, N 3. – P. 231-234.

9. Shaw, J. M. Evaluation of propanediol, ethylene glycole, sucrose and antifreeze proteins on the survival of slow-cooled mouse pronucleare and 4-cell embryos / J. M. Shaw, C. Ward, A. O. Trounson // *Hum. Reprod.* – 1995. – Vol. 10, N 2. – P. 396-402.

10. Trounson, A. O. Ultrarapid freezing a new low-cost and effective method of embryo cryopreservation / A. O. Trounson, A. Peura, C. Kirby // *Fertil. Steril.* – 1987. – Vol. 48, N 5. – P. 843-850.

11. Embryonic behavior of two-cell mouse embryos frozen by the one- and two-step ultrarapid techniques / S. Vasuthevan, S. C. Ng, A. Bongso, S. S. Ratnam // *J. Assist. Reprod. Genet.* – 1992. – Vol. 9, N 2. – P. 545-550.

12. Gurtuvenko, A. A. Modulating the structure and properties of cell membranes: the molecular mechanism of action of dimethylsulfoxide / A. A. Gurtuvenko, J. Anwar // *J. Phys. Chem. B.* – 2007 – Vol. 6, N. 111. – P. 10453-10460.

*Поступила 13.03.2020 г.*

УДК 636.5.033+574/577

Ю.В. БОНДАРЕНКО, А.Н. КАЛАШНИК, В.В. ПОПСУЙ

## **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМЫ ГРЕБНЯ ДОМАШНИХ КУР РОДА GALLUS**

*Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы, Украина*

В статье обобщены работы по генетической детерминации мутантных форм гребня домашних кур и в сравнительном аспекте приведён фенотипический состав отечественных и импортных пород птицы по данному маркерному признаку. Описан плейотропный эффект серии аллелей R-r на воспроизводительные качества полтавских глинистых кур.

Показана эффективность использования половых различий в величине гребешков для определения пола молодых бройлеров и цыплят борковской мясо-яичной популяции. Средняя точность сексирования 5-недельного молодняка мясных и мясо-яичных по фенотипу гребня составила 100,0 % при скорости сортировки около 1000 гол/час. Приведены комплексные генотипы различных фенотипов гребня и общая схема наследственного контроля вариабельности формы кожных придатков головы у представителей четырех видов рода Gallus.

**Ключевые слова:** форма гребня, комплексный генотип, половой диморфизм, точность сексирования цыплят, плейотропный эффект.

Y.V. BONDARENKO, A.N. KALACHNIK, V.V. POPSUY

## **GENETIC PECULIARITIES OF COMB SHAPE OF GALLUS POULTRY**

*Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine*

The paper summarizes work on genetic determination of mutant shapes of poultry comb, and, in comparative aspect, the pheno-pool of domestic and imported poultry breeds is provided according to this marker. pleiotropic effect of a series of R-r alleles on reproductive

TRAITS of Poltava clay hens is described.

Efficiency of using gender differences for comb size to determine the gender of young broilers and chickens of Borkovsky meat and egg population is shown. The average accuracy of sexing of 5-week-old young meat and meat-and-egg stock according to the comb phenotype made 100.0% at sorting speed of about 1000 animals/hour. Complex genotypes of various comb phenotypes and the general layout of hereditary control of variability of head skin appendages shapes in representatives of four species of Gallus species are presented.

**Keywords:** comb shape, complex genotype, gender dimorphism, accuracy of chickens sexing, pleiotropic effect.

**Введение.** На голове у домашних кур имеются своеобразные кожные образования – гребень, мочки и «серёжки». Сердцевина этих кожных придатков заполнена соединительной тканью с густой сетью кровеносных сосудов, которые, просвечиваясь через кожу, окрашивают гребень, мочки и «серёжки» в красный цвет. У некоторых пород домашних кур мочки розовые или даже белые.

У многих пород кур гребень представлен листовидной формой (single comb), которая выглядит как кожистая пластинка с 4-9 зубцами по верхнему краю (рисунок 1). Листовидный (одиночный) гребень следует отнести к дикому (стандартному) типу, поскольку он характерен для банкивской курицы – основного предка современных кур.



Рисунок 1 – Листовидный гребень

В процессе domestikации кур их эволюция происходила в разных направлениях, что отразилось также на форме и величине гребня. Многие наследственные мутации этого признака были закреплены селекционерами в процессе отбора и стали использоваться как отличительные породные признаки. Так, у бойцовых пород кур гороховидный или ореховидный гребень, серёжки и мочки очень малы и едва выступают из общего контура головы. Это вполне понятно, так как при пестушных боях заполненные кровью кожные придатки головы представляют собой наиболее уязвимые места. Напротив, средиземноморские породы кур характеризуются большим листовидным гребнем и хорошо выраженными мочками и серёжками. Кожные придатки головы уменьшены у многих мясояичных пород кур, а также у разновидностей, выведенных в странах с более суровым климатом, где большие

придатки головы легко могут быть подвержены обморожению. В европейских странах выведено большое количество декоративных пород кур, в стандартах которых закреплены необычные формы гребня (рожковидный, короновидный, гребень «брёда» и др.), которые часто сочетаются с баками, бородой, хохлом или голой шеей (рисунок 2).

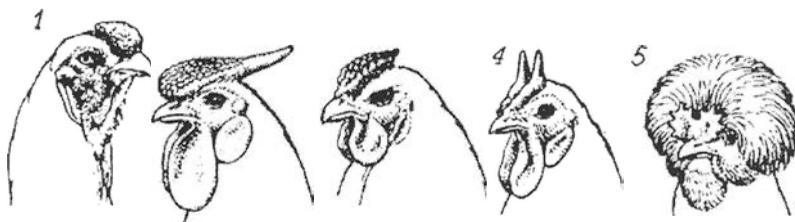


Рисунок 2 – Мутантные формы гребня у домашних кур:  
1 – ореховидный (двойной мутант), 2- розовидный, 3 – гороховидный,  
4 – рожковидный (роговидный), 5 – бабочковидный

В настоящее время у домашних кур известно пять основных генов, мутации которых сильно изменяют простой гребень, как по форме, так и по величине. Значительную вариабельность всех типов гребня обуславливают гены-модификаторы и половые гормоны, в связи с чем у петуха гребень всегда больше, чем у курицы (рисунок 1).

Изучение генетики некоторых форм гребня впервые было предпринято в 1898-1902 годах английским исследователем Вильямом Бэтсоном, который выяснил характер наследования листовидного, розовидного и гороховидного гребней у кур [1].

**Розовидный гребень** (*rose comb, R*) формируется у кур под действием аутосомного неполнодоминантного гена *R*, локализованного в 1-й группе сцепления. У гомозигот *R/R* гребень имеет форму сплюснутого сверху валика, который плотно прижат к голове и заострён сзади. У гетерозиготных птиц *R/r+* гребень более высокий и массивный, не так плотно прилегает к голове и в ряде случаев свисает набок.

Вариабельность розовидной формы гребня в значительной степени зависит от набора генов-модификаторов. Розовидный гребень может оканчиваться одним (гамбургские куры) или тремя (порода ватермаал) торчащими шипами. У некоторых пород (виандот, полтавская глинистая) гребень плавно сходит на нет или же его окончание «вдавлено» в тело самого гребня.

**Щерховатый гребень** (*rugget comb, He+*). А. Кавалье и Р. Мерат [2] открыли ген с двумя аллелями (*He+*, *hel*), изменяющими внешний вид некоторых форм гребня. Аутосомный доминантный аллель *He+*

обуславливает неровную (покрытую мелкими бугорками) поверхность розовидного гребня молодняка и взрослых особей.

**Гладкий гребень (*smooth comb, hel*).** Рецессивный мутантный аллель *hel* в гомозиготном состоянии определяет гладкую поверхность розовидного гребня у цыплят и половозрелых птиц. Он также влияет на число зубцов листовидного гребня. При генотипе *hel/hel* их в среднем на два меньше, чем при генотипе *He+/He+*.

Пенетрантность аллеля *hel* в суточном возрасте неполная. Гладкий розовидный гребень встречается у виандотов и полтавских глинистых кур.

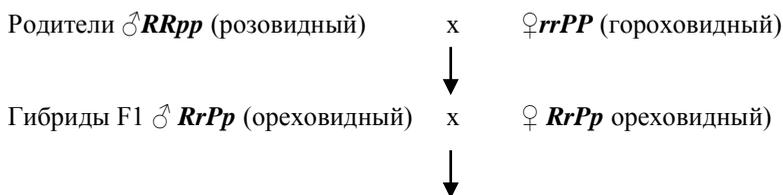
**Гороховидный гребень (*pea comb, P*)** состоит из трёх невысоких, плотно сросшихся между собой кожных зубчатых пластинок, средняя из которых выше боковых. Эта форма гребня контролируется аутосомным неполностью доминантным геном *P*, который находится в 3-й группе сцепления и немного снижает плодовитость самцов.

Мутация гороховидный гребень в гомо- и гетерозиготном состоянии фенотипически проявляется по-разному. Как правило, гетерозиготы *P/p+* отличаются от гомозигот *P/P* большим размером гребня и хорошо развитой центральной пластинкой. Гомозиготный гороховидный гребень характерен для чистопородных корнишей, брама, араука-на, суматра и йокогама.

**Ореховидный гребень (*walnut comb, R,P*).** Комплементарное (взаимодополняющее) действие доминантных генов розовидного и гороховидного гребня формирует ореховидный гребень, отдалённо напоминающий половинку грецкого ореха. Ореховидный гребень меньше по размеру, чем гороховидный, низко посажен и сдвинут вперёд к клюву (рисунок 2).

Ореховидный гребень является породным признаком орловских и малайских бойцовых кур. Этот тип гребня легко синтезировать скрещиванием гомозиготных птиц с розовидным (*R/R*) и гороховидным (*P/P*) гребнями. Все потомки  $F_1$  будут иметь иной тип гребня – ореховидный (двойные гетерозиготы – *R/r+ P/p+*). Поскольку пары аллелей *P-2+* и *P-p+* находятся в разных хромосомах и наследуются независимо, то в  $F_2$  выводятся цыплята с ореховидной, розовидной, гороховидной и листовидной формами гребня в соотношении 9:3:3:1 (рисунок 3).

Анализ решетки Пеннета показывает наличие среди гибридов  $F_2$  четырёх фенотипических классов формы гребня в следующем соотношении: 9 (ореховидный) : 3 (розовидный) : 3 (гороховидный) : 1 (листовидный). Для всех этих дискретных морфологических признаков не известен биохимический механизм их реализации, поэтому приходится ограничиваться констатацией формально-генетической схемы их наследования.



Гаметы

♂♀	<b>RP</b>	<b>Rp</b>	<b>rP</b>	<b>rp</b>
<b>RP</b>	<b>RRPP</b> ореховидный	<b>RRPp</b> ореховидный	<b>RrPP</b> ореховидный	<b>RrPp</b> ореховидный
<b>Rp</b>	<b>RRPp</b> ореховидный	<b>RRpp</b> розовидный	<b>RrPp</b> ореховидный	<b>Rrpp</b> розовидный
<b>rP</b>	<b>RrPP</b> ореховидный	<b>RrPp</b> ореховидный	<b>rrPP</b> горохо- видный	<b>rrPp</b> горохо- видный
<b>rp</b>	<b>RrPp</b> ореховидный	<b>Rrpp</b> розовидный	<b>rrPp</b> горохо- видный	<b>rrpp</b> листовидный

Рисунок 3 – Схема наследования ореховидной формы гребня у домашних кур F<sub>2</sub>

Размещение в F<sub>2</sub> по генотипу более сложное и представлено девятью аллельными комбинациями в следующем соотношении: 1RRPP : 2RRPp : 2RrPP : 4RrPp : 1RRpp : 2Rrpp : 1rrPP : 2rrPp : 1rrpp.

**Двойной гребень (duplex comb, Dv, Dc)** у кур и петухов возникает под действием аутосомного полудоминантного фактора *D*, локализованного в 4-й группе сцепления. Ранее считалось, что все многочисленные разновидности двойного гребня контролируются этим геном. Однако позже (1988 г.) Р. Соумз показал, что в локусе *D* существует серия из трёх аллелей со следующим порядком доминирования : *Dv* (рожковидный гребень) > *Dc* (чашевидный гребень) > *d* (листовидный гребень) [3].

У гомозигот *Dv/Dv* (порода ля-флеш) гребень выглядит как две хорошо оформленные рогообразные части, соединённые на общем основании. У хохлатых пород кур (кревкеры, баттеркап, польские хохлатые) двойной гребень очень маленький, в виде двух невысоких рожков, сдвинутых вперёд к клюву. В связи с отсутствием носовой кости, которая заменена хрящевой тканью, все генотипы *Dv/Dv* и *Dv/Dc* имеют открытые ноздри. У них также есть две черепные шишки, поддерживающие ветви гребня.

Чашевидный или короновидный гребень возникает при полном раздвоении листовидного гребня. Этот фенотип у петухов и кур контролируется гомозиготным генотипом *Dc/Dc*. При этом генотипе, в отличие от генотипов *Dv/Dv* и *Dv/Dc*, ноздри у птиц закрыты. У кур породы французские гуданы небольшой листоподобный двойной гребень

формируется генотипом  $Dc/Dc, Cr/Cr$ .

В связи с неполным доминированием генов  $Dv$  и  $Dc$  гетерозиготные формы  $Dv/d+$  и  $Dc/d+$  по фенотипу промежуточны между генотипами  $Dv/Dv, Dc/Dc$  и  $d+/d+$ . Степень раздвоения гребня у гетерозигот  $Dv/d+$  значительно больше, чем у гетерозигот  $Dc/d+$ . Кроме того, независимо от гетерозиготного генотипа, у самок степень удвоения задней части гребня примерно на 25 % меньше, чем у самцов. На эффект удвоения гребня влияют также и гены-модификаторы. Когда раздвоение захватывает только заднюю часть гребня, простой гребень приобретает игрековидную форму.

Ноздри у гетерозигот  $Dv/d+$  и  $Dc/d+$  закрытые, так как носовая кость у них есть и мало чем отличается от носовой кости рецессивных гомозигот  $d+/d+$  (листовидный гребень).

Поскольку в любом возрасте генотип особи легко определяется по фенотипу двойного гребня, то система аллелей  $Dv-Dc-d+$  может быть использована в качестве наследственных маркеров отцовской ( $Dv/Dv$  или  $Dc/Dc$ ) и материнской ( $d+/d+$ ) линий, а также гибрида ( $Dv/d+$  или  $Dc/d+$ ) двухлинейного кросса кур.

**Гребень «брёда» (*breda comb, bd*).** У курицы породы брёда гребень полностью отсутствует, а у петуха он представлен двумя маленькими сосцевидными (сосочковидными) отростками. Резкое уменьшение гребня у петухов и его полное отсутствие у кур детерминировано аутосомным рецессивным геном  $bd$ . Птица с другими типами гребня несёт в своем генотипе доминантный аллеломорф  $Bd$ .

В. Бэтсон и Р. Пеннет [4] с помощью генетического анализа показали, что в генотипе кур породы брёда, наряду с рецессивной мутацией  $bd$ , содержится в скрытом (латентном) состоянии неполнодоминантный аллель двойного гребня  $Dv$ , который не проявляется при отсутствии наследственного фактора  $Bd$ .

Основные типы гребня кур легко классифицируются, начиная с суточного возраста цыплят, поэтому дискретные формы гребня удобно использовать в качестве генетических маркеров при маркерзависимой селекции и в экспериментальных исследованиях по картированию генома курицы.

Несмотря на изученность генетической детерминации отдельных мутантных типов гребней у кур, многие вопросы данного направления частной генетики остаются невыясненными. Мало уделено внимания изучения фенотипа отечественных пород кур по локусам, контролирующим этот морфологический признак. Отсутствуют работы, в которых были бы представлены комплексные генотипы различных форм гребня, а также общая схема наследственного контроля вариабельности этого морфологического признака. Не до конца изучен плейотропный эффект мутантных аллелей на продуктивные и адаптивные при-

знаки кур. А также количественно не определены уровень полового диморфизма различных фенотипов гребня и точность сексирования цыплят с помощью данного фенотипического маркера пола.

Учитывая вышеизложенное, **целью настоящей работы** было изучение аллелофонда отечественных пород и популяций кур по локусам, контролирующим различные фенотипы гребня, изучение уровня полового диморфизма по данному признаку, а также постулирование наследственной модели детерминации варибельности форм гребня у видов рода *Gallus*.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились в 1978-2018 годах в ГПОХ «Борки» Института птицеводства и лаборатории птицеводства СНАУ на суточных и молодых цыплятах, а также половозрелых особях пород и популяций кур разных направлений продуктивности.

Начиная с суточного возраста, проводили визуальное наблюдение за ростом и развитием молодняка разных пород, линий и их гибридов. Определение живой массы и промеров тела мясояичных цыплят проводили еженедельно по общепринятой методике [5]. При этом были изучены следующие фенотипические признаки: живая масса (г), длина плюсны (см), обхват плюсны (мм), длина голени (см), длина 3-го пальца (см), высота гребня (мм), длина гребня (мм) и его цвет у молодых петушков и курочек. Окраску кожных придатков головы оценивали в баллах: 1 – жёлтая, 2 – розовая, 3 – светло-красная, 4 – красная, 5 – насыщено-красная. Типизация экстерьерных признаков проведена у 30 тыс. цыплят и взрослых особей.

Истинный пол опытного молодняка определяли при его убое, вскрытии брюшной полости и осмотре гонад. Статический анализ полученных данных проведен с использованием t-критерия Стьюдента и ф-критерия Фишера [6].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** В таблице 1 приведены данные по частоте встречаемости (%) различных фенотипов гребня у отечественных и импортных пород птицы разного направления продуктивности. Все коммерческие породы кур яичного и мясного направления продуктивности имеют листовидный гребень (дикий тип). Напротив, у многих мясояичных и декоративных популяций птицы наблюдается генетический полиморфизм данного признака, представленный листовидным, розовидным (шероховатый и гладкий), гороховидным гребнем, а иногда и более редкими фенотипами – ореховидным, короновидным, роговидным.

Чистопородные корниши оказались мономорфными по признаку «гороховидный гребень», а азиатские бойцовые – по признаку «ореховидный гребень». Все разновидности домашних кур, у которых обнаружены мутантные формы гребня, могут служить источником доми-

нантных аллелей при создании промышленных кроссов птицы, у которых исходные линии и гибриды маркированы чётко различимыми специфическими фенотипами гребня.

Характерным признаком отечественной породы кур полтавская глинистая является розовидный гребень (таблица 1). Поэтому в процессе многолетней селекции линий полтавских глинистых кур проводилась строгая выбраковка особей с листовидным гребнем с целью закрепления розовидного гребня как породного признака. Тем не менее, подобная элиминация рецессивных генотипов среди родителей не позволила ликвидировать выщепление суточных цыплят с листовидным гребнем. В связи с чем нами было высказано предположение, что наличие у полтавских глинистых кур стойкого полиморфизма по локусу *R*, по-видимому, связано с действием естественного отбора, а именно, с дифференциальной жизнеспособностью или плодовитостью трёх генотипов – *RR*, *Rr*, *rr*.

Таблица 1 – Фенофонд различных пород кур по типам гребня, %

Порода	n	Тип гребня						
		листо- сто- вид- ный	розовидный		горо- ховид вид- ный	орехо- ховид вид- ный	рого- вид- ный	коро- но- вид- ный
			шеро- ро- хова тый	глад- кий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Белый леггорн	600	100	0	0	0	0	0	0
Белый род-айланд	500	100	0	0	0	0	0	0
Красный род-айланд	900	100	0	0	0	0	0	0
Белый плимутрок	350	100	0	0	0	0	0	0
Корниш (Кобб 500)	150	100	0	0	0	0	0	0
Корниш истинный	300	0	0	0	100	0	0	0
Бойцовые азиатские	16	0	0	0	0	100	0	0
Полтавская глинистая (линия 14)	182	11,0	81,9	7,1	0	0	0	0
Юрловская голосистая	959	33,1	53,7	8,3	3,3	1,6	0	0
Борковская снежная	303	97,4	2,3	0,3	0	0	0	0

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Борковская полосатая	147	96,0	2,0	2,0	0	0	0	0
Украинские ушанки	89	55,0	0	0	0	0	10,0	35,0
Украинские чубатые	95	40,0	0	0	0	0	17,0	43,0
Беспород- ные	185	81,0	4,0	1,5	1,0	0,5	3,0	9,0
Падуаны	8	0	0	0	0	0	100,0	0

Для выяснения данного вопроса в один из племенных сезонов нами проведено анализирующее скрещивание с целью установления гетерозиготных и гомозиготных по розовидной форме гребня кур, которые фенотипически между собой чётко не различались. В качестве рецессивного анализатора использовали петухов породы белый леггорн (генотип  $rr$ ), которые скрещивались с полтавскими глинистыми самками. В таблице 2 приведено распределение генотипов и частоты аллелей по локусу, детерминирующему полиморфизм формы гребня у полтавских глинистых кур.

Таблица 2 – Распределение генотипов и аллелей  $R$  и  $r$  в линиях полтавских глинистых кур

Линия	n	Генотипы			Частоты генов		Степень гетерозиготности, %
		$RR$	$Rr$	$rr$	$R$	$r$	
П-7	65	40	24	1	0,800	0,200	36,92
П-35	62	57	5	0	0,959	0,041	8,77
П-37	132	87	42	3	0,818	0,182	31,81
П-56	36	31	5	0	0,931	0,069	13,88
П-91	65	48	14	3	0,846	0,154	21,53
Контрольная популяция	100	68	29	3	0,827	0,173	29,00
По породе	460	331	119	10	0,849	0,151	25,86

Несмотря на небольшое количество особей с листовидной формой гребня (из 460 исследованных кур их обнаружено только 10 голов) в популяции присутствовало большое количество гетерозигот. Так, 119 особей хотя и имели розовидную форму гребня, но были гетерозиготны ( $Rr$ ) по данному признаку. Частота аллеля  $r$  в породе полтавских глинистых кур довольно высока и колеблется в отдельных линиях от 0,041 до 0,200. Гетерозиготность линий по данному признаку варьирует в пределах 8,77-36,92 %. Наши исследования показали [7, 8], что ген розовидного гребня  $R$  оказывает плейотропный эффект на воспроизво-

дительные качества полтавских глинистых кур. Как видно из таблицы 3, этот мутантный аллель в гомозиготном состоянии ( $R/R$ ) снижает оплодотворённость яиц от 0,17 до 6,94 % и увеличивает смертность эмбрионов на 3,93-16,09 % ( $P>0,999$ ).

Таблица 3 – Связь между генотипом формы гребня и воспроизводительными качествами полтавских глинистых кур

Показатели	Ли- нии	генотипы			Достоверность разницы		
		$rr$	$Rr$	$RR$	$rr-Rr$	$rr-RR$	$Rr-RR$
Оплодо- творён- ность яиц, %	П-7	96,29	98,24	92,36	1,95	3,93	5,88**
	П-35	-	96,15	89,09	-	-	7,06
	П-37	95,23	92,88	88,29	2,35	6,94	4,59*
	П-91	94,74	94,69	94,57	0,05	0,17	0,12
Вывод цыплят, %	П-7	88,88	91,23	73,82	2,35	15,06*	17,41***
	П-35	-	92,31	73,33	-	-	18,98**
	П-37	90,47	82,21	69,68	8,26	20,79***	12,53***
	П-91	82,45	81,41	78,59	1,04	3,86	2,82
Выводи- мость яиц, %	П-7	92,30	92,85	79,92	0,55	12,38	12,93***
	П-35	-	96,00	82,31	-	-	13,69*
	П-37	95,00	88,51	78,91	6,49	16,09***	9,6**
	П-91	87,04	85,98	83,11	1,06	3,93	2,87
Выход слабых цыплят, %	П-7	4,16	8,33	16,75	4,17	12,59*	8,42*
	П-35	-	0,01	6,61	-	-	6,6
	П-37	1,75	5,28	5,72	3,53	3,97	0,44
	П-91	2,12	4,34	6,50	2,22	4,38	2,16

Примечание: достоверно при  $P>0,95$  - \*,  $P>0,99$  - \*\*,  $P>0,999$  - \*\*\*

По выводимости яиц обнаружены значительные различия между генотипами. Так, если в линии П-7 гетерозиготные по форме гребня куры  $Rr$  имели выводимость молодняка 91,23 %, то гомозиготы  $RR$  – только 73,82 %. Разница статистически высокодостоверна ( $P>0,999$ ). Аналогичные результаты получены в линиях П-35 (соответственно 92,31 и 73,33,  $P>0,99$ ) и П-37 (82,21 и 69,68,  $P>0,999$ ). По выводимости яиц достоверное превосходство гетерозигот получено в линиях П-7, П-37 и П-35 ( $P>0,999$  и  $P>0,99$ ). В линии П-91 достоверных различий между генотипами по плодовитости не установлено, хотя тенденция была сходной. По воспроизводительным качествам гомозиготы  $rr$  были близки к гетерозиготам  $Rr$ , а в ряде случаев превосходили их, что свидетельствует о переходном характере полиморфизма по локусу  $R$  в сторону доминирования воспроизводительных качеств у птицы с листовидной формой гребня.

Процент выхода слабых цыплят в некоторой степени также связан с гомо- или гетерозиготностью материнского организма по форме гребня. Самый низкий процент слабых цыплят наблюдался в группе

кур с листовидным гребнем, а самый высокий у гомозигот с розовидным гребнем. Гетерозиготы занимали промежуточное положение (например, в линии П-7 соответственно 4,16 %, 16,75 и 8,33 %,  $P > 0,95$ ).

Таким образом, проведённые исследования показали, что становление воспроизводительных качеств полтавских глинистых кур в значительной мере базируется на гетерозиготной основе, которая проявляется в благоприятном влиянии гетерозиготности по локусу *R* на оплодотворённость яиц и выводимость цыплят. Это, в свою очередь, объясняет безуспешность попыток фенотипической консолидации полтавских глинистых кур по породному признаку – розовидная форма гребня. Аналогичные результаты получили Кроуфорд и др. [9], которые установили, что в породе белый виандот гетерозиготные по форме гребня (*Rr*) куры и петухи имели значительное преимущество перед гомозиготами (*RR*) по оплодотворённости и выводимости яиц. Эти показатели у гетерозигот были на 5-17 % выше как при естественном спаривании, так и при искусственном осеменении.

Изучение половых различий выращиваемого молодняка по экстерьерным показателям представляет интерес в нескольких аспектах. Во-первых, в связи с разработкой прогрессивных технологий выращивания ремонтного молодняка необходимо иметь чёткое представление о половой и внутриполовой изменчивости морфометрических признаков у самцов и самок. Во-вторых, в случае обнаружения значительных половых различий в экстерьерных показателях целесообразно определить возможность использования этой изменчивости для определения пола цыплят в процессе их выращивания. И, наконец, интересен микроэволюционный аспект проблемы, связанный с различной стабильностью онтогенеза у разных полов [10]. Всё вышесказанное обуславливает необходимость получения более полной информации об индивидуальной и половой изменчивости массы тела и статей экстерьера молодняка в процессе его выращивания.

Наши онтогенетические наблюдения над молодняком различных пород и кроссов кур показали, что благодаря мужским и женским половым гормонам (андрогены и эстрогены соответственно) у цыплят в процессе выращивания формируется широкий спектр половых различий по морфологическим, анатомическим, физиологическим и акустическим признакам. Многие из таких дифференцирующих пол различий выражены настолько чётко, что могут стать надёжной основой для определения пола подрощенного молодняка по внешнему виду. Это, в первую очередь, относится к половым различиям в величине и окраске гребешков у подрастающих цыплят. Уже в две недели некоторые петушки яичной породы белый леггорн заметно превосходят своих сверстниц-курочек по величине листовидного гребешка, который к

этому времени у них приобретает розовый цвет, тогда как у курочек гребешок жёлтый и значительно меньшего размера. В три с половиной недели практически у всех петушков гребень становится красным и заметно увеличенным в размере, что позволяет по этому признаку отличить самцов от самок с точностью 96-98 %. У тяжёлых пород кур (корниш, плимутрок, кохинхины, брама) удаётся надёжно отличать петушков от курочек по величине и цвету гребня не ранее 5-недельного возраста. Мясные цыплята-самцы в этом же возрасте также оперены заметно хуже, чем самки.

В таблице 4 перечислены наиболее информативные и удобные для диагностики пола признаки экстерьера у подрощенных цыплят двух мясояичных субпопуляций кур (Г-2, Г-4). Как видно из приведённых данных, уже в суточном возрасте петушки обеих субпопуляций несколько превосходят сверстниц по высоте и длине гребешка.

Таблица 4 – Возрастная динамика промеров статей экстерьера мясояичных кур

Популяция	Возраст	пол	n	Живая масса, г	Размер гребня, мм		Длина плюсни, см	Длина бедра, см
					высота	длина		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Г-2	0	♂♂	35	42,5±0,97	1,40±0,2	9,4±0,75	2,3±0,1	3,3±0,1
		♀♀	35	40,4±0,68	1,26±0,2	8,8±0,49	2,2±0,2	3,2±0,1
	1	♂♂	35	87,1±4,4	2,1±0,1*	10,0±0,3	2,4±0,1	4,2±0,1
		♀♀	35	85,0±2,5	1,84±0,1	8,9±0,24	2,2±0,1	3,9±0,1
	2	♂♂	35	198±11,7	4,09±0,2	15,5±0,8	3,1±0,1	5,7±0,1
		♀♀	35	187±12,8	3,45±0,21	13,2±0,45	3,0±0,1	5,5±0,1
	3	♂♂	35	359±20	6,7±0,5*	21,5±1*	4,0±0,2	6,9±0,2*
		♀♀	35	327±22	4,5±0,4	18,3±0,6	3,7±0,1	6,5±0,1
	4	♂♂	35	568±37	10,0±0,5 ***	25,4±1,1 **	4,6±0,1**	8,9±0,2
		♀♀	35	529±32	5,0±0,5	20,5±0,7	4,2±0,1	8,5±0,2
	5	♂♂	35	804±51	12,3±0,4 ***	29,1±0,1 ***	5,0±0,2	11,1±0,3
		♀♀	35	745±50	5,4±0,5	21,5±0,9	4,8±0,1	10,8±0,2
	9	♂♂	35	1480±51*	19,5±1,1 ***	41,2±1,3 ***	6,7±0,2 ***	15,7±0,20**
		♀♀	35	1270±64	9,6±0,7	26,9±1,2	5,8±0,1	14,6±0,2
	13	♂♂	30	2390±63 **	27,5±1,3 ***	57,7±1,6 ***	8,4±0,1**	18,6±0,10***
		♀♀	30	2090±78	13,1±0,9	32,1±1,4	7,4±0,2	17,0±0,2
	17	♂♂	70	3780±50 **	31,6±3,9 ***	71,0±4,3 ***	8,6±0,2 ***	20,4±0,20***
		♀♀	70	2540±46	15,8±1,2	40,1±2,2	7,8±0,1	17,1±0,2
	52	♂♂	20	4770±234***	39,4±4,0 ***	92,9±5,0 ***	11,0±0,1 ***	21,3±0,20***
		♀♀	50	3710±104	18,3±1,4	61,4±3,0	9,0±0,1	17,5±0,2

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Г-4	0	♂♂	35	44,5±1,3	1,42±0,2	9,35±0,7	2,3±0,2	3,4±0,2
		♀♀	35	42,6±1,8	1,30±0,2	8,90±0,4	2,3±0,2	3,3±0,1
	1	♂♂	35	88,1±3,1*	2,20±0,1	10,2±0,4	2,5±0,1	4,4±0,1
		♀♀	35	78,9±2,9	1,90±0,1	9,1±0,26	2,4±0,1	4,0±0,1
	2	♂♂	35	191±9,0***	3,86±0,3	16,6±0,5**	2,9±0,1	5,6±0,2
		♀♀	35	159±7,0	3,40±0,2	13,4±0,7	2,8±0,1	5,3±0,1
	3	♂♂	35	365±19,0***	7,20±0,4***	22,0±1,3**	4,0±0,1**	7,0±0,1**
		♀♀	35	286±10,0	4,9±0,3	17,9±0,4	3,60,1	6,4±0,1
	4	♂♂	35	557±28,0***	9,50±1***	27,01±0,1**	4,6±0,1	9,1±0,3*
		♀♀	35	442±15,0	5,3±0,4	19,8±0,5	4,3±0,1	8,4±0,1
	5	♂♂	35	747±44,0*	11,2±0,9***	28,4±0,1***	4,8±0,1	11,0±0,1
		♀♀	35	636±30,0	5,8±0,7	21,2±0,9	4,7±0,1	10,6±0,2
	9	♂♂	35	1370±37,0*	19,40±0,9***	40,8±1,4***	6,4±0,1***	15,4±0,2
		♀♀	35	1210±56,0	7,4±0,9	27,6±0,9	5,8±0,1	14,8±0,3
	13	♂♂	30	2200±45,0***	24,7±1,7***	56,1±2,1***	8,6±0,1***	18,4±0,2**
		♀♀	30	1770±61,0	10,6±0,8	29,±61,0	7,6±0,1	16,8±0,2
	17	♂♂	30	3600±146,0***	33,7±4,5***	78,1±5,2***	8,8±0,1***	20,0±0,30**
		♀♀	30	2320±40,0	11,2±1,0	31,3±0,8	7,7±0,1	17,0±0,2
	52	♂♂	20	4360±129***	40,0±4,7***	91,0±6,1***	11±0,1***	21,1±0,20***
		♀♀	50	3360±122	16,4±1,1	59,7±4,0	8,8±0,1	17,3±0,1

В 3-недельном возрасте различия по размерам и цвету гребня увеличиваются и становятся статистически достоверными ( $P>0,99-0,999$ ). У петушков гребешок значительно крупнее и более ярко окрашен (красный или оранжевый), у курочек же он маленький и жёлтый.

В четыре недели практически у всех петушков гребень становится красным и заметно увеличенным в размере. Его средняя высота в обследованных субпопуляциях колебалась от 9,5 до 10,0 мм, что высокодостоверно больше ( $P>0,999$ ), чем у курочек (5,0-5,3 мм). Поскольку распределение этого признака в группах самцов и самок практически не перекрывается – высоту гребня можно считать надёжным критерием пола при сексинге 4-недельных мясояичных цыплят. По длине гребня превосходство петушков (25,4-27,0 мм) над курочками (19,8-20,5 мм) в этом возрасте также было статистически высоко значимым ( $P>0,99$ ).

Как видно из таблицы 4, для сексинга птенцов признаки «живая масса» и «длина плюсны» подходят в меньшей степени. Тем не менее, комплексный анализ этих трёх признаков (размер гребня, длина плюсы-

ны, живая масса) ускоряет процесс сексинга и позволяет одному сортировщику вместе с помощником за час работы просмотреть и определить пол у одной тысячи 3-недельных цыплят с точностью 90-92 %, а у 4-недельных – 97 %. У 5-недельного молодняка точность сексинга только по фенотипу гребня в наших исследованиях составила 100 %. Мясояичные цыплята-самцы в этом возрасте оперены заметно хуже, чем самки, однако у них уже начинают формироваться зачатки шпор и становятся длиннее плюсны ног.

Следует, однако, подчеркнуть, что только хорошо выращенный месячный молодняк кур характеризуется заметными половыми различиями по экстерьеру и массе тела. Нарушения полноценного кормления, технологические стрессы, переуплотнение птицы, а также инфекционные заболевания заметно снижают живую массу, в первую очередь, самцов, и тем самым сводят на нет половой диморфизм подросших цыплят по размерам и цвету гребня, длине ног и массе тела молодняка.

В таблице 5 в сравнительном аспекте приведена возрастная динамика полового диморфизма различных признаков экстерьера у мясояичных кур (субпопуляции Г-2 и Г-4). Такой онтогенетический анализ позволил ранжировать изученные мерные признаки по величине полового диморфизма птицы в разные возрастные периоды.

Таблица 5 – Онтогенетическая динамика полового диморфизма по признакам экстерьера у молодняка мясояичных кур

Субпопуляция	Возраст, недель	Живая масса, г	Размер гребня, мм		Длина плюсны, см	Длина бедра, см
			высота	длина		
Г-2	0	5,25	11,11	6,82	4,54	3,12
	1	2,47	17,39	12,36	9,09	7,69
	2	5,88	18,55	17,42	3,33	3,64
	3	9,78	48,89	17,49	8,11	6,15
	4	7,37	100,00	23,90	9,52	4,71
	5	7,92	127,78	35,35	4,17	2,78
	9	16,53	103,13	53,16	15,52	17,53
	13	14,35	109,92	79,75	13,51	9,41
	17	48,82	100,00	77,06	10,26	19,30
	52	28,57	115,30	51,30	22,22	21,71
Г-4	0	4,46	9,23	5,06	0,00	3,03
	1	11,66	15,79	12,09	4,17	10,00
	2	20,13	13,83	23,88	3,57	5,66
	3	27,62	46,94	22,91	11,11	9,38
	4	26,02	79,25	36,36	6,98	8,33
	5	17,45	93,10	33,96	2,13	3,77
	9	13,22	162,16	47,83	10,34	4,05
	13	24,29	133,02	89,53	13,16	9,52
	17	55,17	200,89	149,52	14,29	17,65
	52	29,76	143,90	52,43	22,73	21,96

Невзирая на некоторые межпопуляционные особенности на всех этапах онтогенеза молодняка прослеживается общая закономерность: начиная с суточного и до половозрелого возраста, наибольший уровень полового диморфизма отмечен по высоте, длине и цвету гребня. Так, к 4-недельному возрасту проанализированные признаки, по степени убывания величины полового диморфизма, расположились в следующей последовательности: высота гребня – 79,25-100,0 %, длина гребня – 23,90-36,36%, живая масса – 7,37-26,02 %, длина плюсны – 6,98-9,52 %, длина бедра – 4,71-8,33 %. В годовалом возрасте уровень полового диморфизма изученных признаков усилился, однако ранг величины их половой изменчивости не изменился: высота гребня – 115,30-143,90 %, длина гребня – 51,30-52,43 %, живая масса – 28,57-29,76 %, длина плюсны – 22,22-22,73 % и длина бедра – 21,71-21,96 %. Этот факт указывает на общность генетических и морфофизиологических механизмов формирования половой изменчивости по размеру гребня, массе тела и другим экстерьерным признакам у суточных, молодых и взрослых особей.

В 6-недельном возрасте (перед убоем) половой диморфизм бройлеров по фенотипу гребня также хорошо выражен, что даёт возможность безошибочно разделять их на самцов и самок. Так, наши наблюдения над 42-дневными цыплятами-бройлерами кросса «Росс-308» показали, что средняя высота гребня у самцов достигает  $18,2 \pm 0,8$  мм, тогда как у курочек – только  $8,5 \pm 0,3$  мм ( $P > 0,999$ ). Кроме того, было установлено, что размер гребня (его высота и длина) у самцов-бройлеров положительно коррелирует ( $r = 0,67-0,76$ ) с суммарной массой их семенников, которая в этом возрасте варьирует от 0,4 до 0,8 г. Этот факт, в свою очередь, косвенно подтверждает влияние половых гормонов (в основном тестостерона) на размеры кожных придатков головы у петушков.

В таблице 6 в сравнительном аспекте приведена возрастная динамика полового диморфизма различных признаков экстерьера у бройлеров. Такой онтогенетический анализ позволил ранжировать изученные мерные признаки по величине полового диморфизма птицы в разные возрастные периоды. Невзирая на некоторые особенности, на всех этапах онтогенеза молодняка прослеживается общая закономерность: начиная с суточного и до 6-недельного возраста, наибольший уровень полового диморфизма у мясных цыплят отмечен по высоте и окраски гребня. По всем остальным изученным признакам экстерьера превосходство самцов над самками было менее выражено.

Таким образом, к 6-недельному возрасту признаки экстерьера бройлеров по степени убывания величины полового диморфизма расположились в следующей последовательности: высота гребня – 114,12 %, цвет гребня – 104,76 %, длина гребня – 59,24 %, агрессивность цыплят – 43,75 %, длина плюсны – 14,04 %, длина третьего

пальца – 13,21 %, живая масса – 6,77 %.

Таблица 6 – Динамика полового диморфизма (%) по признакам экстерьера бройлеров кросса «Росс-308»

Возраст, неделя	Живая масса	Фенотип гребня			Длина плюсны	Длина 3-го пальца	Агрессивность
		Высота	Длина	Цвет			
0	5,18	7,23	6,00	0,00	4,76	4,54	0,00
1	2,23	33,75	6,86	0,00	9,09	3,30	0,00
2	4,38	66,67	6,92	20,00	6,82	5,12	9,09
3	3,68	72,50	44,76	63,64	9,09	4,76	41,67
4	2,12	65,38	37,26	133,33	6,25	8,69	53,85
5	4,90	77,03	58,15	129,41	9,43	7,84	57,14
6	6,77	114,12	59,24	104,76	14,04	13,21	43,75

Среди изученных морфологических признаков наиболее информативным для определения пола является фенотип гребня (его размер и цвет), который позволяет определять пол бройлеров с точностью 100 %, начиная с 5-недельного возраста.

Изучение генетики гребня интересно также и в межвидовом аспекте. Среди 8,5 тыс. диких видов птиц, населяющих в настоящее время планету, гребень имеют представители только 4 видов из рода *Gallus*. По мнению А.С. Серебровского [11, 12], в геноме домашних кур *Gallus domesticus* и их ближайших диких сородичей (*G. gallus*, *G. sonnerati*, *G. stanleyi*, *G. varius*) присутствует некий основной ген-детерминант развития гребня, которого нет у других видов и родов семейства фазановых (фазаны, куропатки, цесарки, перепела, индейки, павлины). Отсутствует гребень и у многочисленных гибридов кур с разными видами фазанов, цесаркой, индейкой и японским перепелом, что указывает на рецессивную природу наследственного фактора детерминации гребня у кур. С другой стороны, можно утверждать, что в геномах фазанов, цесарки, индейки и перепела присутствует какой-то доминантный ген, подавляющий экспрессию этого признака.

На голове у домашних кур кроме гребня имеются и другие кожные выросты – парные мочки и «серёжки». О генетической детерминации формы этих придатков литературные сведения отсутствуют. Однако подчеркнём, что у близкородственного дикого вида *Gallus varius* (зелёная курица джунглей) «сережка» непарная, а гребень без зубцов. Поскольку все межвидовые гибриды F<sub>1</sub>, полученные от скрещивания самцов *Gallus varius* с самками современных пород *Gallus domesticus* и других видов рода *Gallus*, имеют хорошо выраженный листовидный гребень без зубцов [13], то гипотетически можно предположить наличие в генотипе зелёной курицы джунглей доминантного подавителя

зубчатых образований на гребне.

Таким образом, исходя из современных представлений, генотип кур по форме гребня можно рассматривать как интегрированную систему наследственных факторов, включающих в себя три категории генов: а) аутосомные факторы формообразования гребня (7 локусов) с сильным фенотипическим эффектом; б) множественные гены-модификаторы со слабым фенотипическим эффектом; в) наследственные факторы, контролирующие синтез и уровень андро- и эстрогенов в организме птиц (рисунок 3).



Рисунок 3 – Генетический контроль вариабельности формы гребня у кур

Из приведённого в данной статье материала видно, что типичный листовидный гребень у кур и петухов различных пород формируется при одновременной гомозиготности особей по трём рецессивным ( $r+$ ,  $p+$ ,  $d+$ ) и двум доминантным ( $He+$ ,  $Br+$ ) генам. Ниже приведены комплексные генотипы основных форм гребня у домашних кур (таблица 7).

Таблица 7 – Комплексные генотипы различных форм гребня у домашних кур

Фенотип гребня	Комплексный генотип по 5 локусам				
	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>He</i>	<i>Bd</i>
1	2	3	4	5	6
Листовидный (дикий тип, 6-9 зубцов)	$r+/r+$	$p+/p+$	$d+/d+$	$He+/He+$	$Bd+/Bd+$
Листовидный (4-6 зубцов)	$+/+$	$+/+$	$+/+$	$hel/hel$	$+/+$
Розовидный шероховатый	$R/R$	$+/+$	$+/+$	$+/+$	$+/+$
Розовидный гладкий	$R/R$	$+/+$	$+/+$	$hel/hel$	$+/+$

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
Гороховидный	+/+	<i>P/P</i>	+/+	+/+	+/+
Ореховидный	<i>R/R</i>	<i>P/P</i>	+/+	+/+	+/+
Рожковидный (двойной)	+/+	+/+	<i>Dv/Dv</i>	+/+	+/+
Короновидный (чашевидный)	+/+	+/+	<i>Dc/Dc</i>	+/+	+/+
Частично раз- двоенный	+/+	+/+	<i>Dv/d</i>	+/+	+/+
Гребень бреда	+/+	+/+	<i>Dv/Dv</i>	+/+	<i>bd/bd</i>

**Заключение.** Таким образом, на основании литературного обзора и полученных нами данных можно сделать заключение, что среди современных диких и домашних птиц гребень есть только у четырёх видов кур из рода *Gallus*.

В настоящее время у домашних кур описано пять основных генов, детерминирующих формирование гребня. Аллельный состав этих генов дискретно изменяет листовидный гребень (дикий тип) на розовидный (шероховатый и гладкий), гороховидный, ореховидный, двойной (рожковидный и короновидный) или сильно редуцированный (гребень «бреда»).

Сравнительный анализ формы гребня у четырёх диких видов рода *Gallus* и изучение этого признака у многочисленных межвидовых гибридов в пределах семейства фазановых показали наличие ещё двух олигогенов, играющих важную роль в формировании морфологической изменчивости гребня. Это мономорфный для всех четырёх видов рода *Gallus* рецессивный ген-детерминатор гребня как признака и полиморфный на уровне рода *Gallus* наследственный фактор, аллельные варианты которого ответственны за отсутствие или наличие зубцов по верхнему краю гребня, а также, возможно, и за количество зубцов и размеры отдельных зубьев.

Под влиянием генов-модификаторов основные типы гребня проявляют значительную изменчивость, однако, начиная с суточного возраста цыплят, они чётко различаются между собой, что позволяет в анализирующих скрещиваниях правильно определять соотношение расщепляющихся вариантов гребня.

Поскольку аутосомные мутации *R*, *P*, *Dv* и *Dc* характеризуются неполным доминированием, то при тщательном осмотре птицы, как правило, удаётся отличить доминантные гомозиготы (*R/R*, *P/P*, *Dv/Dv*, *Dc/Dc*) от гетерозигот (*R/r+*, *P/p+*, *Dv/d+*, *Dc/d+*), т. е. по фенотипу оказывается возможным определить генотип особи.

Расположение локусов *R*, *P* и *D* соответственно в 1-й, 3-й и 4-й группах сцепления позволяет использовать их в качестве генетических маркеров для выяснения геномной локализации вновь открытых мутаций.

Несмотря на то, что розовидная и гороховидная формы гребня несколько снижают воспроизводительные качества птицы, они всё же являются характерным признаком экстерьера некоторых общепользовательных и декоративных пород кур. Подавляющее же большинство коммерческой птицы яичного и мясного направлений продуктивности имеет листовидный гребень.

#### Литература

1. Bateson, W. Experiments with poultry / W. Bateson // Repts. Evol. Comm. Roy. Soc. – 1902. – Vol. 1. – P. 87-124.
2. Cavalier, A. Relationships between the number of spikelet's on single combs in the fowl and the presence of the rugged smooth gene mollifying rose comb / A. Cavalier, P. Merat // Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. – 1967. – Vol. 7. – P. 205-207.
3. Somes, R. G. International Registry of Poultry Genetics Stocks. Bull. 476, N 3/88 / R. G. Somes ; Storrs Agr. Exp. Sta. – Storrs : Univ. Connecticut Publ., 1988. – 98 p.
4. Bateson, W. Experimental studies in the physiology of heredity. Poultry / W. Bateson, R. C. Punnett // Repts. Evol. Comm. Roy. Soc. – 1908. – Vol. 4. – P. 18-35.
5. Шаповалов, Я. Я. Сельскохозяйственная птица (альбом) / Я. Я. Шаповалов, Н. Ш. Иофе. – Москва : Колос, 1967. – 136 с.
6. Плохинский, М. Математические методы в биологии / М. Плохинский. – Москва : Изд-во МГУ, 1978. – 264 с.
7. Лукьянова, В. Д. Связь формы гребня с воспроизводительными качествами кур / В. Д. Лукьянова, В. П. Коваленко, Ю. В. Бондаренко // Птицеводство. – 1976. - № 22. – С. 9-12.
8. Бондаренко, Ю. В. Корона короля птичьего двора / Ю. В. Бондаренко, П. И. Кутнюк // Приусадебное хозяйство. – Москва, 1990. – N 2. – С. 9-12.
9. Crawford, R. Comb dimorfism in Wyandotte domestic fowl. 1. Sperm competition in relation to rose and single comb alleles / R. Crawford // Can. J. Gen. Cytol. – 1965. – Vol. 7. – P. 500-504.
10. Геодакян, В. А. Эволюционная логика дифференциации полов в филогенезе и онтогенезе : автореф. дис. ... д-ра биол. Наук / В. А. Геодакян. – Москва, 1987. – 32 с.
11. Серебровский, А. С. Избранные труды по генетике и селекции кур / А. С. Серебровский. – Москва : Наука, 1976. – 403 с.
12. Коган, З. М. Признаки экстерьера и интерьера у кур (генетика и хозяйственное значение) / З. М. Коган. – Новосибирск : Наука, 1979. – 295 с.
13. Редкие породы кур Старого и Нового Света / под общ. ред. Ю. А. Рябоконя. – Х. : НТМТ, 2004. – 120 с.
14. Половой диморфизм и определение пола бройлеров кросса «Росс-308» / Ю. В. Бондаренко, В. И. Остапенко, И. А. Бульченко, Омар Хусейн Али, П. И. Шубин // Птахівництво : міжвід. тем. наук. зб. / ІТ НААН. – Харків, 2013. – Вип. 69. – С. 50-54.

*Поступила 13.03.2020 г.*