

УДК: 636.5.033+574/577

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

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

Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

В статье обобщены работы по генетической детерминации мутантных форм гребня домашних кур и в сравнительном аспекте приведен фенотипический фон отечественных и импортных пород птицы по данному маркерному признаку. Описан плеiotропный 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 вариативности формы кожных придатков головы у представителей четырех видов рода Gallus.

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

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

## **HENS COMBON SHAPE GENETICS KIND OF GALLUS**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

In the article activities on a genetic determination of crest mutant forms of domestic hens are generalized and in comparative aspect allelofond of domestic and import breeds to the given marker trait is adduced. The pleiotropic effect of a series of alleles **R-r** on reproductive traits of the Poltava clay hens is described.

Efficiency of sexual differences in size of combs for a sex determination of borki meat-egg population chickens is exhibited. Mean accuracy of sexing 4-week old chickens on phenotype of a crest has constituted 97,0 %

at speed of sorting about 1000 heads/hour. Complex genotypes of different phenotypes of a crest and a general arrangement of the hereditary supervisory control of head dermal appendages form, variability for representatives of four kinds of stem Gallus are adduced.

**Keywords:** the form of a crest, a complex genotype, sex dimorphism, accuracy and speed of chickens sexing, pleiotropic effect.

**Введение.** На голове у домашних кур имеются своеобразные кожные образования - гребень, мочки и "сережки". Сердцевина этих кожных придатков заполнена соединительной тканью с густой сетью кровеносных сосудов, которые, просвечиваясь через кожу, окрашивают гребень, мочки и "сережки" в красный цвет. У некоторых пород домашних курочки 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 (рис.1). Листовидный (одиночный) гребень следует отнести к дикому (стандартному) типу, поскольку он характерен для банкивской курицы – основного предка современных кур.

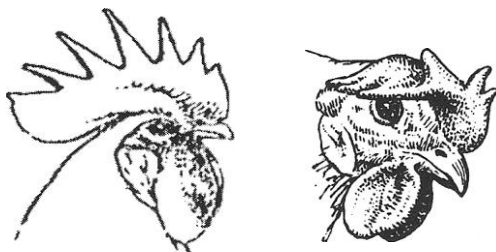


Рис. 1. Листовидный гребень

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 (рис.2)

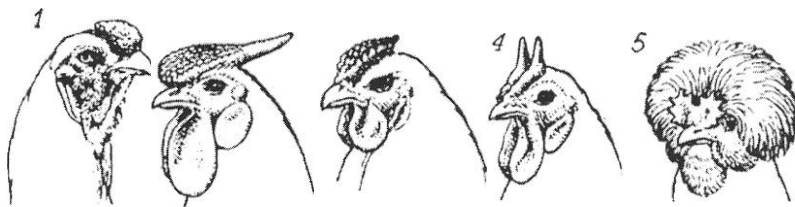


Рис. 2. Мутантные формы гребня у домашних кур: 1 – ореховидный (двойной мутант), 2- розовидный, 3 – гороховидный,

4 – рожковидный (роговидный), 5 – бабочковидный

Так, у бойцовых пород кур гороховидный или ореховидный гребень, сережки и мочки очень малы, и едва выступают из общего контура головы. Это вполне понятно, так как при петушиных боях заполненные кровью кожные придатки головы представляют собой наиболее уязвимые места. Напротив, средиземноморские породы кур характеризуются большим листовидным гребнем и хорошо выраженными мочками и сережками. Кожные придатки головы уменьшены у многих мясо-яичных 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 "брета" и др.), которые часто сочетаются с баками, бородой, хохлом или голой шеей (рис. 2).

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 (рис. 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-ой группе сцепления. У гомозигот **R/R** гребень имеет форму сплюснутого сверху валика, который плотно прижат к голове и заострен 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.

**Шереховатый 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+*.

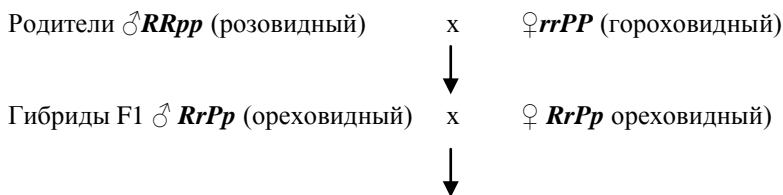
Пенетрантность аллеля *hel* в суточном возрасте неполная. Гладкий розовидный гребень встречается у виандотов и полтавских глинистых кур.

**Гороховидный гребень (pea comb, *P*)** состоит из трех 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-ей 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, б<sup>^</sup>ама, араукана, суматра и Йокогама.

**Ореховидный гребень (walnut comb, *R,P*).** Комплементарное (взаимодополняющее) действие доминантных генов розовидного и гороховидного гребня формирует ореховидный гребень, отдаленно напоминающий половинку грецкого ореха. Ореховидный гребень меньше по размеру, чем гороховидный, низко посажен и сдвинут вперед к клюву (рис. 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<sub>1</sub> 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<sub>2</sub> выводятся цыплята с ореховидной, розовидной, гороховидной и листовидной формами гребня в соотношении **9:3:3:1** (рис. 3).



Гаметы		<i>RP</i>	<i>Rp</i>	<i>rP</i>	<i>rp</i>
♂♀					
<b><i>RP</i></b>	<b><i>RRPP</i></b> ореховидный	<b><i>RRPp</i></b> ореховидный	<b><i>RrPP</i></b> ореховидный	<b><i>RrPp</i></b> ореховидный	
<b><i>Rp</i></b>	<b><i>RRPp</i></b> ореховидный	<b><i>RRpp</i></b> розовидный	<b><i>RrPp</i></b> ореховидный	<b><i>Rrpp</i></b> розовидный	
<b><i>rP</i></b>	<b><i>RrPP</i></b> ореховидный	<b><i>RrPp</i></b> ореховидный	<b><i>rrPP</i></b> гороховидный	<b><i>rrPp</i></b> гороховидный	
<b><i>rp</i></b>	<b><i>RrPp</i></b> ореховидный	<b><i>Rrpp</i></b> розовидный	<b><i>rrPp</i></b> гороховидный	<b><i>rrpp</i></b> листовидный	

Рис.3. Схема наследования ореховидной формы гребня у домашних кур  $F_2$

Анализ решетки Пеннета показывает наличие среди гибридов  $F_2$  четырех 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.

Размещение в  $F_2$  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-ой 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 трех 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 рогаобразные части, соединенные на общем основании. У хохлатых пород кур (кревкеры, баттеркап, польские хохлатые) двойной гребень очень маленький, в виде двух невысоких рожков, сдвинутых вперед 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 "брета" (breda comb, bd).** У курицы породы брета гребень полностью отсутствует, а у петуха он представлен двумя маленькими сосцевидными (сосочковидными) отростками. Резкое уменьшение гребня у петухов и его полное отсутствие у кур детерминируется аутосомным рецессивным геном **bd**. Птица с другими типами гребня несет в своем генотипе доминантный аллеломорф **Bd**.

В.Бэтсон и Р.Пеннет [4] с помощью генетического анализа показали, что в генотипе кур породы брета, 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 уже 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.

Не смотря на изученность генетической детерминации отдельных мутантных типов гребней у кур, многие вопросы данного направления частной генетики остаются не выясненными. Мало уделено внимания изучения фенотипа отечественных пород кур по локусам,

контролирующих этот морфологический признак. Отсутствуют работы в которых были бы представлены комплексные генотипы различных форм гребня, а также общая схема наследственного контроля variability этого морфологического признака. Не до конца изучен плейотропный эффект мутантных аллелей на продуктивные и адаптивные признаки 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 variability 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 мясо-яичных 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 – желтая, 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 забое, вскрытии брюшной полости и осмотре гонад. Статистический анализ полученных данных проведен с использованием t-критерия Стьюдента и ф-критерия Фишера [6].

**Результаты экспериментов 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 мясо-яичных 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.

**Таблица 1.** Фенофонд различных пород кур по типам гребня,%

Порода	n	Тип гребня						
		листовидный	розовидный		гороховидный	ореховидный	Роговидный	Короновидный
			ше-роховатый	гладкий				
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
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
Беспородные	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

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

Характерным признаком отечественной породы кур полтавская глинистая является розовидный гребень (табл. 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 трех генотипов - **RR**, **Rr**, **rr**.

Для выяснения данного вопроса в один из племенных сезонов нами было проведено анализирующее скрещивание с целью установления гетерозиготных и гомозиготных по розовидной форме гребня кур, которые фенотипически между собой четко не различались. В качестве рецессивного анализатора использовали петухов породы белый леггорн (генотип **rr**), которые скрещивались с полтавскими глинистыми самками. В табл. 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, %
		<b>RR</b>	<b>Rr</b>	<b>rr</b>	<b>R</b>	<b>r</b>	
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 (**R/r**) 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 воспроизводительные качества

полтавских глинистых кур. Как видно из табл. 3, этот мутантный аллель в гомозиготном состоянии ( $R/R$ ) снижает оплодотворенность 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	Линии	генотипы			Достоверность разницы		
		$rr$	$Rr$	$RR$	$rr-Rr$	$rr-RR$	$Rr-RR$
Оплодотворенность 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
Выводимость 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, проведенные 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 оплодотворенность 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 оплодотворенности 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 четкое 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]. Все 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 четко, что могут стать надежной основой для определения пола подращенного 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 желтый 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 отделить самцов от самок с точностью 96-98 %.

У тяжелых пород кур (корниш, плимутрок, кохинхины, брама) удается надежно 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 табл. 4 перечислены наиболее информативные и удобные для диагностики пола признаки экстерьера у подрошенных цыплят двух мясояичных субпопуляций кур (Г-2, Г-4). Как видно из приведенных данных, уже в суточном возрасте петушки обоих субпопуляций несколько превосходят сверстниц по высоте и длине гребешка.

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 желтый.

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 надежным критерием пола при сексинге 4-недельных мясо-яичных 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 ( $P > 0,99$ ).

**Таблица 4.** Возрастная динамика промеров статей экстерьера мяско-яичных кур

Попу- ля- ция	Воз- раст	пол	n	Живая масса, г	Размер гребня, мм		Длина плюс- ни, см	Длина бедр, см
					высота	длина		
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±0,2 1	13,2±0,4 5	3,0±0,1	5,5±0,1
	3	♂♂	35	359±20	6,7±05*	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	
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±,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±,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±,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

Как видно из табл. 4, для сексинга птенцов признаки «живая масса» и «длина плюсны» подходят в меньшей степени. Тем не менее, комплексный анализ этих трех признаков (размер гребня, длина плюсны, 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 %. Мясо-яичные 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 табл. 5 в сравнительном аспекте приведена возрастная динамика полового диморфизма различных признаков экстерьера у мясо-яичных кур (субпопуляции Г-2 и Г-4). Такой онтогенетический анализ позволил ранжировать изученные мерные признаки по величине полового диморфизма птицы в разные возрастные периоды. 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.

**Таблица 5.** Онтогенетическая динамика полового диморфизма по признакам экстерьера у молодняка мясо-яичных кур

Субпопуляция	Возраст, неделя	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	23,33	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

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 дает 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 табл. 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.

**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

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 %).

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 "сережки". О генетической детерминации формы этих придатков литературные сведения отсутствуют. Однако подчеркнем, что у близкородственного дикого вида *Gallus varius* (зеленая 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 зеленой 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) аутомные 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 (рис.3).

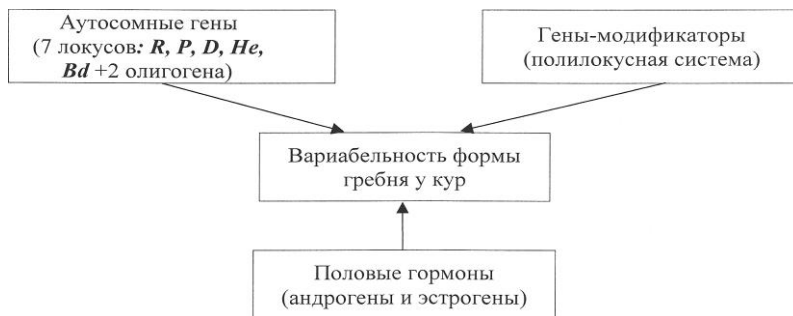


Рис. 3. Генетический контроль варибельности формы гребня у кур

Из приведенного в данной статье материала видно, что типичный листовидный гребень у кур и петухов различных пород формируется при одновременной гомозиготности особей по трем рецессивным ( $r+$ ,  $p+$ ,  $d+$ ) и двум доминантным ( $He+$ ,  $Br+$ ) генам. Ниже приведены комплексные генотипы основных форм гребня у домашних кур (табл. 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>
Листовидный (дикий тип, 6-9 зубцов)	<i>r+/r+</i>	<i>p+/p+</i>	<i>d+/d+</i>	<i>He+/He+</i>	<i>Bd+/Bd+</i>
Листовидный (4-6 зубцов)	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>hel/hel</i>	<i>+/+</i>
Розовидный шероховатый	<i>R/R</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>
Розовидный гладкий	<i>R/R</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>hel/hel</i>	<i>+/+</i>
Гороховидный	<i>+/+</i>	<i>P/P</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>
Ореховидный	<i>R/R</i>	<i>P/P</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>
Рожковидный (двойной)	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>Dv/Dv</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>
Короновидный (чашевидный)	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>Dc/Dc</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>
Частично раздвоенный	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>Dv/d</i>	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>
Гребень бреда	<i>+/+</i>	<i>+/+</i>	<i>Dv/Dv</i>	<i>+/+</i>	<i>bd/bd</i>

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

В настоящее время у домашних кур описано пять основных генов, детерминирующих формообразование 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 четырех диких видов рода *Gallus* и изучение этого признака у многочисленных межвидовых гибридов в пределах семейства фазановых показали наличие еще двух олигогенов, играющих важную роль в формировании морфологической изменчивости гребня. Это мономорфный для всех четырех 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 четко 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, удастся 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 n D** соответственно в 1-ой, 3-ей и 4-ой 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 все 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 // Repts.Evol.Comm.Roy.Soc.- 1902.- Vol.1-P. 87-124.
2. Cavalier A., Merat P. Relationships between the number of spickelets on single combs in the fowl and the presence of the rugged smooth gene mollifying rose comb. - "Ann. Biol. Anim. Biochim Biophys." 1967, v. 7, p. 205-207
3. Somes R.G.(Jr). International Registry of Poultry Genetics Stocks // Bull. / Storrs Agr. Exp. Sta.- Storrs: Univ.Connecticut Publ., 1988. - N 476. - 98 pp
4. Bateson W., Punnett R.C. Experimental studies in the physiology of heredity. Poultry // Repts. Evol. Comm. Roy. Soc. - 1908. - Vol. 4. - P. 18-35
5. Шаповалов Я.Я., Иофе Н.Ш. Сельскохозяйственная птица (альбом) М., изд-во «Колос», 1967 г. - 136 с.
6. Плохинский М. Математические методы в биологии,- М.: Изд-во МГУ, 1978.-264 с.
7. Лукьянова В.Д., Коваленко В.П., Бондаренко Ю.В. Связь формы гребня с воспроизводительными качествами кур // Птицеводство. - N 22. - "Урожай", 1976 (на украинском языке). - С. 9-12.
8. Бондаренко Ю.В., Кутнюк П.И. Корона короля птичьего двора // Приусадебное хозяйство. М.: 1990.-N2.-С.9-12.
9. Crawford R. Comb dimorfism in Wyandotte domestic fowl. 1. Sperm competition in relation to rose and single comb alleles. -

- "Canad. J.gen.Cytol.", 1965, v.7, p.500-504.
10. Геодакян В.А. Эволюционная логика дифференциации полов в филогенезе и онтогенезе: Автореф. дис. ... д-рф биол. наук. - М., 1987. - 32 с.
  11. Серебровский А.С. Избранные труды по генетике и селекции кур. - М.: Наука, 1976.-403 с.
  12. Коган З.М. Признаки экстерьера и интерьера у кур (генетика и хозяйственное значение). - Новосибирск: Наука, 1979. - 295 с.
  13. Редкие породы кур Старого и Нового Света / Под общ. ред. Ю.А. Рябокопя / - X., "НТМТ", 2004. - 120 с.
  14. Бондаренко Ю.В. 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. – 2013. Харків. – Вип. 69.-С.50-54.