

А. В. Макарова, А. Б. Вахрамеев

Использование аутосексных систем кур в разведении генофондных пород и популяций

Аннотация. Разделение суточных цыплят по полу в генофондных породах и популяциях кур имеет большое практическое значение, т. к. выращивание всех петушков до возраста бонитировки несет существенные материальные затраты и требует использования дополнительных площадей. Создание аутосексных пород и линий — один из путей сохранения уникальных генетических комплексов и снижения затрат на выращивание молодняка. Поиск генотипов животных и птицы с маркерными генами значительно ускоряет генетический прогресс и увеличивает точность селекционной работы. Исследовали возможность сексирования суточных цыплят в генофондных популяциях комбинированного типа продуктивности Опытная-1 и Опытная — ЦС. Популяция яично-мясных кур Опытная-1 выведена на основе скрещивания полосатых и бурых леггорнов. Популяция аутосексна благодаря взаимодействию генов «B» (Barring), «s+» (Silver), «e+» (Wild-type). Исследовали эффективность отбора родителей по собственному фенотипу в суточном возрасте и аутосексности потомства для повышения процента аутосексности цыплят в популяции Опытная-1. За три поколения отбора аутосексность суточного молодняка в популяции повысилась на 25% и достигла 95,8%. Мясо-яичная популяция Опытная-ЦС выведена скрещиванием Полтавских глинистых кур и Нью-гемпширов с палево-полосатыми 4-х линейными петухами кросса «Бройлер-6». Популяция аутосексна благодаря взаимодействию генов «B» (Barring), «s+» (Silver), «eWh» (Dominant wheaten). В одной из опытных групп точность сексирования по окраске пуха суточных цыплят составила 96%. Результаты исследования показали, что селекция по этому признаку в популяции Опытная-ЦС является перспективной.

Ключевые слова: куры, генотип, фенотип, аутосексность, окраска оперения, аллель, локус, генофонд.

Авторы:

Макарова Александра Владимировна — младший научный сотрудник отдела генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов с.-х. птиц; Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; Россия, г. Санкт-Петербург, п. Тярлево, 196601, Московское шоссе, 55 а; e-mail: admiralnak@mail.ru;

Вахрамеев Анатолий Борисович — старший научный сотрудник отдела генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов с.-х. птиц; Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; Россия, г. Санкт-Петербург, п. Тярлево, 196601, Московское шоссе, 55 а.

Введение.

Разделение суточных цыплят по полу в генофондных породах и популяциях кур имеет большое практическое значение, т. к. выращивание всех петушков до возраста бонитировки несет существенные материальные затраты и требует использования дополнительных площадей. Создание аутосексных пород и линий — один из путей сохранения уникальных генетических комплексов и снижения затратности выращивания молодняка. Определение генотипа животных и птицы значительно ускоряет генетический прогресс и увеличивает точность селекционной работы [1].

Окраска оперения кур является сложным генетически детерминированным признаком. Она зависит не только от отдельных генов и генных

комплексов, но и от взаимодействий между аллелями, разных локусов и генетического фона в целом. Очевидно, что окраска оперения — полигенный признак, в котором доминирование, эпистаз и другие генные взаимодействия являются важными компонентами, влияющими на окончательный фенотип [2]. Одни гены влияют на первичные эффекты — зональное и региональное распределение пигмента по телу птицы, другие — на распределение пигмента внутри отдельных перьев: полосатость, пятнистость, окаймленность и другие узоры пера. Это разделение условно, т. к. часть генов влияет и на первичные, и на вторичные фенотипические признаки окраски.

Ген «B» (Barring) сцеплен с полом и ограничивает распространение черного пигмента, создавая

полосатый узор пера; в то же время он является одним из генов — ослабителей окраски и влияет не только на окраску взрослой птицы, но и пух суточных цыплят [3].

Экспрессивность (степень фенотипического проявления гена) зависит от генов модификаторов и факторов среды [4]. Поэтому в разных сочетаниях эффект от влияния двойной дозы гена «*B*» у петушков на степень осветления окраски проявляется различно. Например, у кур пород амрокс и плимутрок ($\text{♂ } B/B S/S E/E$; $\text{♀ } B/\neg S/\neg E/E$) он влияет на величину и форму светлого затылочного пятна на фоне черной окраски пуха цыпленка. Однако различия по форме и размеру затылочного пятна слишком изменчивы, чтобы служить критерием для точного сексирования [5].

При выведении аутосексных пород (легбар, дорбар, и др.) использовались породы, содержащие в своем генотипе аллель дикой окраски «*e⁺*» вместо «*E*» — гена сплошной черной окраски. В этом сочетании эффект дозы гена «*B*» у петушков выражен сильнее, окраска пуха более светлая, чем у кур. Курочки темнее и имеют темные продольные полосы на спине и темную полосу вдоль линии глаза.

В экспериментальной популяции Опытная-1 (ВНИИГРЖ) с генотипами ($\text{♂ } B/B s^+/s^+ e^+/e^+$ и $\text{♀ } B/\neg s^+/\neg e^+/e^+$) исходная точность сексирования цыплят не превышала 70–75%. Целью исследований стало изучение возможности повышения этого показателя методами селекции. В течение трех лет в данной популяции проводился отбор птицы по аутосексности потомства и собственной окраске пуха в суточном возрасте и оценивалась эффективность селекции по этим признакам. Также была исследована возможность сексирования суточных цыплят в популяции Опытная-ЦС, имеющей в генотипе другой аллель локуса «*E*» — «*e^{Wh}*», детерминирующий пшеничную

окраску пуха цыплят и золотисто-рыжую окраску взрослого оперения.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводились с использованием коллекции «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» ВНИИГРЖ на птице популяций Опытная-1 и Опытная-ЦС. В популяции Опытная-ЦС были сформированы различные группы птицы по интенсивности окраски оперения и наличию полосатого узора пера, зависящие от генов-модификаторов. Для получения потомства использовалось искусственное осеменение кур в клетках индивидуального учета и естественное спаривание при содержании в групповых секциях [7]. Полученных цыплят после оценки по окраске пуха вскрывали для точного определения пола. В популяции Опытная-1 использовалась ротационная система проверки самцов и самок. Куры были разделены на группы по 5 голов на одного петуха. После двух закладок петуха меняли. После посадки нового петуха сбор яиц на инкубацию начинали не менее, чем через три недели (21 день).

В популяции Опытная-ЦС комплектовали опытные группы кур и петухов, имеющие различные варианты окраски. В первом варианте подбора были посажены светлые петухи и случайная выборка кур (без отбора), во втором варианте были отобраны наиболее светлые петухи и только полосатые куры, в третьем — темные петухи и случайная выборка кур (без отбора).

Так как породы феомеланиновой окраски оперения хорошо поддаются плюс-минус отбору [5], в течение трех лет проводился отбор птицы в популяции Опытная-1 по окраске пуха в суточном возрасте и по аутосексности потомства. На воспроизводство в клетки индивидуального учета отбирались куры от родителей, имеющих яркие фенотипические признаки половой принадлежности в суточном возрасте (фото 1 а и б, фото 2 а и б).



Фото 1. Окраска взрослого оперения птицы популяции Опытная-1: а — петух, б — курица



Фото 2. Цыплята популяции Опытная-1:
а — петушок, б — курочка

На фото 2 представлены цыплята популяции Опытная-1, отобранные от родителей, имеющих яркие фенотипические признаки половой принадлежности в суточном возрасте: курочка более темной окраски имеет черные продольные полосы на спине, характерные для дикой окраски; у петушка светло-палевая окраска пуха.

Результаты исследований. За два поколения прогресс по аутосексности потомства в популяции Опытная-1 составил 25,8%. Результаты селекции представлены на диаграмме (рис. 1).

Из данных диаграммы можно увидеть, что отбор генотипов, дающих наибольший процент аутосексности потомства по фенотипическим признакам, эффективен с последующим закреплением этих признаков в потомстве. В 2016 году аутосексность в Опытной-1 группе достигла 95,8%.

Окраска кур в популяции Опытная-ЦС, как и в большинстве феомеланиновых пород, имеет некоторую вариабельность. Она может быть светлее или темнее. При этом у кур не всегда проявляется полосатость оперения, т. к. ген «В» в од-

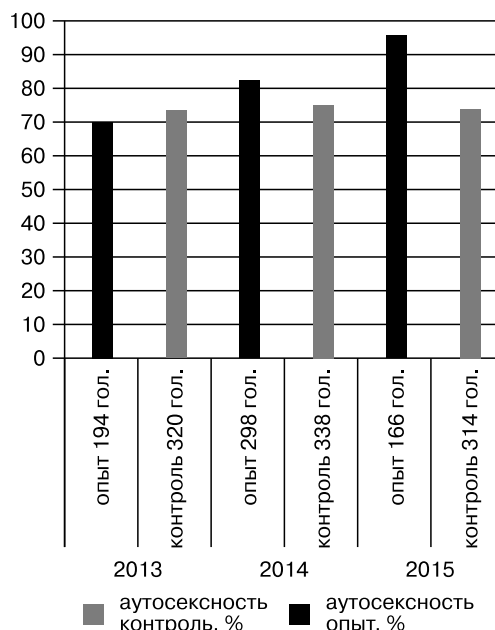


Рис. 1. Эффективность отбора родителей в популяции Опытная-1

ной дозе имеет неполную пенетрантность. Этот факт подтверждается нашими опытами на курах популяции Опытная-1 [6]. При анализирующих скрещиваниях не полосатых кур этой популяции выявлено наличие гена «В» в их генотипе. Мы предположили, что так как в генотипе популяции Опытная-ЦС присутствуют два гена окраски, сцепленные с полом («В» и «s⁺»), то она должна быть аутосексна вследствие эффекта дозы двух генов. Поэтому окраска пуха суточных петушков должна быть светлее окраски курочек. Чтобы определить, влияет ли окраска оперения взрослых особей в популяции Опытная-ЦС на аутосексность суточных цыплят, отобрали в опытные группы кур и петухов, имеющих различные варианты окраски (фото 3 а и б).

В результате проведенного опыта получено 112 цыплят, которых разделили на более светлых



Фото 3. а — Темно-полосатый петух и б — полосатая курица популяции Опытная-ЦС

(предполагаемых петушков) и более темных (предполагаемых курочек).

На фото 4 представлены петушок и курочка популяции Опытная—ЦС, различные по окраске пуха. Аутосексность цыплят в каждой группе представлена в таблице 1. Наиболее высокий процент аутосексности (96%) наблюдался в группе темных петухов и случайной выборки кур, наименьший — (86%) в группе светло-полосатых петухов и полосатых кур.

Некоторые суточные петушки имели более темную палевою окраску пуха и светлое затылочное пятно. Эти петушки могут быть гетерозиготны по гену «B» или другим генам, влияющим на пух суточных цыплят. Поэтому полученные данные требуют повторных исследований при содержании кур в клетках индивидуального учета. На окраску пуха цыплят могут оказывать воздействие гены, ослабляющие или усиливающие количество пигмента. Например, ген «Co», являющийся ограничителем эумеланина и ослабляющий феомеланиновый пигмент [2]. З. М. Коган также описывает сцепленный с полом ген «Li», ослабляющий феомеланиновые участки пуха цыплят, но не влияющий на эумеланиновую окраску [5]. Эти данные требуют дальнейших исследований генотипа популяции Опытная—ЦС.

Опытные популяции коллекционера «Генофонд» ВНИИГРЖ имеют высокие (для комбинированных пород) продуктивные качества и пользуются спросом в приусадебных хозяйствах Ленинградской области и других регионов России. Яйценоскость кур популяции Опытная-1 за 52 недели жизни — 110–115 яиц (в среднем на уровне 61–64% кладки).



Фото 4. Желтый петушок (слева) и палевая курочка (справа) популяции Опытная—ЦС

Выводы.

1. Доказана эффективность отбора родителей по окраске оперения в суточном возрасте и собственному фенотипу для повышения точности сексирования в популяции Опытная-1. За три года аутосексность цыплят повысилась с 70,0 до 95,8%.
2. Популяция Опытная—ЦС является носителем сцепленных с полом генов «B» (*Barring*), «s⁺» (*Silver*), «e^{Wh}» (*Dominant wheaten*), определяющих окраску пуха суточных цыплят, и при соответствующем отборе и подборе родителей точность сексирования в популяции может достичь почти 100%.
3. Дальнейшая работа с породами и популяциями, имеющими гены окраски, сцепленные с полом, позволит разделять петушков и курочек в суточном возрасте и снизить затраты на выращивание молодняка.

Таблица 1. Аутосексность цыплят популяции Опытная—ЦС в группах, различных по окраске взрослой птицы

Варианты подбора родителей	Выведено цыплят, гол	Желтых петушков, гол	Палевых курочек, гол	Аутосексность, %
Вариант—1 *	37	18	15	89
Вариант—2**	44	23	15	86
Вариант—3***	31	14	16	96
Итого	112	55	46	90

Вариант—1* — светлые петухи и случайная выборка кур;

Вариант—2** — наиболее светлые петухи и только полосатые куры;

Вариант—3*** — темные петухи и случайная выборка кур.

Исследование поддержано программой развития биоресурсных коллекций ФАНО

Литература

1. Дементьева Н. В. Полиморфизм однонуклеотидных замен в гене GDF-8 у кур генофондных пород / Н. В. Дементьева, О. В. Митрофанова, С. А. Шабанова // Известия СПбГАУ. — 2015. — № 38. — С. 62.
2. Crawford R. D. Poultry Breeding and Genetics // Elsevier. — 1991. — 1123 с.
3. Алексеевич Л. А. Генетика одомашненных животных. / Л. А. Алексеевич, Л. В. Барабанова, И. Л. Суллер // СПб-Ломоносов. — 2000. — 318 с.
4. Бычаев А. Г. Точность оценки генотипа — основа создания новых высокопродуктивных кроссов птицы // Актуальные проблемы генетики, селекции и воспроизводства сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. Россельхозакадемии. — СПб, 2011. — С. 189–195.
5. Коган З. М. Признаки экстерьера и интерьера у кур. — Новосибирск, 1979. — С. 187–205.
6. Макарова А. В., Вахрамеев А. Б. Влияние генетической среды на экспрессию генов колорсексности // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сб. науч. тр. — ч. I, 2017. — С. 218–223.
7. Целютин К. В., Тур Б. К. Искусственное осеменение и криоконсервация спермы сельскохозяйственной птицы (петухи, индюки, гусаки, селезни). — СПб. — Пушкин: ГНУ ВНИИГРЖ Россельхозакадемии, 2013. — 81 с.

Makarova A. V., Vakhrameev A. B.

Use of autosex chicken systems in the breeding of gene pools and populations

Abstract. Sex separation of day old chicks in gene pool is of big practical importance, because growing of excessive male chicks until mature age is expensive and needs additional housing space. Creation of autosexable lines and breeds could act as a way of preservation of unique genetic complexes and reduction of rearing costs. Use of genotypes with marker genes accelerates genetic progress and increases efficiency of breeding. In the presented study there was investigated possibility to separate by sex day old chicks in gene pool populations of combined productivity types- Experimental-1 and Experimental CS. The egg-meat population Experimental -1 has been bred by crossing of Barred and Brown Leghorns. This population is sexable thanks to the interaction of genes «B» (Barring), «s+» (Silver), «e+» (Wild-type). The efficiency of selection of parents for colour auto-sexing of offspring and their own phenotype at 1-day age was studied to increase the accuracy of chicken separation by sex in the Experimental-1 population. For three generations of selection the accuracy of sexing in the population increased by 25% and reached 95.8%. The meat-egg population Experimental CS was created by crossing of Poltava Clay and New Hampshire hens with Pale-barred 4-line cocks of the cross «Broiler-6». The resulted population is autosexable due to interaction of genes «B» (Barring), «s+» (Silver), «eWh» (Dominant wheaten). In one of the experimental groups the accuracy of sex separation by plumage coloration in day old chicks reached 96%. The results of the investigation confirmed, that the breeding for this trait in Experimental-CS population is prospective.

Key words: chickens, genotype, phenotype, chick-sexing, plumage color, allele, locus.

Authors:

Makarova Alexandra Vladimirovna — Junior research scientist of the Department of poultry genetics, breeding and gene pool preservation, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry; Russia, St. Petersburg, Tyarlevo, Moscovskoe sh., 55 a; e-mail: admiralnak@mail.ru;

Vakhrameev Anatoly Borisovich — Senior research scientist of the Department of poultry genetics, breeding and gene pool preservation; Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry; Russia, St. Petersburg, Tyarlevo, Moscovskoe sh., 55 a; e-mail: ab_poultry@mail.ru.

The study was supported by Federal Agency for Scientific Organizations program for support the bioresource collections

References

1. Dement'eva N. V. Polimorfizm odnonukleotidnyh zamen v gene GDF-8 u kur genofondnyh porod (Polymorphism of single-nucleotide substitutions in the gene of GDF-8 in the hens of gene pool breeds) / N. V. Dement'eva, O. V. Mitrofanova, S. A. Shabanova // *Izvestija SPbGAU*. — 2015. — № 38. — S. 62.
2. Crawford R. D. *Poultry Breeding and Genetics* // Elsevier. — 1991. — 1123 s.
3. Alekseevich L. A. *Genetika odomashnennyh zhivotnyh (Genetics of domesticated animals)* / L. A. Alekseevich L. V. Barabanova, I. L. Suller // SPb-Lomonosov. — 2000. — 318 s.
4. Bychaev A. G. Tochnost' ocenki genotipa — osnova sozdaniya novyh vysokoproduktivnyh krossov pticy (The accuracy of the evaluation of the genotype is the basis for the creation of new highly productive crossbows). // *Aktual'nye problemy genetiki, selekcii i vosпроизводства sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: Sbornik nauchnyh trudov Rossel'hozakademii*. — SPb, 2011. — S. 189–195.
5. Kogan Z. M. *Priznaki jekster'era i inter'era u kur (Signs of the exterior and interior of the hens)*. — Novosibirsk, 1979. — S. 187–205.
6. Makarova A. V., Vahrameev A. B. Vlijanie geneticheskoy sredy na jekspressiju genov kolorseksnosti (The influence of the genetic medium on the expression of genes of colorectal content) // *Nauchnoe obespechenie razvitija APK v uslovijah importozameshhenija: sbornik. nauchnyh trudov*. — ch. I. — 2017. — S. 218–223.
7. Celjutin K. V., Tur B. K. *Iskusstvennoe osemnenie i kriokonservacija spermy sel'skohozjajstvennoj pticy (petuhi, indjuki, gusaki, selezni) (Artificial insemination and cryopreservation of semen of farm birds (cocks, turkeys, geese, spruce))*. — SPb.-Pushkin: GNU VNIIGRZh Rossel'hozakademii, 2013. — 81 s.