

Е. С. Федорова, О. И. Станишевская

Селекция кур породы русская белая для целей биопромышленности

Аннотация. Статья посвящена проблеме создания специализированных популяций кур, эмбрионы которых предназначаются для производства отечественных вирусных эмбриональных вакцин для животных и человека, что особенно актуально в настоящее время в связи с необходимостью решения проблемы импортозамещения. Представлены данные об эффективности селекционной работы, полученные по выходу аллантаисно-амниотической жидкости у 12,5-суточных эмбрионов: не менее 0,200 мл/г массы яйца и не менее 10 мл на эмбрион. Установлено, что за три поколения отбора в популяции кур породы русская белая из «Генетической коллекции редких и исчезающих пород кур» ВНИИГРЖ, направленного на повышение выхода вакцинного сырья (экстраэмбриональной, то есть аллантаисной и амниотической, жидкости) для биопромышленности, наряду с качественными характеристиками яиц и условиями инкубации, на выход вакцинного сырья оказывают влияние и генетические факторы. Коэффициент наследуемости выхода аллантаисно-амниотической жидкости (мл/г массы яйца) по курам-матерям составил 0,25, в то время как по петухам-отцам его значение находилось на уровне 0,19. Сделаны выводы, что селекция на повышение выхода экстраэмбриональной жидкости должна предусматривать оценку и отбор по данному показателю как петухов, так и кур. Причем кур необходимо оценивать не только по собственным эмбрионам, а петухов – по эмбрионам матерей, но и обязательно по частоте встречаемости сестёр как кур, так и петухов, с высоким (не менее 0,200 мл/г массы яйца и не менее 10 мл на эмбрион) выходом жидкости, благодаря чему за три поколения отбора частота встречаемости кур с заданным выходом экстраэмбриональной жидкости их эмбрионов увеличилась на 44,8%, что позволило повысить объём получаемого от данного стада вакцинного сырья в целом.

Ключевые слова: куры, вакцинное сырье, селекция, частота встречаемости, экстраэмбриональная жидкость.

Авторы:

Федорова Елена Сергеевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных птиц; e-mail: fedorova816@mail.ru;

Станишевская Ольга Игоревна — доктор биологических наук, гл. научный сотрудник отдела генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных птиц; e-mail: olgastan@list.ru.

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», 196601, Россия, г. Санкт-Петербург, п. Тярлево, 55а.

Введение. В связи со сложной эпизоотической обстановкой в мире увеличилась потребность в проведении вакцинаций птиц, животных, а также человека. Развитие рынка вакцин и постоянный рост поголовья птицы привели к увеличению объемов производства вакцинных препаратов и необходимости разработки методов массового получения вирусного сырья в сочетании с повышением экономической эффективности и снижением затрат на производство вакцин.

В России нет популяций птиц, отселекционированных для целей биопромышленности, в связи с чем для производства вакцин используются яйца кур обычных промышленных кроссов. За ру-

бежом для производства вакцин используются SPF (свободные от специфических патогенов) и «чистые яйца» [1], крупнейшим мировым производителем которых является фирма Valo Biomedica [2]. Особенностью последних является отсутствие в них специфических антигенов и антител (в зависимости от производимой вакцины), благодаря «щадящей» схеме вакцинации птицы или отсутствию вакцинации против определенных заболеваний. Производство SPF яиц экономически является очень дорогим, поскольку они производятся в условиях строгой изоляции и не содержат антигенов и антител против агентов, список которых представлен в Европейской фармакопее [3]. Особенностью

SPF яиц является полное отсутствие вакцинаций птицы. Так как в России нет специализированных предприятий по производству «чистых» и SPF яиц, производители отечественных вакцин вынуждены закупать SPF яйца в других странах, а вместо «чистых» — использовать яйца промышленных несушек, подвергающихся жесткой схеме вакцинации, что негативно отражается на качестве получаемых вакцин.

Взятый страной курс на импортозамещение подразумевает, в том числе, и снижение зависимости от поставок иностранных фармакологических препаратов. Таким образом, возникла необходимость разработки технологических и селекционных приемов оценки и отбора кур для целей отечественной биопромышленности. Фирма Valo BioMedia, как селекционно-генетическая фирма, реализующая 4-линейных финальных гибридов — крупнейший производитель «чистых» и SPF яиц, не разглашает методы селекционной работы с птицей. В связи со сложной эпизоотической обстановкой и постоянно растущими объемами производства вакцин на РЭК (развивающихся куриных эмбрионах) в России необходимо разработать свои методы оценки качества куриных яиц для увеличения выхода аллантоисно-амниотической жидкости от эмбрионов, а также эффективные методы создания специализированных популяций птицы для использования в отечественной биопромышленности и производстве «чистого яйца» с повышенным выходом экстраэмбриональной жидкости, которая служит сырьем для получения вакцин, что позволит не только уменьшить количество используемых эмбрионов, но и повысить экономическую эффективность производства вакцин.

С точки зрения пищевой ценности качественные характеристики яиц изучены достаточно полно, но почти полностью отсутствует информация о значении этих показателей для биологической промышленности. В литературных источниках имеются данные о влиянии качественных характеристик яиц и технологии инкубации на развитие эмбрионов сельскохозяйственных птиц, а также на формирование продуктивных признаков [4, 5, 6]. Их роль в накоплении аллантоисной и амниотической жидкостей стали изучать во ВНИИГРЖ в 2014г. [7]. Установлена связь объема экстраэмбриональной жидкости с некоторыми качественными характеристиками яиц [8] и технологическими параметрами инкубации. Наиболее значимыми являются масса яйца и усушка яиц в процессе инкубации. Коэффициент корреляции между массой яиц и абсолютным объемом аллантоисно-амниотической жидкости находится на уровне 0,60, а между массой яиц и относительным объемом —

0,25. Коэффициент корреляции между усушкой и абсолютным объемом жидкости составил -0,3, а между усушкой и относительным -0,38. Объем экстраэмбриональной жидкости также увеличивается с возрастом кур, вероятно, по причине увеличения массы яиц [9].

Кроме того, следует принять во внимание и влияние генетических факторов на накопление экстраэмбриональной жидкости. В исследованиях Лапа М. А. [9] установлены межпородная и индивидуальная изменчивость по данному показателю. Установлено наличие генетических различий в объеме аллантоисной и амниотической жидкостей РЭК, используемых для производства вакцин [9, 10, 11], хотя физиологические причины, обуславливающие данные различия, не ясны, и механизм генетической детерминации, механизм наследования данного показателя остается малоизученным [12, 13].

Однако развитие внеэмбриональных оболочек (амнион, аллантоис) у эмбрионов кур исследовано давно и подробно [12, 13]. Количество амниотической жидкости достигает максимума на 13–14 день инкубации (ее вес в этот период достигает 8–9% от начального веса яйца) [13, 14, 15]. Полость аллантоиса являетсяместищем для продуктов распада протеинов, выводимых сперва первичной, а затем и постоянной почкой. Вода из эмбриональной мочи всасывается кровеносными сосудами аллантоиса, а содержащиеся в ней сухие вещества образуют в полости аллантоиса грязновато-белые отложения. Таким образом, как состав, так и объем аллантоисной жидкости в течение эмбрионального развития не является неизменным [13]. В жидкости аллантоиса также содержатся такие продукты жизнедеятельности как аммиак и мочевины (содержание их достигает максимума на 14-й день) [12, 13].

В результате исследований установлено, что максимальный объем экстраэмбриональной жидкости можно получить на 12,5 сутки инкубации [11], кроме того, в этом же возрасте начинают появляться эмбрионы, аллантоисная жидкость которых содержит отложения мочекислых солей. Таким образом, при проведении селекции оптимальным возрастом для оценки кур по максимальному выходу аллантоисно-амниотической жидкости с точки зрения ее количества и качества являются 12,5 сутки инкубации. Далее количество жидкости постепенно снижается. Вероятно, это связано с тем, что эмбрионы начинают потреблять экстраэмбриональную жидкость в процессе своего роста и развития [13].

Целью наших исследований было изучить степень влияния генетических факторов на объ-

ем экстраэмбриональной жидкости 12,5-суточных эмбрионов, оценить эффективность разрабатываемых методов селекции на повышение выхода вакцинного сырья в поколениях отбора.

Материалы и методы исследований. Эксперименты проводились на популяции русских белых кур, разводимых в ЦКП «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» ВНИИГРЖ и изначально селекционируемой на устойчивость к пониженным температурам выращивания молодняка в раннем возрасте и неопластическим заболеваниям [16]. Птица экспериментальной популяции содержалась в индивидуальных клетках при искусственном осеменении и принятой в хозяйстве технологии кормления и содержания. Массу яиц и эмбрионов определяли с точностью до 0,1 г на весах AND HL-400. Абсолютный объем аллантаино-амниотической жидкости определяли у 12,5-суточных эмбрионов с помощью мерного цилиндра с точностью до 0,1 мл; относительный — в расчёте на 1 г массы яйца. Полученные данные обрабатывали с помощью статистического редактора Microsoft Excel и программы для статистического анализа данных Statistica 6.0, а также с использованием методик биометрического анализа, изложенных в книге Н. А. Плохинского [17] и Д. Лаша [18].

Основным критерием отбора при проведении селекции являлся средний выход экстраэмбриональной жидкости от 3–5 штук 12,5-суточных эмбрионов от каждой курицы. Для воспроизводства следующего поколения использовались только куры, эмбрионы которых давали не менее 0,200 мл/г массы яйца и не менее 10 мл экстраэмбриональной жидкости на эмбрион; петухи — от матерей и имеющие сестер с такими же пока-

зателями выхода аллантаино-амниотической жидкости их эмбрионов [19].

Результаты и их обсуждение. Селекционная работа, направленная на увеличение выхода аллантаино-амниотической жидкости у эмбрионов, велась как с петухами, так и с курами. В F_0 было укомплектовано 12 гнезд, в ходе дальнейшей селекционной работы выделено 15 лучших по показателю выхода экстраэмбриональной жидкости семейств. Наиболее интенсивному отбору по показателю выхода жидкости у РЭК подверглись петухи, которые оценивались по продуктивности их матерей и сестер. По результатам использования отобранных таким образом петухов установлено, что почти все петухи-сыновья показали увеличение частоты встречаемости их дочерей с высоким выходом аллантаино-амниотической жидкости в расчете на 1 г массы яйца. Полученные за 3 поколения отбора результаты на примере 7 гнезд представлены на рис. 1.

В целом отбор по данному показателю позволил увеличить количество кур в лучших отобранных семействах с выходом жидкости 0,200 мл/г массы яйца и выше. Так, при сравнении по этому признаку петухов, оцененных в F_0 , с их правнуками установлено, что частота встречаемости кур-дочерей с высоким выходом экстраэмбриональной жидкости практически во всех гнездах увеличилась в среднем на 25,2%.

Тем не менее, некоторые петухи при сравнении с их петухами-отцами показали снижение частоты встречаемости дочерей с высоким выходом экстраэмбриональной жидкости. В ходе анализа данных с учетом генеалогии установлено, что основополагающую роль в передаче такого качества, как уровень выхода экстраэмбриональной

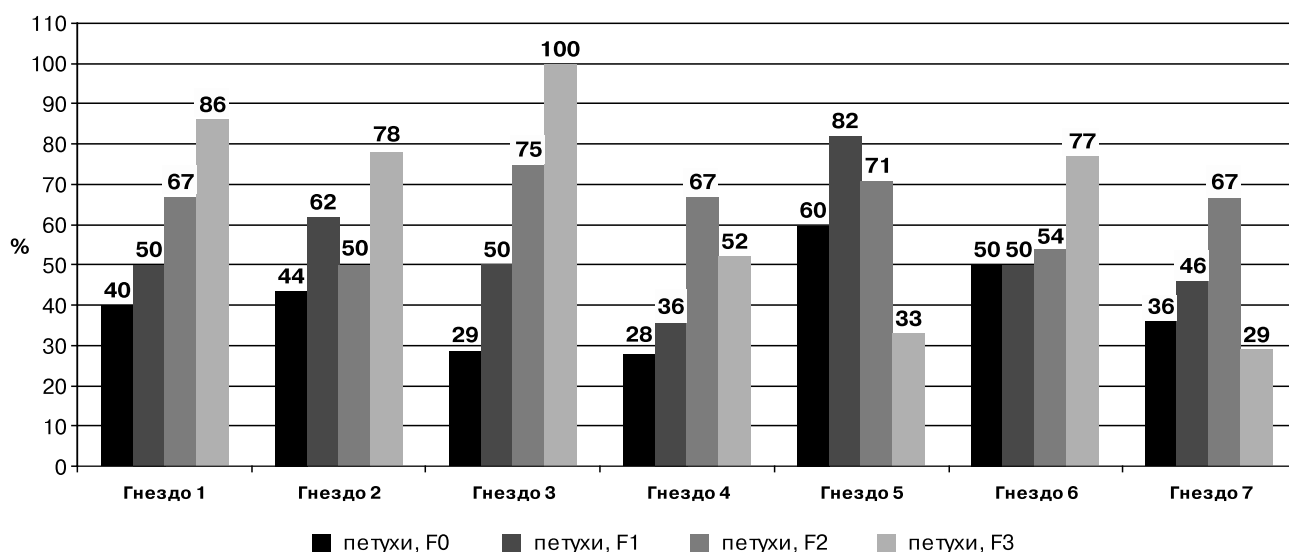


Рис. 1. Частота встречаемости (%) по петухам кур-дочерей с выходом экстраэмбриональной жидкости из 12,5-суточных эмбрионов не менее 0,200 мл/г и не менее 10 мл

жидкости эмбрионов, играет материнский организм. Рассчитанный нами коэффициент наследуемости выхода жидкости (мл/г) по матерям составил 0,25, в то время как по отцам его значение находилось на уровне 0,19.

Определяющее влияние кур-матерей хорошо прослеживается на примере двух групп, берущих свое начало от одного петуха № 28 в F₀ (рис. 2).

Получаемый эффект селекции напрямую зависит от происхождения подбираемых в гнездо кур. Так, в первой группе от поколения к поколению наблюдался рост частоты встречаемости дочерей с высоким выходом экстраэмбриональной жидкости их эмбрионов, а во второй первоначальный рост сменился резким снижением данного показателя. В первом случае, несмотря на то, что частота встречаемости кур-сестер петухов группы 1 находилась на уровне 44–45%, в F₃ было получено потомство от сочетания с курами, у которых

частота встречаемости сестер с выходом экстраэмбриональной жидкости не менее 0,200 мл/г и не менее 10 мл, составила 75–83%. Частота встречаемости дочерей от таких родителей в среднем находилась на уровне 77%. Во втором случае петух, оцененный по выходу жидкости РЭК его матерей и сестер с частотой встречаемости последних на уровне 69%, «работал» на курах, у которых только четверть сестер имела хорошие показатели выхода аллантоисно-амниотической жидкости. Лишь 44% кур, полученных от такого сочетания, показали высокий выход жидкости у их эмбрионов. Этот фактор необходимо принимать во внимание при формировании гнезд и оценке петухов по качеству потомства.

В селекционной работе для дальнейшего воспроизводства использовались только те куры, эмбрионы которых давали не менее 0,200 мл/г массы яйца и не менее 10 мл экстраэмбриональной

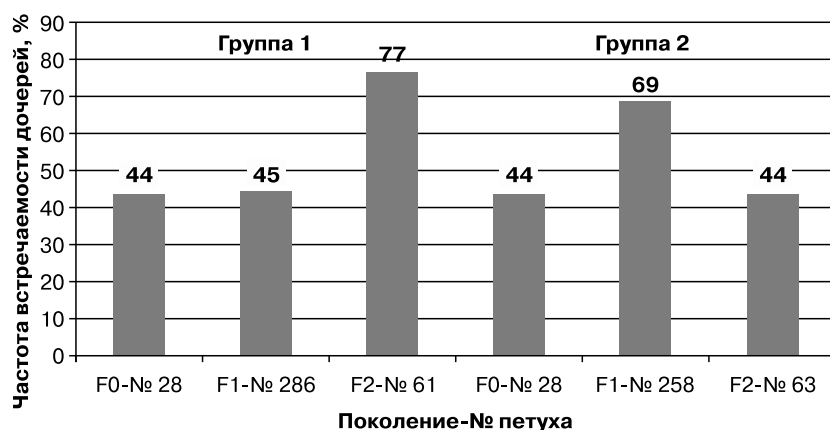


Рис. 2. Частота встречаемости кур-дочерей с выходом экстраэмбриональной жидкости их 12,5-суточных эмбрионов не менее 0,200 мл/г и не менее 10 мл по поколениям в двух группах петухов-сыновей из гнезда петуха № 28

жидкости на эмбрион; петухи — имеющие матерей и сестер с такими же показателями выхода аллантоисно-амниотической жидкости их эмбрионов. Тем не менее, куры, реже и петухи, удовлетворяющие этому требованию, могли происходить из гнезд, в которых частота встречаемости их сестер с высоким показателем выхода экстраэмбриональной жидкости находилась на среднем или даже невысоком уровне. В силу необходимости сохранения генетического разнообразия в малочисленной популяции русских белых кур мы были вынуждены использовать в племенных це-

Таблица 1. Зависимость частоты встречаемости кур-дочерей с выходом экстраэмбриональной жидкости их эмбрионов не менее 0,200 мл/г и не менее 10 мл, полученных от разных сочетаний родителей

Частота встречаемости сестер петухов-отцов, %	Частота встречаемости сестер кур-матерей, %	Частота встречаемости кур-дочерей, %
Петухи и куры с высокой частотой встречаемости их сестер с высоким выходом экстраэмбриональной жидкости		
75±7 83±6	71±6 69±5	100±8 71±6
Петухи с высокой частотой встречаемости их сестер с высоким выходом экстраэмбриональной жидкости, а куры — с низкой		
69±6 83±8 71±7	25±6 45±6 33±5	44±5 50±5 29±6
Петухи с низкой частотой встречаемости их сестер с высоким выходом экстраэмбриональной жидкости, а куры — с высокой		
50±5 45±5	67±6 83±7	60±6 79±7

лях и таких особей. Примеры различных комбинаций подбора родительских пар (240 кур и 30 петухов) с учетом происхождения по курам и петухам по популяции в целом представлены в табл. 1.

Динамика частоты встречаемости по матерям кур с выходом экстраэмбриональной жидкости их эмбрионов не менее 0,200 мл/г и не менее 10 мл на примере шести семейств представлена на рис. 3.

Как видно из рис. 3, при работе с семействами каждое последующее поколение отбора показывает стабильное увеличение частоты встречаемости кур-дочерей с высоким выходом аллантаисно-амниотической жидкости их 12,5-суточных эмбрионов.

Полученные данные позволяют утверждать, что селекция кур на повышение выхода вакцинного сырья от их эмбрионов (аллантаисно-амниотической жидкости) достаточно эффективна. Максимальный положительный эффект может быть достигнут только при обязательной оценке и отбору птицы по данному показателю как с учетом происхождения петухов, так и с учетом происхож-

дения кур. Использование петухов из гнезд с высокой частотой встречаемости сестер с выходом экстраэмбриональной жидкости их эмбрионов не менее 0,200 мл/г и не менее 10 мл на курах из гнезд с невысокой частотой встречаемости по данному показателю, привело к росту частоты встречаемости их дочерей за 3 поколения отбора на 11,3%. Если же частота встречаемости сестер с заданным выходом аллантаисно-амниотической жидкости их эмбрионов была на высоком уровне как у петухов, так и у кур, то рост частоты встречаемости кур-дочерей за 3 поколения отбора составил 44,8%.

Выводы. Селекция на повышение выхода экстраэмбриональной жидкости должна предусматривать оценку по данному показателю как петухов, так и кур. Причем кур необходимо оценивать не только по собственным эмбрионам, а петухов — по эмбрионам матерей, но и обязательно по частоте встречаемости сестер как кур, так и петухов, с высоким выходом аллантаисно-амниотической жидкости.

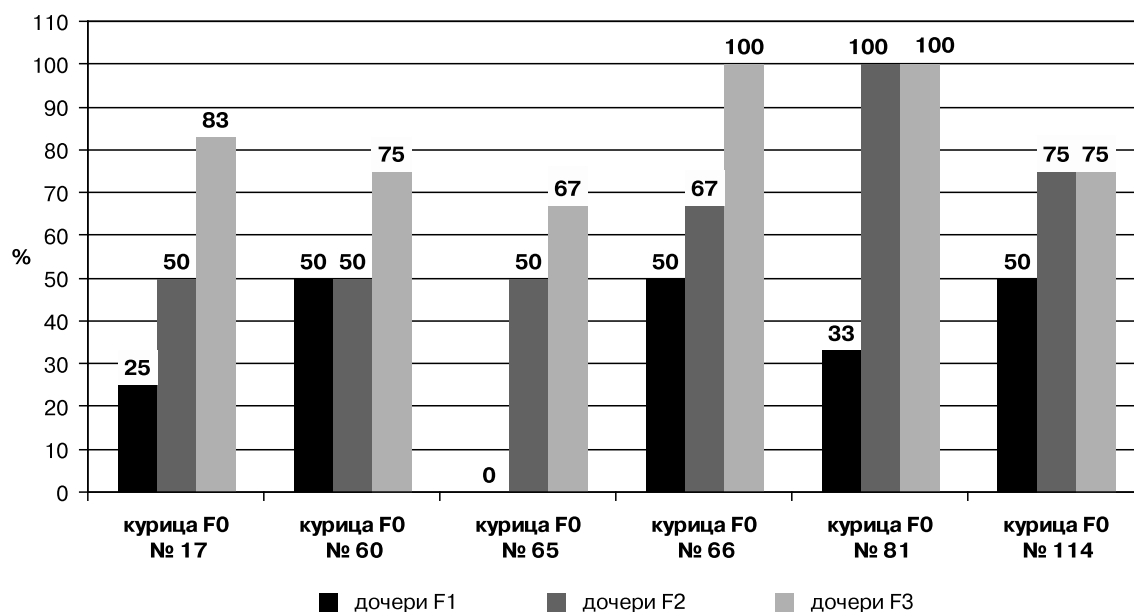


Рис. 3. Частота встречаемости (%) в семействах кур по поколениям кур-дочерей с выходом экстраэмбриональной жидкости их 12,5-суточных эмбрионов не менее 0,200 мл/г и не менее 10 мл

Исследования проведены в рамках выполнения задания Федерального агентства научных организаций (ФАНО) № АААА-А18-118021590134-3 в 2018 году

Литература

1. Kock M. Fertile eggs — a valuable product for vaccine production / M. Kock, G. Seemonn / Lohmann Information. Д. — 2008. — Vol. 43 (2). — P. 37–40.
2. VALO BioMedia GmbH: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.valobiomedia.com/38.spf-eggs.html>. (Дата обращения: 22.04.2018)
3. European Pharmacopoeia (Ph. Eur.) 9th Edition [Электронный ресурс]. URL: <https://www.edqm.eu/node/15048> (Дата обращения: 22.04.2018)
4. Торицина Е. С. Влияние величины желтка на качество яиц, рост и развитие эмбрионов и неонатальных цыплят / Е. С. Торицина, О. И. Станишевская // Селекционно-генетические методы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сборник научных трудов ГНУ ВНИИГРЖ Россельхозакадемии, 2006. — № 2. — С. 247–254.

5. Станишевская О. И. Оценка и отбор яичных и мясных кур по физико-химическим характеристикам яиц для использования в программах селекции на повышение генетического потенциала экономически-значимых признаков (научно-методические рекомендации) / О. И. Станишевская, Е. С. Торичина. — Санкт-Петербург-Пушкин, 2006. — 35 с.
6. Willems E. Importance of albumen during embryonic development in avian species, with emphasis on domestic chicken / E. Willems, E. Decuyper, J. Buyse, and N. Everaert // World's Poultry Science Journal. — 2014. — Vol. 70(03). — P. 503–518.
7. Лapa M. A. The quality characteristics of eggs: Impact of the volume of allantoic-amniotic fluid of chicken embryos / M. A. Lapa, O. I. Stanishevskaya, V. B. Dmitriev, Lizhi Lu // Animal husbandry and feed science. — 2015. — vol. 7 (3). — P. 140–143. (Базы цитирования: CABI, CA, EBSCO, COVIP).
8. Cherepanov S. V., Lapa M. A., Stanishevskaya O. I. Criteria of an assessment of «vaccine eggs» quality // Proceedings of the XIV European Poultry Conference, 23-27 June 2014 Norway, P. 505.
9. Лапа М. А. Критерии оценки и отбора птицы с целью повышения пищевых и биотехнологических качеств яиц: автореф. дис... канд. биол. наук. СПб-Пушкин, 2015. — 21 с.
10. Cherepanov S. V., Lapa M. A., Stanishevskaya O. I. Criteria of an assessment of «vaccine eggs» quality // Proceedings of the XIV European Poultry Conference, 2014, Norway. — P. 505.
11. Лапа М. А. Влияние генотипа матерей, отцов и возраста развивающихся эмбрионов кур на объем и качество аллантаино-амниотической жидкости / М. А. Лапа // Генетика и разведения животных, 2015. — № 1. — С. 14–21.
12. Рагозина М. Н. Развитие зародыша домашней курицы в его соотношении с желтком и оболочками яйца. — М.: АН СССР, 1961. — 167 с.
13. Рольник В. В. Биология эмбрионального развития птиц. — Л.: Наука, 1968. — 425 с.
14. Romanoff A. L. Membrane growth and function / A. L. Romanoff // Ann. N. Y. Acad. Sci., 1952. — Vol. 55. — P. 2–288.
15. Buhr R. J. Incubation relative humidity effects on allantoic fluid volume and hatchability / R. J. Buhr // Poultry Science, 1995. — Vol. 74(5). — P. 874–884.
16. Соколова А. Н. Генетико-селекционные методы создания популяции кур с повышенной устойчивостью к неоплазмам: Автореф. дис. — СПб. — 1999. — 56 с.
17. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. — 256 с.
18. Lush J. L., 1994. The Genetics of Populations, edited by Chapman A. B., Schrode R. R., editors. Iowa State University, Ames, IA. - 900 p.
19. Федорова Е. С. Эффективность селекции кур породы русская белая на повышение выхода вакцинного сырья / Е. С. Федорова, О. И. Станишевская, Ю. Л. Силокова // Генетика и разведение животных. — № 3. — С. 46–50.

Fedorova E., Stanishevskaya O.

Methods of creation of a broiler cross for farmers and backyard producers with use of gene pool breeds from the bioresource collection of RRIFAGB

Abstract. *This article highlights the problem of creation of the specialized chicken breeds — producers of embryos with unique properties for production of the domestic viral embryonic vaccines for animal and human medicine. This matter is particularly actual nowadays to solve the problem of import replacement. There are presented materials, concerning the efficiency of breeding of the Russian White breed, kept in the «Genetic collection of rare and vanishing chicken breeds» of the Russian Institute of Farm Animal Genetics and Breeding in order to increase output of raw liquids for production vaccines (extraembryonic liquids — i.e. allantoic and amniotic liquids). There was found, that besides quality the parameters of hatching eggs and circumstances of incubation, the outcome of vaccine raw materials depends on genetic factors too. The coefficient of heritability of the allantoic-amniotic liquid output volumes (ml/g of egg mass) in mother hens was 0,25, while in father cocks — 0,19. There was concluded, that the breeding program for improvement of the output of extraembryonic liquids must include evaluation and selection for this trait both cocks and hens. The hens should be evaluated not only by their own embryos and cocks not only by embryos of their mothers, but also by occurrence in sisters both of hens and cocks the birds with high (not less than 0,200 ml/g egg mass and not less than 10 ml per embryo*

at the age of 12,5 days of incubation) yield of the allantoic-amniotic liquid. These measures enable to increase within three selection generations the occurrence of hens with desirable output of extraembryonic liquids in their progeny embryos up to 44,8%. As a result this will sufficiently increase the volumes of valuable raw extraembryonic liquids for vaccine production from a chicken flock.

Key words: chicken, vaccine raw materials, breeding, occurrence, extraembryonic liquid.

Authors:

Fedorova E. — PhD (Biol. Sci.), Senior research scientist of the Department of poultry genetics, breeding and gene pool preservation; e-mail: fedorova816@mail.ru;

Stanishevskaya O. — Dr. Habil. (Biol. Sci.), Leading research scientist of the Department of poultry genetics, breeding and gene pool preservation; e-mail: olgastan@list.ru.

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, 196601, St. Petersburg, p.Tjarlevo, Moskovskoe shosse, 55a.

References

1. Kock M. Fertile eggs — a product for vaccine production / M. Kock, G. Seemomn / Lohmann Information. D. — 2008. — Vol. 43 (2). — P. 37–40.
2. VALO BioMedia GmbH: [Electronic resource]. URL: <http://www.valobiomedia.com/38.spf-eggs.html>. (Date of reference: 04.22.2018).
3. European Pharmacopoeia (Ph. Eur.) 9th Edition [Electronic resource]. URL: <https://www.edqm.eu/node/15048> (Revised: 04/22/2018).
4. Toricina E. S. Effect of yolk size on egg quality, growth and development of embryos and neonatal chickens / E. S. Toricin, O. I. Stanishevskaya // Selection and genetic methods for increasing the productivity of agricultural animals: a collection of scientific papers of the GNU VNIIRZH Russian Agricultural Academy, 2006. — № 2. — P. 247–254.
5. Stanishevskaya OI. Evaluation and selection of egg and meat chickens on the physico-chemical characteristics of eggs for use in breeding programs to increase the genetic potential of economically significant traits (scientific and methodological recommendations) / O. I. Stanishevskaya, E. S. Toricin.- St. Petersburg-Pushkin, 2006. — 35 p.
6. Willems E. Importance of albumen during domestic breeding, with emphasis on domestic chicken / E. Willems, E. Decuypere, J. Buyse, and N. Everaert // World's Poultry Science Journal. — 2014. — Vol. 70 (03). — P. 503–518
7. A. A. Lapa, O. I. Stanishevskaya, V. B. Dmitriev, Lizhi Lu // Animal husbandry and feed science. — 2015. — vol. 7 (3). — P. 140–143 (Citation databases: CABI, CA, EBSCO, COVIP).
8. Cherepanov S. V., Lapa M. A., Stanishevskaya O. I. Proceedings of the XIV European Poultry Conference, 23–27 June 2014 Norway, P. 505.
9. Paw M A. Criteria for the assessment and selection of poultry in order to improve the food and biotechnological qualities of eggs: author. dis ... cand. biol. sciences. SPb-Pushkin, 2015. — 21 p.
10. Cherepanov, S. V., Lapa, M. A., Stanishevskaya, O. I. Proceedings of the XIV European Poultry Conference, 2014, Norway. — P. 505.
11. Lapa M. A. Influence of the genotype of mothers, fathers and the age of developing chick embryos on the volume and quality of the allanto-amniotic fluid / M. A. Lapa // Genetics and animal breeding, 2015. — № 1. — p. 14–21.
12. Ragozina M. N. Development of the embryo of domestic chicken in its ratio with the yolk and egg shells. — M.: AN SSSR, 1961. — 167 p.
13. Roller V. Century Biology of embryonic development of birds.- L.: Science, 1968. — 425 p.
14. Romanoff A. L. Membrane growth and function / A. L. Romanoff // Ann. N. Y. Acad. Sci., 1952. — Vol. 55. — P. 2–288.
15. Buhr R. J. Incubation, R. J. Buhr // Poultry Science, 1995. — Vol. 74 (5). — P. 874–884.
16. Sokolova, A.N., Genetic selection methods for creating a population of chickens with enhanced resistance to neoplasms: Author's abstract. dis. — SPb. — 1999. — 56 p.
17. Plokhinsky N. A. A guide to biometrics for livestock specialists. M.: Kolos, 1969. — 256 p.
18. Lush, J., L., 1994. The Genetics of Populations, edited by A. B. Chapman, Schrode R. R., editors. Iowa State University, Ames, I A. — 900 p.
19. Fedorova, E. S., Efficiency of breeding of chickens of the Russian White breed to increase the yield of vaccine materials / E. S. Fedorova, O. I. Stanishevskaya, Yu. L. Silyukova // Genetics and animal breeding. — № 3. — P. 46–50.