

ПОВЫШЕНИЕ ВЫВОДИМОСТИ МУЛАРДОВ С ПОМОЩЬЮ ОТБОРА НОСИТЕЛЕЙ ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ ПРОНУКЛЕУСОВ*

В.И. ФИСИНИН, Я.С. РОЙТЕР

Отдаленная гибридизация, достаточно широко применяемая при создании сортов и пород, пока не получила должного распространения в птицеводстве из-за низкого вывода гибридного молодняка. Известен единственный пример использования межвидовых гибридов — мулардов, полученных при скрещивании мускусной (*Cairina moschata*) и домашней (*Anas platyrhynchos* L.) утки. Однако и у этого гибрида хозяйственное применение пока ограничено из-за невысокой выводимости яиц. В настоящей работе с целью усовершенствования способов создания межвидовых гибридов мускусной и домашней утки мы впервые сравнили эффективность приемов получения спермы, влияние породы и линии на выводимость и качество гибридного молодняка, а также оценили целесообразность отбора носителей генетически совместимых пронуклеусов. Родительскими формами при скрещиваниях были мускусные селезни (кросс Юбилейный, линии Ю1, Ю2 и Ю3; характеризуются хорошими мясными качествами) и домашние утки башкирской цветной породы (линия БЦ2, обладают высокой яйценоскостью) и пекинской породы (линия А4, выделяется высокой плодовитостью). Выявлен рациональный способ получения спермы у мускусных селезней. Преимущество использования подсадной утки с последующим сбором спермы на искусственную вагину в сравнении с ручным массажем выражалось в увеличении числа и подвижности спермиев и объема эякулята, что обеспечило повышение оплодотворенности яиц на 5,0 % ($P \leq 0,01$). При этом число спермиев на дозу осеменения должно составлять около 150 млн при введении в яйцевод на глубину 4 см. При выполнении искусственного осеменения использовали предварительно разработанную биотехнологическую среду, обеспечивающую снижение дестабилизирующего влияния секторов слизистой оболочки яйцевода на чужеродную сперму. В опытах по изучению влияния генотипа (порода, линия) на результативность получения межвидовых гибридов было установлено отсутствие достоверных различий в выводе гибридного молодняка. Однако муларды, полученные при скрещивании мускусных селезней линии Ю1 с утками пекинской породы линии А4, превосходили другие сочетания по живой массе в убойном возрасте на 4,5-7,2 % ($P \leq 0,05-0,01$). Предложенный нами способ отбора особей — носителей генетически совместимых пронуклеусов без нарушения целостности генома заключался в использовании при искусственном осеменении высокоактивной чужеродной спермы в смеси с низкоактивной спермой собственного вида в соотношении 2:1. При дополнительном отборе носителей жизнеспособных пронуклеусов вывод мулардов был достоверно (на 20,5 %, $P \leq 0,001$) выше, чем в контрольной группе, сформированной методом случайной выборки из племенного стада хозяйства. Выведенные межвидовые гибриды ♂линии Ю1 (мускусные утки) × ♀линии А4 (пекинская утка, кросс Агидель 34) характеризовались высокой жизнеспособностью (сохранность в период с 1-х сут до убойного возраста составляла 95,5-99,0 %). Живая масса, мясные качества, химический состав мяса и его калорийность у межвидовых гибридов соответствовали промежуточным показателям относительно исходных форм. При этом органолептические показатели мяса мулардов характеризовались специфическими вкусовыми и высокими пищевыми свойствами. Коэффициент наследуемости по признаку выводимости гибридного молодняка (мать—дочь) составил 27 %, что свидетельствует о возможности повышения этого показателя посредством отбора сочетающихся семей с оценкой птицы по качеству гибридного потомства

Ключевые слова: мускусные утки, пекинские утки, утки башкирской цветной породы, муларды, отбор, выводимость, вывод, жизнеспособность, наследуемость.

Как известно, одним из приемов при создании новых сортов растений и пород животных служит межвидовая гибридизация, однако в птицеводстве она пока не получила должного распространения из-за низкого вывода гибридного молодняка (1-3). В доступной литературе приводятся разрозненные сведения о получении гибридов между представителями отряда куриные и водоплавающих птиц, однако в большинстве работ описано получение лишь единичных экземпляров, не представляющих хозяйственной ценности (4-6). В птицеводстве известен единственный пример использования гибридов — мулардов, полученных при скрещивании му-

* Работа выполнялась при поддержке бюджетными ассигнованиями на выполнение фундаментальных исследований по программам Президиума и отделений РАН (код IV.13.3).

скусной (*Cairina moshata*) и домашней (*Anas platyrhynchos* L.) утки. Муларды характеризуются высокой жизнеспособностью и отличными вкусовыми и пищевыми показателями мяса (7-9). Однако и этот гибрид пока не получил широкого распространения из-за невысокой выводимости яиц. Вывод мулардов обычно составляет 30-35 %, что сдерживает их повсеместное внедрение в производство (10-12).

Выводимость яиц сельскохозяйственной птицы связана с генетическими особенностями и методами разведения (13-15), кормлением (16-18), технологией содержания (19-21) и инкубирования яиц (22-24).

В настоящей работе мы впервые определили рациональный прием получения спермы у мускусных селезней, оценили влияние породы и линии на выводимость мулардов, а также целесообразность отбора носителей генетически совместимых пронуклеусов для повышения вывода гибридного молодняка при скрещивании мускусных и домашних уток.

Цель исследования заключалась в усовершенствовании способов создания гибридов мускусной и домашней утки на основе повышения качества используемой спермы, подбора родителевских линий и отбора носителей генетически совместимых пронуклеусов.

Методика. Эксперименты по межвидовой гибридизации проводили на мускусных (*Cairina moshata*) и домашних (*Anas platyrhynchos* L.) утках (ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, Московская обл., ГУП «ППЗ Благоварский», Республика Башкортостан). В скрещиваниях использовали селезней мускусной утки кросса Юбилейный (линии Ю1, Ю2 и Ю3) и домашних уток башкирской цветной породы (линия БЦ2 — материнская линия кросса БЦ12) и пекинской породы (линия А4 — материнская линия кросса Агидель 34). Указанные кроссы уток созданы в России, характеризуются высокими воспроизводительными и продуктивными качествами (8, 25). Условия кормления и содержания птицы соответствовали принятым рекомендациям (Методические руководства по кормлению сельскохозяйственной птицы. Сергеев Посад, 2015) и нормам технологического проектирования (Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий РД-АПК 1.10.0504-13. М., 2013).

Для получения спермы у мускусных селезней (две группы по $n = 30$) применяли общепринятый метод ручного массажа абдоминальной части тела (выполняли 5-кратно) и подсадку мускусной утки в клетку к селезню с последующим отбором эякулята на искусственную вагину. Определяли объем эякулята, а также число и активность (подвижность в баллах) спермиев в эякулятах по общепринятой методике. Использовали микроскоп МБР-1 с увеличением $\times 400$, активность спермиев определяли по 10-балльной шкале (26). При искусственном осеменении применяли предварительно разработанную биотехнологическую среду, обеспечивающую снижение дестабилизирующего влияния секретов слизистой оболочки яйцевода на чужеродную сперму. Доза на одно осеменение составляла около 150 млн спермиев, сперму вводили в яйцевод на глубину 4 см.

От каждой группы скрещиваний инкубировали по 100 яиц (инкубатор фирмы НПО «Стимул-Инк», модель Стимул ИВ-8, Россия). Для определения истинной оплодотворенности яиц и возраста гибели эмбрионов все оставшиеся после инкубации яйца вскрывали. Яйца инкубировали в соответствии с общепринятыми нормами (27).

Для выявления особей — носителей жизнеспособных пронуклеусов при межвидовых скрещиваниях проводили искусственное осеменение высокоактивной чужеродной спермой (подвижность 9-10 баллов) в смеси с

низкоактивной (подвижность 4-5 баллов) спермой собственного вида в соотношении 2:1. Носителей жизнеспособных пронуклеусов определяли по выводу жизнеспособного молодняка (выводимость яиц не менее 60 %).

Отобранных пекинских уток — носителей жизнеспособных пронуклеусов воспроизводили при внутривидовом разведении. От этой птицы было отведено и выращено потомство, из которого скомплектовали 6 селекционных гнезд по 4 утки в каждом. Продуктивность в селекционных гнездах учитывали индивидуально. Для контроля происхождения потомства при инкубации использовали индивидуальные колпачки и стандартный набор крылометок.

Живую массу, мясные качества, химический состав мяса, его калорийность и расчеты наследуемости признаков определяли по общепринятым методикам.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета программ Statistica 10.0 («StatSoft, Inc.», США) и Microsoft Excel. Результаты представлены в виде среднего (M) и стандартной ошибки среднего ($\pm SEM$). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t -критерию Стьюдента. Статистически значимыми считали значения при $P \leq 0,05$.

Результаты. Как следует из представленных данных (табл. 1), после 5-кратного выполнения ручного массажа лишь 60 % особей выделили сперму, тогда как использование подсадной утки повысило этот показатель до 80 %. При этом полученный эякулят характеризовался большим объемом на 8,5 % ($P \leq 0,0001$) и повышением активности спермиев на 5,5 % ($P \leq 0,001$). Увеличение объема и более высокая активность сперматозоидов, по-видимому, объясняются дополнительным количеством секретов половых желез в эякуляте. Очевидно, это способствовало более высокой оплодотворяющей способности спермиев, вводимых в яйцевод уток линии А4, которые были использованы для оценки спермы мускусных селезней, полученной разными способами, по выводимости яиц.

1. Сравнительная оценка оплодотворяющей способности спермы мускусных селезней (*Cairina moshata*) кросса Юбилейный (линия Ю1) в зависимости от способа ее получения ($M \pm SEM$)

Показатель	Ручной массаж	Использование подсадной утки
Оценено мускусных селезней, гол.	30	30
Выделили сперму, гол.	18	24
Объем эякулята, см ³	0,28 \pm 0,03	0,33 \pm 0,04
Количество спермиев, млрд/см ³	2,38 \pm 0,07	2,42 \pm 0,06
Активность спермиев, балл	9,00 \pm 0,06	9,50 \pm 0,40
Осеменено пекинских уток, гол.	50	50
Проинкубировано яиц, шт.	100	100
Оплодотворенность яиц, %	80,0 \pm 3,7	85,0 \pm 4,2
Выводимость яиц, %	40,0 \pm 5,1	42,4 \pm 5,8
Выведено мулардов, %	32,0 \pm 2,7	36,0 \pm 3,1

Мулардов получали с помощью искусственного осеменения, не нарушая целостность генома птицы. В качестве отцовской формы были взяты селезни мускусной утки кросса Юбилейный (линии Ю1, Ю2 и Ю3), которые характеризуются хорошими мясными качествами. Материнской формой служили домашние утки башкирской цветной породы

(линия БЦ2 — материнская линия кросса БЦ12), имеющие высокую яйценоскость, а также пекинские утки (линия А4 — материнская линия кросса Агидель 34), которые выделяются высокой плодовитостью. Мы сравнили результативность межвидовых скрещиваний в зависимости от генотипа птицы — породы и линии (табл. 2).

Как следует из представленных данных, достоверных различий в инкубационных показателях яиц, полученных от разных комбинаций при скрещивании, не выявили. Гибридный молодняк различался лишь окраской оперения и мясными формами телосложения в убойном возрасте.

Муларды от сочетания ♂линия Ю1 (мускусные утки) × ♀линии А4 (пекинская утка, кросс Агидель 34) превосходили другие сочетания по живой массе в убойном возрасте на 4,5-7,2 % ($P \leq 0,05-0,01$). Следовательно, в дальнейшем для получения товарной продукции от мулардов целесообразно использовать мускусных селезней линии Ю1 кросса Юбилейный и пекинских уток линии А4 кросса Агидель 34.

2. Инкубационные показатели яиц при скрещивании мускусных селезней (*Cairina moshata*) линии кросса Юбилейный с домашними утками (*Anas platyrhynchos* L.) разных пород и линий ($M \pm SEM$)

Показатель	Линия мускусных уток (♂)		
	Ю1	Ю2	Ю3
Башкирская цветная порода (линия БЦ2) (♀)			
Проинкубировано яиц, шт.	100	100	100
Оплодотворенность яиц, %	82,0±3,4	80,0±4,2	81,0±3,4
Выводимость яиц, %	43,9±2,6	42,5±3,1	43,2±3,7
Вывод гибридного молодняка, %	36,0±1,9	34,0±1,8	35,0±2,1
Пекинская порода (линия А4) (♀)			
Проинкубировано яиц, шт.	100	100	100
Оплодотворенность яиц, %	81,0±3,5	82,0±4,1	80,0±3,6
Выводимость яиц, %	43,2±4,2	43,9±4,2	42,5±3,8
Вывод гибридного молодняка, %	35,0±3,6	36,0±3,4	34,0±3,0

Выявление особей — носителей жизнеспособных пронуклеусов при межвидовых скрещиваниях проводили по методике, разработанной в рамках выполняемого проекта. Предложенный метод заключается в использовании при искусственном осеменении высокоактивной чужеродной спермы в смеси с низкоактивной спермой собственного вида в определенном соотношении (2:1). В результате отобрали 30 пекинских уток линии А4 (кросс Агидель 34). При оплодотворении спермой мускусных селезней линии Ю1 кросса Юбилейный отобранная птица характеризовалась выводом мулардов не менее 60 %, по нескольким несушкам этот показатель достигал 70-75 %. Изучение инкубационных качеств в потомстве (F_1) особей, которые были отобраны как носители жизнеспособных пронуклеусов, при межвидовых скрещиваниях линия ♂Ю1 (мускусные утки) × ♀линии А4 (пекинская утка, кросс Агидель 34) показало, что вывод гибридного молодняка был существенно (на 20,5 %) выше, чем в контроле, где для оплодотворения использовали случайно отобранных уток из племенного стада хозяйства. При этом по продуктивности и сохранности между группами птицы достоверных различий не установили. Так, при числе проинкубированных яиц $n = 200$ в каждой группе у отобранной птицы оплодотворенность составила 80,5±4,4 против 81,5±4,3 % в контроле, выводимость — 69,6±4,2 против 42,9±3,8 % в контроле и вывод мулардов — 56,0±3,8 против 35,5±3,1 % в контроле.

Расчитанный коэффициент наследуемости по признаку вывод гибридного молодняка (мать—дочь) по линии А4 составил 27 %. Полученное сравнительно невысокое значение коэффициента наследуемости свидетельствует о целесообразности проведения селекции сочетающихся семей домашних уток по этому признаку с оценкой по качеству потомства.

Следует также отметить, что выведенные межвидовые гибриды ♂линия Ю1 (мускусные утки) × ♀линии А4 (пекинская утка, кросс Агидель 34) характеризовались высокой жизнеспособностью. Сохранность в период с 1-х сут до убойного возраста составляла 95,5-99,0 %. Живая масса, мясные качества (выход грудных и ножных мышц), химический состав мяса (вода, белок, жир, зола, кальций, фосфор) и его калорийность в убойном возрасте у межвидовых гибридов соответствовали промежуточным показателям относительно исходных форм. При этом органолептические показатели мяса мулардов характеризовались специфическими и высокими вку-

совыми свойствами.

Таким образом, для отбора спермы мускусных селезней рекомендуется метод подсадки мускусовой утки в клетку к селезню с последующим отбором эякулята в искусственную вагину. Для получения мулардов целесообразно использовать в качестве отцовской формы селезней линии Ю1 (кросс Юбилейный), в качестве материнской формы — линию А4 (кросс Агидель 34). Предложен способ повышения выводимости мулардов посредством отбора генетически совместимых пронуклеусов. Представленные данные указывают на возможность совершенствовать воспроизводительные качества мускусных и домашних уток на основе создания специализированных селекционных форм, обеспечивающих повышение выводимости мулардов до 70 %.

ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский
и технологический институт птицеводства РАН,
141315 Россия, Московская обл., г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, 10,
e-mail: vnitip@vnitip.ru, roiter@vnitip.ru

Поступила в редакцию
4 февраля 2017 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2017, V. 52, № 6, pp. 1200-1205

HATCHABILITY IMPROVEMENT IN MULARDS BASED ON SELECTION OF VIABLE PRONUCLEI CARRIERS AT ARTIFICIAL INSEMINATION

V.I. Fisinin, Ya.S. Roiter

Federal Scientific Center All-Russian Research and Technological Poultry Institute RAS, Federal Agency of Scientific Organizations, 10, ul. Ptitsegradskaya, Sergiev Posad, Moscow Province, 141315 Russia, e-mail vnitip@vnitip.ru, roiter@vnitip.ru (corresponding author)

ORCID:

Fisinin V.I. orcid.org/0000-0003-0081-6336

Roiter Ya.S. orcid.org/0000-0002-7614-4348

The authors declare no conflict of interests

Acknowledgements:

Supported by budget assignments from RAS (Presidium and Departments Programs for basic research, Code IV.13.3)

Received February 4, 2017

doi: 10.15389/agrobiol.2017.6.1200eng

Abstract

Present state and possible solutions are discussed for the problem of hatchability improvement in mulards, interspecies hybrids of Muscovy and domestic ducks. Different techniques of semen collection from Muscovy males were studied: manual massage and temporal placement of female in a cage with a male with subsequent semen collection into an artificial vagina. It was found that the latter technique improves ejaculate volume and sperm cell motility resulting in 5 % improvement of mulard egg fertility. Recommended sperm concentration is ca. 150 million per dose; semen should be introduced into the oviduct to the depth of 4 cm. Thus, effective way of collecting sperm in musk drakes was shown for the first time. Also, we studied an influence of the breed and the line on the hatchability of mulards and the expediency of selecting carriers of genetically compatible pronuclei to increase the output of hybrid young animals when crossing musk and domestic ducks. In the crosses, the parents were musk drakes, cross Jubilee, lines Y1, Y2 and Y3 characterized by good meat qualities, and house ducks of the Bashkir color breed (high egg-laying line BC2) and the Peking breed (high fertile line A4). Trials aimed at the investigation of the effects of genetic breeds and lines on the efficiency of hybridization showed the absence of significant differences in the hatch of mulards between different genetic combinations. However, mulards from Muscovy males (line Y1, cross Yubileynyi) and Pekin females (line A4, cross Agidel 34) had 4.5-7.2 % ($P \leq 0.05-0.01$) higher live bodyweight at slaughter as compared to other studied combinations. Here, a new method for selection of carriers of genetically compatible pronuclei without any violation of their genomic integrity was designed and experimentally tested. The method involves artificial insemination with a mixture of highly active semen of alien species and low-active semen of the native species (2:1). Carriers of livable pronuclei identified by this method improved the hatch of mulards by 20.5 % ($P \leq 0.001$) compared to randomly taken individuals from the breeding flock. Heritability coefficient (from mothers to daughters) of mulard egg hatchability of 27 % evidences that hatchability in mulards can be improved via the selection of compatible families together with the evaluation of parents based on the productive performance in mulards.

Keywords: ducks, Muscovy ducks, Pekin ducks, mulards, selection, hatchability, hatch,

REFERENCES

1. Takashima Y., Mizuma Y. Studies on the chicken guail hybrids. *Japanese Poultry Science*, 1981, 18(5): 267-272 (doi: 10.2141/jpsa.18.267).
2. Steklenev E.P. V sbornike: *Voprosy gibrizatsii kopytnykh* [In: Hebridization in ungulates]. Moscow, 1990 (in Russ.).
3. Roiter Ya.S. *Tsesarki. Rukovodstvo po sodержaniyu i razvedeniyu* [Growing and breeding of Guinea fowl]. Moscow, 2014 (in Russ.).
4. Serebrovskii A.S. *Izbrannye trudy po genetike i seleksii kur* [Selected works on hen genetics and breeding]. Moscow, 1976 (in Russ.).
5. Davtyan A.D. *Vosproizvodstvo i iskusstvennoe osemnenie sel'skokhozyaistvennoi ptitsy* [Reproduction and artificial insemination in poultry]. Sergiev Posad, 1999 (in Russ.).
6. Roiter Ya.S. *Ptitsevodstvo*, 2010, 2: 22-23 (in Russ.).
7. fon Lyutits Kh. *Gusi i utki* [Geese and ducks]. Moscow, 2003 (in Russ.).
8. Roiter Ya.S. *Gusi i utki. Rukovodstvo po razvedeniyu i sodержaniyu* [Geese and ducks: a guide for growing and breeding]. Moscow, 2011 (in Russ.).
9. Onyango E.M., Adeola O.J. Inositol hexaphosphate increases musin loss from the digestive tract of ducks. *Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 2012, 96(3): 416-420.
10. Goryachko N., Kos'yanenko S. *Ptitsevodstvo*, 1992, 12: 3-5 (in Russ.).
11. Feeney K.M., Parish J.L. Targeting mitotic chromosomes: a conserved mechanism to ensure viral genome persistence. *Proc. Biol. Sci.*, 2009, 276(1662): 1535-1544 (doi: 10.1098/rspb.2008.1642).
12. Kos'yanenko S. *Ptitsevodstvo*, 2013, 7: 33-36 (in Russ.).
13. Omjola A.B. Carcass and organoleptic characteristics of duck meat as influenced by breed and sex. *International Journal of Poultry Science*, 2007, 6(5): 329-334 (doi: 10.3923/ijps.2007.329.334).
14. Excoffier L., Hofer T., Foll M. Detecting loci under selection in a hierarchically structured population. *Heredity*, 2009, 103(4): 285-298 (doi: 10.1038/hdy.2009.74).
15. Kos'yanenko S.V. *Izvestiya Natsional'noi akademii nauk Belarusi. Seriya agrarnykh nauk*, 2011, 1: 66-68 (in Russ.).
16. Chen Y., Zhang Y., Huang Z.Y., Xu Q., Zhu Z., Tong Y., Yu Q., Ding J., Chen G. Molecular characterization, expression patterns and subcellular localization of RiCi-1 in the Jinding Duck (*Anas platyrhynchos domesticus*). *Developmental & Comparative Immunology*, 2013, 41(4): 766-777 (doi: 10.1016/j.dci.2013.07.018).
17. Shastar Y., Rodehutsord M. A review of the role of magnesium in poultry nutrition. *World's Poultry Sci. J.*, 2015, 71(1): 125-139 (doi: 10.1017/S0043933915000112).
18. Fisinin V.I., Egorov I.A. *Ptitsa i ptitseprodukty*, 2015, 3: 27-29 (in Russ.).
19. Stanishevskaya O. Temperature regime of incubation as a tool for enhancement of breeding efficiency for improved meat properties in broiler chicken. *Proc. XIII European Poultry Conference*. Tours, France, 2010: 740.
20. Melesse A., Maak S., Pingel H., Lengerken G.V. Assessing the thermotolerance potentials of five commercial layer chicken genotypes under long-term heat stress environment as measured by their performance traits. *J. Anim. Prod. Adv.*, 2013; 3(8): 254-264 (doi: 10.5455/japa.20120929125835).
21. Wei S., Zeng X., Han C., Liu H., Xu H. Research progress in the importance of inoculation temperature for duck egg hatching and poultry production. *World's Poultry Sci. J.*, 2016, 72(4): 847-853 (doi: 10.1017/S0043933916000672).
22. Stanishevskaya O.I. *Zootekhnika*, 2010, 3: 4-5 (in Russ.).
23. Artemov D.V. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh*, 2014, 1: 5-20 (in Russ.).
24. Dyadichkina L.F. *Diagnostika prichin embrional'noi smertnosti sel'skokhozyaistvennoi ptitsy* [Embryonic death in poultry — detection of the causes]. Sergiev Posad, 2016 (in Russ.).
25. Roiter Ya.S., Kutushev R.R. *Ptitsevodstvo*, 2003, 2: 6-11 (in Russ.).
26. Davtyan A.D., Konopleva A.P., Volkonskaya T.N., Andreeva A.A., Trokholis T.N. *Rekomendatsii po iskusstvennomu osemneniyu sel'skokhozyaistvennoi ptitsy* [Artificial insemination in poultry]. Sergiev Posad, 2008 (in Russ.).
27. Fisinin V. I., Dyadichkina L.F., Goldin Yu.S., Poznyakova N.S., Melekhina T.A., Danilov R.V., Gupalo I.M., Roiter L.M., Vedenkina I.V., Shinkarenko L.A., Vorontsov A.N., Bosov D.Yu., Afonin V.V. *Rukovodstvo. Tekhnologiya inkubatsii yaits sel'skokhozyaistvennoi ptitsy* [Guidance on egg incubation in poultry]. Sergiev Posad 2016, 90 (in Russ.).