

# Колорсексные и федерсексные мясные куры: достоинства и недостатки

Дмитрий Николаевич Ефимов

ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН)

**Аннотация:** В сравнительном аспекте рассмотрены перспективы практического использования в мясном птицеводстве колор- и федерсексных форм кур. Показано, что колорсексные формы в меньшей степени удовлетворяют потребностям промышленного мясного птицеводства, чем традиционные «белые» кроссы; основные причины включают изначально более низкий уровень продуктивности из-за необходимости интродукции генетического материала от «цветных» пород и сложность селекционного процесса из-за необходимости не только совершенствовать продуктивность всех групп птицы, но и поддерживать высокую степень их консолидации по целому ряду генов (маркеров и модификаторов), связанных с окраской оперения. С другой стороны, колорсексные формы (в частности, материнские родительские) могут быть с успехом использованы в экстенсивном птицеводстве (приусадебном, органическом). Федерсексные формы (носители маркерного гена К/к) могут быть получены на основе только высокопродуктивных «белых» пород и потому могут найти полноценное использование в интенсивном промышленном птицеводстве; это относится и к гибридам-бройлерам, и в особенности к материнским родительским формам «белых» бройлерных кроссов кур.

**Ключевые слова:** мясные куры, федерсексность, колорсексность, гибриды-бройлеры, родительское стадо, продуктивность.

**Для цитирования:** Ефимов, Д.Н. Колорсексные и федерсексные мясные куры: достоинства и недостатки / Д.Н. Ефимов // Птицеводство. – 2023. – №7-8. – С. 11-16.

**doi:** 10.33845/0033-3239-2023-72-7-8-11-16

**Введение.** В современном птицеводстве широко и повсеместно используется аутосексность, т.е. возможность разделять птицу по полу в суточном возрасте, сразу после вывода [1]. Это качество в случае мясных кур можно использовать, во-первых, для получения аутосексных материнских форм современных гибридных бройлерных кроссов, во-вторых – для получения аутосексных бройлеров; в первом случае аутосексность дает возможность своевременно отделять петушков материнских форм, которые не используются в дальнейшем воспроизводстве, а во втором – производить раздельное по полу выращивание бройлеров с 1 дня их жизни.

Выгода аутосексности в случае материнских родительских форм самоочевидна. В случае бройле-

ров многочисленные исследования на самых разных генотипах показали, что зоотехническая эффективность раздельного по полу выращивания (как при напольном, так и при клеточном содержании) обычно выше, чем совместного. Это связано с возможностью более точного раздельного кормления петушков и курочек, оптимизацией поведенческих паттернов и сроков убоя, более высокой однородностью получаемых тушек по массе и т.д. [2-5]. Однако раздельное выращивание связано с дополнительными затратами на сексирование и раздельное содержание разнополох бройлеров, поэтому встает вопрос, окупаются ли эти затраты за счет повышения продуктивности. В большинстве исследований изучена лишь зоотехническая сторона вопроса, а экономическая еще требует анализа,

в свете как конкретного генотипа бройлеров, так и условий хозяйствования на различных бройлерных предприятиях [6].

Суточных цыплят можно сексировать напрямую, например, пальпированием клоачных половых бургорков (т.н. «японский метод», [7]), или с использованием эндоскопов для визуализации внутренних половых органов [8]. Эти методы подходят для цыплят любых генотипов и весьма точны, однако трудоемки и потому трудно реализуемы в производственных условиях при необходимости сексирования большого количества цыплят; есть у них также и некоторые другие недостатки, связанные с их инвазивностью [9,10].

Поэтому основными практически значимыми методами сексирования в настоящее время являются два косвенных метода, связанных с аутосексностью: сек-





сирование по цвету пуха или пера (колорсексность) или развитию и скорости роста оперения (федерсексность) цыплят. Ясно, что для высокой точности сексирования цыплята должны обладать хорошо выраженным половым диморфизмом по используемому признаку. При этом данные методы неинвазивны, не требуют специально подготовленных операторов и характеризуются высокой скоростью сексирования с точностью до 98-100%; однако такая точность достигается только при хорошей консолидации птицы по соответствующему маркерному признаку, которую необходимо постоянно поддерживать с помощью селекции [11].

Оба эти подхода широко применяются в мировом яичном птицеводстве, зачастую даже одновременно в одном кроссе [12]. Ниже будут рассмотрены достоинства и недостатки использования этих двух подходов для получения аутосексных форм мясных кур.

**Колорсексные мясные куры.** Явление сцепления окраски с полом у кур известно давно. Еще в 1922 г. в России А.С. Серебровским был описан Z-сцепленный ген серебристости/золотистости  $S/s$  [13]. Также давно известен семи-доминантный Z-сцепленный ген полосатости  $B/b$ , характерный для полосатых плимутроков; на их основе Р.К. Паннетом в Великобритании в 1920-30 гг. была получена серия аутосексных гибридных пород [14].

Идея выведения колорсексных гибридных бройлеров для промышленного использования была предложена в 1973 г. известным американским селекционером кур Дональдом М. Шейвером; для получения колорсексности цыплят использовали маркерный ген  $S/s$ : отцовские линии несли ген золотистости ( $s^+s^+$ ), а материнские – се-

ребристости ( $S^-$ ), и при их скрещивании получали гетерозиготных пестушков ( $Ss^+$ ) с более светлой окраской пуха, чем у курочек ( $s^+$ ). Через 12 поколений селекции, к 1985 г., была получена конкурентоспособная птица (кросс Color-Pak) с высокой точностью сексирования, сравнимая по мясной продуктивности с ведущими «белыми» бройлерными кроссами того времени [15].

Однако фенотип окраски пера у «цветных» кур, чаще всего, является мультилокусным признаком, определяемым целым комплексом генов и их взаимодействий: одни гены (маркерные) напрямую контролируют отложение пигментов в оперение, тогда как другие (модификаторные: усилители или ослабители) оказывают то или иное влияние на эффект маркерных генов [16]. Поэтому колорсексность требует консолидации исходных линий и родительских форм по целому ряду генов (маркеров и модификаторов), что усложняет и удорожает их селекцию и по проявлению аутосексности, и по продуктивности, что является недостатком данного подхода с точки зрения практического мясного птицеводства.

По этой и по ряду других причин «цветные» мясные породы и кроссы кур за последние десятилетия существенно отстали по всем основным продуктивным признакам от «белой» птицы, селекция которой, наоборот, характеризуется высоким уровнем генетического прогресса [17]. В настоящее время основу мирового промышленного производства бройлеров составляют «белые» кроссы, преимущественно на основе отцовских форм породы белый корниш и материнских форм породы белый плимутрок. Именно эта комбинация позволяет добиться максимальной мясной продуктивности гибридов-бройлеров при

достаточно удовлетворительном уровне эффективности репродукции в родительском стаде.

Здесь следует также учитывать ряд аспектов, не связанных напрямую с продуктивностью. Например, известно, что многие «цветные» породы кур, в отличие от традиционных «белых» мясных пород, характеризуются наличием в оперении значительного количества «волосков» или вибрисс, т.е. так называемых «полуперьев» (*sempiplumes*) или нитевидных перьев (*filoplumes*), почти утративших бородки [18]. Эти «волоски» плохо удаляются с помощью стандартного промышленного оборудования для ощипки бройлеров, поэтому интродукция генетического материала от таких пород в генотип промышленного бройлера может привести к тому, что для полного удаления перьевого покрова с его тушки может потребоваться ее дополнительная обработка (опаливание).

Тем не менее, колорсексность находит определенное применение в селекции материнских родительских форм для бройлерных кроссов; считается, что интродукция генетического материала от «цветных» пород только в материнские формы в меньшей степени снижает мясную продуктивность финальных гибридов. Подобные исследования ведутся как в России, в частности, учеными ВНИИГРЖ [19,20], так и за рубежом [21].

В целом, «цветные» бройлеры предназначены больше для экстенсивного птицеводства – в условиях небольших приусадебных хозяйств, или для набирающего сейчас популярность выгульного выращивания «органических» бройлеров, где нет столь высоких требований к скорости роста и конверсии корма, как у промышленных бройлеров. В последнее время некоторые селекционные



компании запустили новые или модернизировали старые программы, ориентированные на «цветных» бройлеров для экстенсивного выращивания, в связи с постоянным ростом спроса на медленно-растущих бройлеров и «органическую» продукцию из них [22]. При экстенсивном выращивании ауто-сексность самих бройлеров, чаще всего, не требуется в принципе; однако материнские колорсексные формы в этом случае будут по-прежнему востребованными, т.к. проблема «лишних петухов» материнской формы останется по-прежнему актуальной.

**Федерсексные мясные куры.** Для получения федерсексности у кур (как мясных, так и яичных) используется Z-сцепленный маркерный ген медленной/быстрой оперяемости ( $K/k$ ), также описанный 100 лет назад А.С. Серебровским [13]. Ген имеет 3 доминантных аллеля (сверхмедленной, медленной и замедленной оперяемости) и 1 рецессивный, быстрой оперяемости. У носителей аллеля сверхмедленной оперяемости эффект замедленного роста оперения может сохраняться даже в постпубертатный период (особенно у самок), тогда как у носителей аллелей медленной и замедленной оперяемости этот эффект намного короче и обычно нивелируется в течение первых недель жизни или, по крайней мере, к концу ювенильного периода [23]. Аллели медленной оперяемости достаточно распространены среди «белых» тяжелых пород кур (таких как корниш или плимутрок) и поэтому могут использоваться для получения аутосексной «белой» мясной птицы.

Для получения федерсексного потомства требуется скрещивание гомозиготных быстрооперяющихся отцов ( $kk$ ) с медленнооперяющимися матерями ( $K$ ), дающее

«быстрых» суточных курочек ( $k$ ), у которых кроющие перья крыла короче маховых и хорошо развиты, и «медленных» гетерозиготных петушков ( $Kk$ ), у которых кроющие перья длиннее маховых (медленная оперяемость) или равны им (замедленная оперяемость). Высокая точность сексирования, до 98-100%, может быть достигнута только при такой схеме скрещивания.

Данная схема одно время использовалась в России и за рубежом для получения федерсексных «белых» бройлеров. Однако при этом самая ценная и высокопродуктивная часть таких бройлеров, петушки, получаются «медленными», а замедленное развитие оперения в ювенильном возрасте характеризуется рядом негативных последствий для роста и благосостояния самих бройлеров: снижение скорости прироста живой массы за счет ухудшения терморегуляции [24], повышение частоты раннего травматизма и снижение качества тушек [25], усиление проявлений каннибализма [26] и т.д.

Тем не менее, в целом за десятилетия исследований ученые так и не пришли к единому мнению о влиянии скорости роста оперения у бройлеров на их продуктивность и сохранность; в одних исследованиях «медленные» бройлеры росли медленнее «быстрых», тогда как в других исследованиях такого эффекта не отмечалось. Есть данные, что у «белых» бройлеров медленная оперяемость повышает постность тушек [27] и стрессоустойчивость в первые дни жизни [28]; с другой стороны, сообщалось, что быстрая оперяемость достоверно повышала выход грудных и ножных мышц к возрасту убоя [29,30].

В случае материнских родительских форм для «белых» кроссов федерсексность однозначно уместна: при получении материн-

ской формы по вышеописанной схеме скрещивания получают «быстрые» курочки, которые и являются целевой частью поголовья, а все недостатки «медленности» достаются на долю «лишних петухов».

Что касается влияния гена  $K/k$  на эффективность репродукции, то и в этом случае данные разных авторов расходятся; но большинство исследователей согласны в том, что хотя этот ген может оказывать некоторое влияние на ряд показателей репродукции, такие как возраст наступления половой зрелости, однако на показатели эффективности репродукции кур в целом за сезон он практически не влияет [31,32].

Таким образом, можно заключить, что федерсексные формы мясных кур на основе традиционных высокопродуктивных «белых» пород можно с успехом использовать в промышленном бройлерном птицеводстве.

**Заключение.** Представленные в настоящем обзоре данные свидетельствуют о том, что колорсексные формы мясных кур в меньшей степени удовлетворяют потребностям промышленного мясного птицеводства, чем традиционные «белые» кроссы, по целому ряду причин, в числе которых изначально более низкий уровень продуктивности из-за необходимости интродукции генетического материала от «цветных» пород, а также сложность селекционного процесса из-за необходимости не только совершенствовать продуктивность всех групп птицы, но и поддерживать высокую степень их консолидации по целому ряду генов (маркеры и модификаторы), связанных с окраской оперения, для получения и поддержания аутосексности. С другой стороны, колорсексные формы (в частности, материнские



родительские) могут быть с успехом использованы в экстенсивном мясном птицеводстве (приусадебном, органическом). Федерсексные формы мясных кур (носители

маркерного гена *K/k*) могут быть получены на основе только высокопродуктивных «белых» пород, и потому могут найти полноценное использование в интенсив-

ном промышленном птицеводстве; это относится и к гибридам-бройлерам, и в особенности к материнским родительским формам «белых» бройлерных кроссов кур.

### Литература / References

1. Leeson, S. Feathering in commercial poultry: II. Factors influencing feather growth and feather loss / S. Leeson, T. Walsh // *World's Poult. Sci. J.* - 2004. - V. 60. - No 1. - P. 52-63. doi: 10.1079/WPS20034
2. Елизаров, Е. Раздельное по полу выращивание бройлеров / Е. Елизаров, В. Манукян // *Птицеводство.* - 2006. - №11. - С. 12-13. [Elizarov E, Manukyan V (2006) Sex-separate rearing of broilers. *Ptitsevodstvo*, (11):12-3 (in Russ.)]
3. Емануйлова, Ж.В. Аутосексные бройлеры нового отечественного кросса «Смена 7» / Ж.В. Емануйлова // *Птица и птицепродукты.* - 2008. - №4. - С. 28-29. [Emanuylova ZV (2008) Autosexing broilers of new cross Smena-7. *Poult. Chicken Prod.*, (4):28-9 (in Russ.)]
4. Лукашенко, В.С. Рациональная плотность посадки при клеточном выращивании курочек и петушков бройлеров кросса «Смена 9» / В.С. Лукашенко, Е.А. Овсейчик // *Птицеводство.* - 2022. - №9. - С. 54-58. [Lukashenko VS, Ovseychik EA (2022) *Ptitsevodstvo*, (9):54-8; doi 10.33845/0033-3239-2022-71-9-54-58 (in Russ.)]
5. Лукашенко, В.С. Раздельное и совместное выращивание бройлерных петушков и курочек кросса «Смена 9» / В.С. Лукашенко, Е.А. Овсейчик // *Птицеводство.* - 2023. - №6. - С. 45-49. [Lukashenko VS, Ovseychik EA (2023) *Ptitsevodstvo*, (6):45-9; doi 10.33845/0033-3239-2023-72-6-45-49 (in Russ.)]
6. Da Costa, M.J. Straight-run vs. sex separate rearing for two broiler genetic lines. Part 2: Economic analysis and processing advantages / M.J. Da Costa, G. Colson, T.J. Frost, J. Halley, G.M. Pesti // *Poult. Sci.* - 2017. - V. 96. - No 7. - P. 2127-2136. doi: 10.3382/ps/pew498
7. Masui, K. Sexing Baby Chicks / K. Masui, J. Hashimoto. - Vancouver (Br. Columbia, Canada): Journal Printing Co., Ltd., 1933. - 91 pp.
8. Otsuka, M. A novel method for sexing day-old chicks using endoscope system / M. Otsuka, O. Miyashita, M. Shibata, F. Sato, M. Naito // *Poult. Sci.* - 2016. - V. 95. - No 11. - P. 2685-2689. doi: 10.3382/ps/pew211
9. Silverudd, M. Genetic basis of sexing automation in the fowl / M. Silverudd // *Acta Agric. Scand.* - 1978 - V. 28. - No 2. - P. 169-195. doi: 10.1080/00015127809435170
10. Phelps, P. Automated identification of male layer chicks prior to hatch / P. Phelps, A. Bhutada, S. Bryan, A. Chalcker, B. Ferrelli, S. Neuman, C. Ricks, H. Tran, T. Butt // *World's Poult. Sci. J.* - 2003. - V. 59. - No 1. - P. 33-38.
11. Ройтер, Я.С. Использование генов-модификаторов при селекции колор- и федерсексной птицы / Я.С. Ройтер, А.В. Егорова, А.А. Севастьянова [и др.] // *Доклады РАСХН.* - 2011. - №5. - С. 42-44. [Roiter YS, Egorova AV, Sevastianova AA, Degtyaryova TN, Aleksandrov AV, Amelina OL, Burmistrova EY, Lesik OP (2011) Use of modifier genes in breeding color- and feather-sexed poultry. *Rep. Rus. Acad. Agric. Sci.*, (5):42-4 (in Russ.)]
12. Варакина, Р.И. Создание линии кур белый леггорн с геном медленной оперяемости / Р.И. Варакина, Н.С. Фузеева, Д.Г. Ситдииков, В.Р. Кузьмищева // *Сб. науч. тр. ВНИТИП.* - Сергиев Посад, 2002. - Т. 78. - С. 65-73. [Varakina RI, Fuseyeva NS, Sitdikov DG, Kuzmishcheva VR (2002) Selection of a White Leghorn chicken line with gene of slow feathering. *Proc. VNITIP*, **78**:65-73 (in Russ.)]
13. Serebrovsky, A.S. Crossing-over involving three sex-linked genes in chickens / A.S. Serebrovsky // *Amer. Nat.* - 1922. - V. 56. - No 647. - P. 571-572.
14. Crew, F.A.E. Reginald Crundall Punnett. 1875-1967 / F.A.E. Crew // *Biogr. Mem. Fellows R. Soc.* - 1967. - V. 13. - P. 309-326.
15. Hunton, P. Colored broilers / P. Hunton // *Poult. Intl.* - 1996. - V. 35. - No 7. - P. 42-44.
16. *Poultry Breeding and Genetics*; R.D. Crawford (Ed.). - Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, 1990. - 1105 pp.
17. Siegel, P.B. Evolution of the modern broiler and feed efficiency / P.B. Siegel // *Annu. Rev. Anim. Biosci.* - 2014. - V. 2. - P. 375-385. doi: 10.1146/annurev-animal-022513-114132
18. Stettenheim, P.R. The integumentary morphology of modern birds – an overview / P.R. Stettenheim // *Amer. Zool.* - 2000. - V. 40. - No 4. - P. 461-477. doi: 10.1093/icb/40.4.461
19. Перинек, О.Ю. Проблема повышения питательной ценности яиц и мяса кур и место генофондных пород в ее решении / О.Ю. Перинек, И.Л. Гальперн, О.И. Станишевская, Ю.Л. Силукова // *Генетика и разведение животных.* - 2017. - №3. - С. 12-22. [Perinek OY, Galpern IL, Stanishevskaya OI, Silyukova YL (2017) The problem of improvement of nutritive value of chicken eggs and meat and the role of gene pool breeds in its decision. *Genet. Breed. Anim.*, (3):12-22 (in Russ.)]



20. Юрченко, О.П. Маркерные признаки пушкинской породы / О.П. Юрченко, А.В. Макарова, А.Б. Вахрамеев // Птицеводство. - 2018. - №11-12. - С. 5-7. [Yurchenko OP, Makarova AV, Vakhrameev AB (2018) Marker traits in Pushkinskaya chicken breed. *Ptitsevodstvo*, (11-12):5-7 (in Russ.)]
21. Prince, L.L. Genetic analysis of growth and egg production traits in synthetic colored broiler female line using animal model / L.L. Prince, K.S. Rajaravindra, U. Rajkumar, B.N.L. Reddy, C. Paswan, S. Haunshi, R.N. Chatterjee // *Trop. Anim. Health Prod.* - 2020. - V. 52. - No 5. - P. 3153-3163. doi: 10.1007/s11250-020-02340-4
22. Devatkal, S.K. Quality, composition, and consumer evaluation of meat from slow-growing broilers relative to commercial broilers / S.K. Devatkal, B.M. Naveena, T. Cotaiah // *Poult. Sci.* - 2019. - V. 98. - No 11. - P. 6177-6186. doi: 10.3382/ps/pez344
23. McGibbon, W.H. A sex-linked mutation affecting rate of feathering in chickens / W.H. McGibbon // *Poult. Sci.* - 1977. - V. 56. - No 3. - P. 872-875. doi: 10.3382/ps.0560872
24. Fotsa, J.C. Effect of the slow (K) or rapid (k+) feathering gene on body and feather growth and fatness according to ambient temperature in a Leghorn × brown egg type cross / J.C. Fotsa, P. Mérat, A. Bordas // *Genet. Sel. Evol.* - 2001. - V. 33. - No 6. - P. 659-670. doi: 10.1186/1297-9686-33-6-659
25. Ajang, O.A. Effect of dietary protein content on growth and body composition of fast and slow feathering broiler chickens / O.A. Ajang, S. Prijano, W.K. Smith // *Br. Poult. Sci.* - 1993. - V. 34. - No 1. - P. 73-91. doi: 10.1080/00071669308417564
26. Sheridan, A.K. The relationship between feathering and body weight in broiler chickens / A.K. Sheridan, M.W. McDonald // *Poult. Sci.* - 1963. - V. 42. - No 6. - P. 1468-1471. doi: 10.3382/ps.0421468
27. Zerehdaran, S. Estimation of genetic parameters for fat deposition and carcass traits in broilers / S. Zerehdaran, A.L.J. Vereijken, J.A.M. Van Arendonk, E.H. Waaij // *Poult. Sci.* - 2004. - V. 83. - No 4. - P. 305-313. doi: 10.1093/ps/83.4.521
28. Khosravinia, H. Broiler chicks with slow-feathering (K) or rapid-feathering (k+) genes: effects of environmental stressors on physiological adaptive indicators up to 56 h posthatch / H. Khosravinia, M. Manafi // *Poult. Sci.* - 2016. - V. 95. - No 8. - P. 1719-1725. doi: 10.3382/ps/pew107
29. Khosravinia, H. Effect of the slow (K) or rapid (k+) feathering gene on growth performance and skeletal dimensions of broiler chickens selected for cut up carcass value / H. Khosravinia // *Res. J. Poult. Sci.* - 2008. - V. 2. - No 1. - P. 9-14.
30. Khosravinia, H. Effect of the slow (K) or rapid (k+) feathering gene on carcass related traits of broiler chickens selected for breast and thighs weight / H. Khosravinia // *Genetika.* - 2009. - V. 45. - No 1. - P. 112-118.
31. Lowe, P.C. Independent effects of K and k+ alleles and maternal origin on mortality and performance of crossbred chickens / P.C. Lowe, V.A. Garwood // *Poult. Sci.* - 1981. - V. 60. - No 6. - P. 1123-1126. doi: 10.3382/ps.0601123
32. Goger, H. Determination effects of slow (K) and fast (k+) feathering gene on egg production and hatching traits in laying hens / H. Goger, S.E. Demirtas, S. Yurtogullari // *Asian J. Anim. Vet. Adv.* - 2017. - V. 12. - No 5. - P. 247-253. doi: 10.3923/ajava.2017.247.253

#### Сведения об авторе:

**Ефимов Д.Н.:** кандидат сельскохозяйственных наук, директор; dmi40172575@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 29.06.2023; одобрена после рецензирования 23.07.2023; принята к публикации 30.07.2023.

#### Review article

### Color vs. Feather Sexing Broiler Chickens: Advantages and Limitations

Dmitry N. Efimov

Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Institute of Poultry" of Russian Academy of Sciences

**Abstract.** *The advantages and limitations of the use of color and feather sexing broiler chickens for different broiler meat producing systems are comparatively reviewed. Color sexing genotypes are shown to be less compatible with modern industrialized broiler production systems as compared to the traditional white crosses since the for-*

mer are characterized by intrinsically lower productivity level due to the introduction of the genetic material from less productive colored chicken breeds, and since their selection is more complicated and expensive due to the necessity of selection for productive performance combined with the consolidation of the flocks for a range of genes (markers and modifiers) affecting the coloration of the integument. However, slow-growing color sexing broilers and especially maternal parental lines can be effectively used in the extensive production systems (e.g. backyard or "organic" farms). Feather sexing broiler chickens (carriers of marker gene K/k) can be developed on the basis of highly productive white breeds exclusively and hence can be effectively used in large-scale production systems where both autosexing white broilers and maternal parental lines are in demand.

**Keywords:** broiler chickens, feather sexing, color sexing, hybrid broilers, parental flock, productive performance.

**For Citation:** Efimov D.N. (2023) Color vs. feather sexing broiler chickens: advantages and limitations. *Ptitsevodstvo*, 72(7-8): 11-16. (in Russ.)  
**doi:** 10.33845/0033-3239-2023-72-7-8-11-16

(For references see above)



**Author:**

**Efimov D.N.:** Cand. of Agric. Sci., Director; dmi40172575@gmail.com.  
Submitted 29.06.2023; revised 23.07.2023; accepted 30.07.2023.

© Ефимов Д.Н., 2023