



## Животноводство Animal breeding

DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-3-468-476

УДК 636.52/.58:636.082

EDN CBBVTH

*Научная статья / Research article*

### Сравнение показателей роста и развития, влияющих на мясную продуктивность петушков в ресурсных популяциях

А.Н. Ветох  , Н.А. Волкова , А.Ю. Джагаев Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,  
г. Подольск, Российская Федерация [anatezuya@mail.ru](mailto:anatezuya@mail.ru)

**Аннотация.** Создание ресурсных популяций животных является удобным инструментом для изучения генетического разнообразия, повышения эффективности селекции и сохранения генетических ресурсов. Изучена ресурсная популяция петушков, состоящая из особей яичного и мясного направления продуктивности, а также их потомков первого и второго поколения, проанализированы различия в росте и развитии у разных генераций. Проведен анализ разности и изменчивости по показателю живой массы. Дана характеристика экстерьера на основе индексов массивности и широкотелости — показателей, имеющих зависимости с мясной продуктивностью птицы. У особей первого и второго поколения выявлена достоверная разность по живой массе в сравнении с родительской формой породы русская белая во всех возрастах, а в сравнении с породой корниш — с 4-й по 12-ю неделю у особей второго поколения и по 16-ю неделю у особей первого поколения. Изучение коэффициента вариации показало, что у петушков первого поколения в возрасте 10...12 недель он был выше 25 %, что говорит о высокой степени изменчивости признака по показателю живой массы в сравнении с остальными особями в ресурсной популяции. У породы корниш наблюдался самый низкий коэффициент вариабельности признака в возрастах 6, 12 и 20 недель. По индексам широкотелости и массивности у петушков второго поколения наблюдался эффект гетерозиса при их развитии к возрасту 20 недель, что характеризовало их как здоровых и быстрорастущих

© Ветох А.Н., Волкова Н.А., Джагаев А.Ю., 2024

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

особей с хорошо развитой мускулатурой. Результаты нашего исследования могут помочь птицеводам в селекционной работе при подборе кур с целью создания новых пород и линий с улучшенными характеристиками, а для частных и личных хозяйств повысить эффективность собственного производства.

**Ключевые слова:** куры, русская белая, корниш, помеси, индексы телосложения

**Вклад авторов:** Ветох А.Н. — дизайн исследования, сбор и обработка материала, анализ полученных данных, написание текста; Волкова Н.А. — концепция и дизайн исследования; Джагаев А.Ю. — сбор материала.

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (ГЗ № FGGN-2024-0014).

**История статьи:** поступила в редакцию 24.07.2023; принята к печати 11.04.2024.

**Для цитирования:** Ветох А.Н., Волкова Н.А., Джагаев А.Ю. Сравнение показателей роста и развития, влияющих на мясную продуктивность петушков в ресурсных популяциях // Вестник российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2024. Т. 19. № 3. С. 468–476. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-3-468-476

## Comparison in indicators of growth and development affecting the meat productivity of cockerels in resource populations

Anastasia N. Vetokh  , Natalia A. Volkova , Alan Y. Dzhagaev 

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst,  
Podolsk, Russian Federation  
 anastezuya@mail.ru

**Abstract.** Creation of animal resource populations is a convenient tool for studying genetic diversity, increasing efficiency of breeding, and conserving genetic resources. In the article, we studied the resource population of males of egg and meat direction of productivity, as well as their progeny of the first and second generations, analyzed the differences in growth and development in different generations. An analysis of the difference and variability in terms of live weight was carried out. Characteristic of exterior was given based on the indices of massiveness and broad body — indicators that have dependencies with meat productivity of poultry. In birds of the first and second generation, a significant difference in live weight was revealed in comparison with the parental form of the Russian White breed at all ages, and in comparison, with the Cornish breed — from the 4th to the 12th week in birds of the second generation and to the 16th week in birds of the first generation. Coefficient of variation showed that in males of the first generation at the age of 10...12 weeks it was above 25%, which indicates a high degree of variability of the trait in terms of live weight, in comparison with other animals in the resource population. The Cornish breed had the lowest coefficient of variability for the traits at 6, 12, and 20 weeks of age. In terms of broad body and massive indices, the effect of heterosis was observed in males of the second generation during their development by the age of 20 weeks, which characterized them as healthy and fast-growing individuals with well-developed muscles. The results of our study can help poultry farmers in breeding work when selecting chickens to create new breeds and lines with improved characteristics, and for private and personal farms to increase the efficiency of their own production.

**Key words:** chickens, Russian White breed, Cornish breed, crossbreeds, body indices

**Author contributions.** Vetokh A.N. designed the experiments, collected and processed data, analyzed the data, wrote the paper; Volkova N.A. conceived and designed the experiments; Dzhagaev A.Y. collected data.

**Conflict of interests.** The authors declared no conflict of interests.

**Funding.** The research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (State Contract No. FGGN-2024-0014).

**Article history:** Received: 24 July 2023. Accepted: 11 April 2024.

**For citation:** Vetokh AN, Volkova NA, Dzhagaev AY. Comparison in indicators of growth and development affecting the meat productivity of cockerels in resource populations. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024;19(3):468—476. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-3-468-476

## Введение

Выращивание кур — одна из самых распространенных и экономически выгодных отраслей птицеводства, в т. ч. и для получения мяса. Рост и развитие — это важные факторы, которые определяют продуктивность и качество мяса сельскохозяйственной птицы [1]. В современной птицеводческой отрасли существует проблема эффективного использования ресурсов для получения максимальной прибыли. В последние годы птицеводы все больше внимания уделяют созданию новых пород кур, которые будут лучше соответствовать потребностям рынка и обеспечивать высокую производительность, при этом еще одной из задач остается сохранение биоразнообразия [1, 2]. Однако, для того чтобы создать новую породу, необходимо провести множество исследований и экспериментов. Одним из методов, помогающих изучить рост и развитие сельскохозяйственных животных, является создание ресурсной популяции [3, 4]. Использование модельных животных дает возможность учитывать не только физиологические особенности птиц, но и их генетические характеристики [5—7].

**Цель исследования** — провести сравнительный анализ роста и развития петушков разных генераций в ресурсной популяции, а также изучить фенотипическую изменчивость некоторых признаков мясной продуктивности.

## Материалы и методы исследования

Объектом исследования стала ресурсная популяция петушков: особи мясного (порода корниш белый) и яичного (порода русская белая) направлений продуктивности и их потомки первого и второго поколения. Птица содержалась в отделе организации опытно-экспериментальной базы ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Помещения для содержания птицы были оборудованы приточной вентиляцией. Температуру в птичнике поддерживали на уровне от 20 до 25 °С, влажность — от 48,5 до 51,2 %. Кормление птицы осуществляли промышленным комбикормом соответственно возрасту согласно установленным нормам кормления<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Научно обоснованные рекомендации по производству продукции птицеводства в организациях всех форм собственности Ставропольского края: метод. рекомендации / Е.Э. Епимахова, Н.И. Белик, В.Е. Закотин и др. Ставрополь : АГРУС, 2014. С. 20–22, 31.

Мы исследовали 130 петушков. Все особи были крыломечены с использованием номерных пластинок. С момента выхода из яйца с кондиционных цыплят снимались весовые и линейные показатели до достижения возраста в 24 недели. Фенотипические показатели фиксировали в динамике по возрасту 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24 недели. Замеры живой массы производили с использованием электронных весов Vitek и бытовых электронных весов типа безмен, промер ширина таза — штангенциркуля: эти показатели характеризуют развитие грудных мышц, а длина туловища измеряли с помощью сантиметровой ленты. Исходя из установленных показателей рассчитали индексы телосложения птицы (по П.А. Кабыстиной), такие как индекс массивности ( $ИМ = \frac{\text{живая масса, г}}{\text{длина туловища, см}}$ ) и индекс широкотелости ( $ИШ = \frac{\text{ширина таза} \times 100}{\text{длина туловища}}$ ). Эти показатели используются при сравнении фенотипических профилей птиц разных пород, а также характеризуют мясную продуктивность, упитанность и компактность телосложения<sup>2</sup>.

Все цифровые значения вносили в электронную базу, которую вели в программе MS Excel, а данные измерений обрабатывали методами описательной статистики в программе STATISTICA 7.0 с определением коэффициента вариации, средних величин и ошибок ( $M \pm m$ ), для оценки уровней значимости использовали *t*-test и *F*-критерий в ANOVA. Результаты представили в виде графиков и таблиц, чтобы наглядно показать различия между исходными и модельными формами.

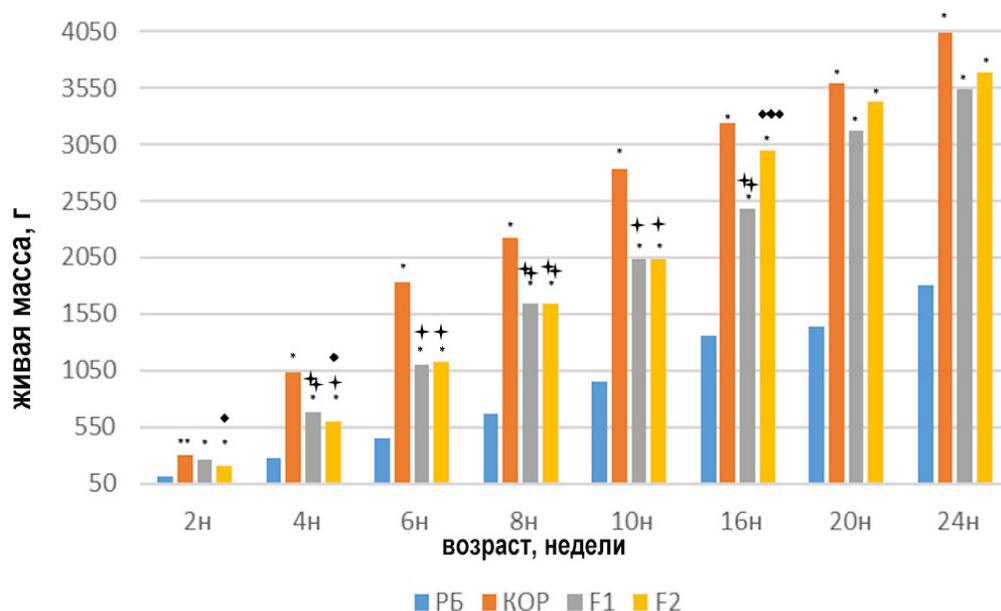
## Результаты исследования и обсуждение

Проведено сравнение роста и развития петушков различных поколений модельных кур с исходными формами — родительского стада исходных пород (РБ — русская белая, КОР — корниш) первого F1 и второго F2 поколений — и выявили, что сравниваемые показатели петушков ресурсной популяции отличались в зависимости от поколения кур.

В изученной нами динамике живой массы петушков (рис. 1) в зависимости от возраста и поколения было замечено, что петушки породы русская белая имели достоверно меньшие весовые показатели в сравнении со всеми остальными группами животных во всех возрастах. Цыплята в возрасте 2 недели были достоверно меньше цыплят породы корниш в 2,79 раза (при  $p < 0,01$ ) и помесных цыплят поколения F1 и F2 в 2,45 и 1,94 раза ( $p < 0,001$ ) соответственно. Наибольшие различия по показателю живой массы были между петушками пород русская белая и корниш в возрасте 6 недель ( $p < 0,001$ ), а разность составляла 301 %, что в среднем соответствовало 1373,86 г. В ходе попарных сравнений у мясных петушков не было обнаружено достоверных различий по массе с петушками ресурсной популяции из первой и второй генерации в первые недели после выхода из яйца и по достижению половозрелости, но были выявлены достоверные различия между петушками породы корниш и потомками первого поколения в возрастах 4, 6, 8 и 10 недель, и потомками второго поколения в возрастах 4, 6, 8, 10 и 16 недель. Наибольшая разность между чистопородными особями и вто-

<sup>2</sup> Куликов Л.В. Практикум по птицеводству. Издание второе, допол. М. : РУДН, 2002. С. 23–27.

рым поколением была в возрасте 4 недели и составляла 1,73 раза (при  $p \leq 0,01$ ), а с первым поколением она составляла 1,66 раз в возрасте 6 недель ( $p \leq 0,001$ ). При сравнении петушков-потомков наблюдались достоверные различия в начале роста и с наступлением половозрелости. Цыплята первого поколения были крупнее цыплят поколения F2 в возрасте 2 недели, разность по живой массе между особями составляла 21 %, а к возрасту 4 недели уже не превышала 13 % ( $p \leq 0,001$ ). В возрасте 16 недель особи F2 показали усиленный рост и стали крупнее петушков F1 на 20,68 % ( $p \leq 0,05$ ). В возрастах 20 и 24 недели также особи второго поколения были крупнее своих аналогов, но различия были незначительны и составляли 7,95 и 4,12 % соответственно.

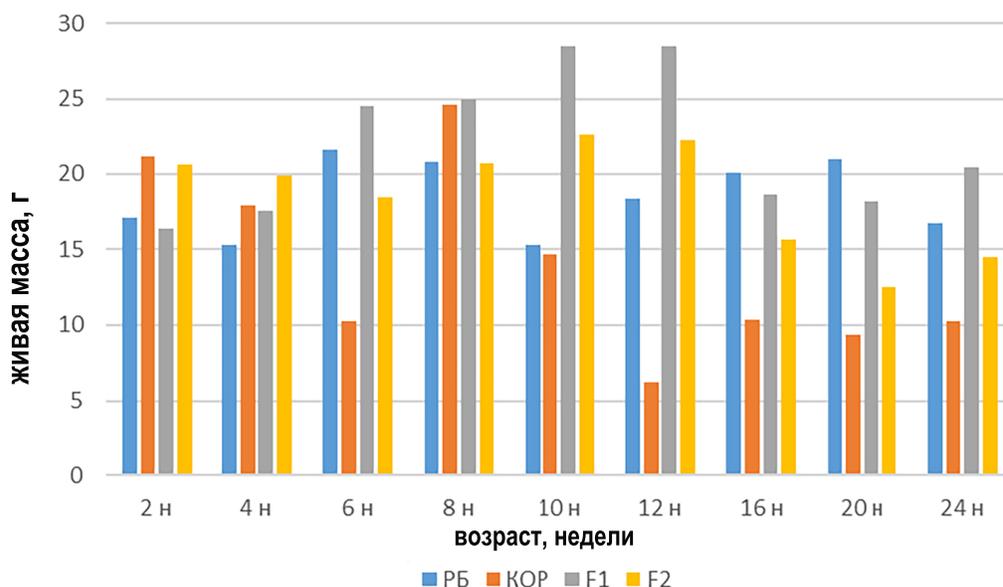


* РБ×КОР, РБ×F1, РБ×F2	* $p \leq 0,001$	** $p \leq 0,01$
+ КОР×F1, КОР×F2	+ $p \leq 0,001$	++ $p \leq 0,01$
◆ F1×F2	◆ $p \leq 0,001$	◆◆◆ $p \leq 0,05$

**Рис. 1.** Динамика весовых показателей в ресурсной популяции

Источник: сделано А.Н. Ветох, Н.А. Волковой, А.Ю. Джагаевым с помощью MS: РБ – порода русская белая; КОР – порода корниш; F1 – помеси первого поколения; F2 – помеси второго поколения Excel

Чтобы оценить степень разброса значений по показателю живой массы так же был рассчитан коэффициент изменчивости (рис. 2), который, как известно, показывает, насколько сильно данные отклоняются от среднего значения и может использоваться для оценки надежности измерений и анализа их сходства.



**Рис. 2.** Динамика коэффициента вариации в ресурсной популяции: РБ — порода русская белая; КОР — порода корниш; F1 — помеси первого поколения; F2 — помеси второго поколения Excel

Источник: А.Н. Ветох, Н.А. Волковой, А.Ю. Джагаевым с помощью MS Excel

Результаты показали, что у петушков первого поколения в возрасте 10...12 недель коэффициент вариации превышал 25 %, что говорит о высокой степени изменчивости признака по показателю живой массы, в сравнении с остальными участниками исследования. Степень изменчивости в этом возрасте может зависеть как от генетических особенностей петушков, так и от условий содержания и кормления [8, 9]. Однако, как видно из графика, родительские формы петушков также имели достаточно высокую степень варибельности живой массы в некоторых возрастах, что, вероятно, могло привести к более высокому коэффициенту изменчивости весовых показателей у потомства. У породы корниш наблюдался самый низкий коэффициент варибельности признака в возрастах 6, 12 и 20 недель. Эти возраста совпадают с изменениями в условиях содержания, что может характеризовать этих особей как наиболее подверженных стрессу. В возрасте 6 и 20 недель происходила смена промышленного комбикорма, а в возрасте 12 недель происходил перевод птиц из помещений для цыплят и молодняка в птичник для взрослой птицы.

Для того, чтобы охарактеризовать фенотипическую изменчивость по показателям мясной продуктивности, необходимо иметь представление и об экстерьерном профиле особей [10]. Мы рассчитали индексы массивности и индексы широкотелости у петушков ресурсной популяции (таблица). Чем больше масса тела, тем выше индекс массивности. В птицеводстве индекс массивности свидетельствует о том, что птица имеет хорошее здоровье и высокую продуктивность, и может быть

применен для определения качества мяса птицы и эффективности использования кормов [11—13].

### Индексы массивности и широкотелости петушков разных генотипов $M \pm m$

Возраст, недели	Генотипы			
	РБ (n = 30)	КОР (n = 21)	F1 (n = 33)	F2 (n = 46)
<b>Индекс массивности</b>				
2	14,55 ± 0,35	26,92 ± 6,40	32,27 ± 1,32*	23,44 ± 0,26* ♦
4	24,79 ± 0,57	70,43 ± 12,3**	51,05 ± 2,22* ♦	43,88 ± 0,46* ♦♦ ▶
6	34,43 ± 0,71	99,36 ± 8,98*	66,03 ± 3,45* ♦♦	64,43 ± 0,70* ♦
8	44,53 ± 0,78	124,2 ± 14,0*	68,21 ± 3,32* ♦	84,38 ± 1,08* ♦♦ ▶
10	54,37 ± 1,75	126,2 ± 5,19*	79,95 ± 4,02* ♦	91,68 ± 2,13* ♦♦ ▶▶
12	58,51 ± 1,96	127,2 ± 2,65*	92,82 ± 5,89* ♦	104,1 ± 2,67* ♦
16	66,68 ± 3,40	133,1 ± 3,12*	105,9 ± 6,58* ♦♦	124,9 ± 3,42* ▶▶
20	67,96 ± 5,16	144,5 ± 7,8*	121,4 ± 4,1* ♦♦	146,7 ± 2,75* ▶
24	83,94 ± 15,0	156,4 ± 12,9**	154,8 ± 0,97*	159,1 ± 3,13*
<b>Индекс широкотелости, %</b>				
2	42,3 ± 0,5	43,4 ± 1,0	37,2 ± 1,0*	42,4 ± 0,3 <sup>▶</sup>
4	38,7 ± 0,7	44,1 ± 5,0	38,5 ± 1,1	40,3 ± 0,3
6	39,2 ± 0,4	46,9 ± 2,0	37,3 ± 0,1*	40,3 ± 0,3* ♦♦ ▶▶
8	40,7 ± 0,4	45,5 ± 2,1	40,2 ± 0,1♦♦♦	41,2 ± 0,3
10	39,9 ± 0,6	45,3 ± 2,0	40,6 ± 1,1	40,6 ± 0,6
12	39,0 ± 0,8	44,5 ± 2,1	37,3 ± 0,1♦♦	40,3 ± 0,6 <sup>▶</sup>
16	39,7 ± 0,9	44,1 ± 2,0	38,4 ± 0,1	42,1 ± 1,0 <sup>▶▶▶</sup>
20	40,5 ± 1,6	41,9 ± 2,8	37,7 ± 0,1	46,3 ± 1,1 <sup>▶</sup>
24	41,4 ± 7,2	39,8 ± 4,0	36,4 ± 0,1	47,1 ± 0,7 <sup>▶</sup>

* РБ×КОР, РБ×F1, РБ×F2	* $p \leq 0,001$	** $p \leq 0,01$	*** $p \leq 0,05$
♦ КОР×F1, КОР×F2	♦ $p \leq 0,001$	♦♦ $p \leq 0,01$	♦♦♦ $p \leq 0,05$
▶ F1×F2	▶ $p \leq 0,001$	▶▶ $p \leq 0,01$	▶▶▶ $p \leq 0,05$

Индекс широкотелости также применим для оценки качества мяса птицы, так как он может указывать на количество жира и мышечной массы в тушке [14]. Чем выше значение индекса широкотелости, тем более развита мускулатура и кости у птицы, что обуславливается ее здоровьем и способностью к быстрому росту. Однако, следует отметить, что индекс широкотелости не является единственным показателем качества птицы и не должен использоваться в качестве главного критерия при выборе птицы для разведения или выращивания [15].

По индексу массивности петушки породы корниш с возраста 4 недель превосходили особей из других групп, что характерно для особей мясных пород. Однако к наступлению половозрелости, в возрасте 20 недель, особи второго поколения

сравнились или незначительно превышали родительскую форму к 24 неделям: не более, чем на 1,2%. По индексу широкотелости, особи второго поколения также показывали бóльшие значения в половозрелом возрасте при сравнении с родительскими формами мясного направления продуктивности. При этом достоверная разность между корнишами и помесями второго поколения была только в возрасте 6 недель. По полученным результатам можно охарактеризовать петушков F2 как здоровых и быстрорастущих особей с хорошо развитой мускулатурой, проявляющих эффект гетерозиса и являющихся перспективными для выращивания.

Однако, несмотря на различия, все поколения кур обладают рядом общих характеристик, таких как быстрый рост в первые месяцы жизни, интенсивное развитие мышечной массы и костной структуры.

## Заключение

Исследование показало, что селекция кур может приводить к различным результатам в зависимости от целей разведения. Важно проводить мониторинг роста и развития кур в процессе селекции, чтобы избежать ухудшения показателей и сохранить желаемые характеристики.

Полученные данные свидетельствуют о том, что рост и развитие кур могут быть улучшены за счет использования современных технологий и методов селекции. Использование модельных форм может служить эффективным инструментом для улучшения роста и развития кур, так как высокие значения вариабельности фенотипических признаков являются хорошей предпосылкой для проведения генетического анализа с последующим выявлением локусов количественных признаков, ассоциированных с ростом и развитием на основе метода GWAS.

## Список литературы

1. Буяров А.В., Буяров В.С., Комоликова И.В. Производство и переработка продукции птицеводства в современных экономических условиях: тренды и инновации // Вестник ОрелГАУ. 2023. № 3 (102). С. 133—143. doi: 10.17238/issn2587-666X.2023.3.133
2. Буяров В.С., Буяров А.В., Алдобаева Н.А. Научное обеспечение яичного и мясного птицеводства России // Эффективное животноводство. 2018. № 3. С. 64—68.
3. Mueller S., Taddei L., Albiker D., Kreuzer M., Siegrist M., Messikommer R.E., Gangnat I.D.M. Growth, carcass, and meat quality of 2 dual-purpose chickens and a layer hybrid grown for 67 or 84 D compared with slow-growing broilers // Journal of Applied Poultry Research. 2020. Vol. 29. № 1. Pp. 185—196. doi: 10.1016/j.japr.2019.10.005
4. Dadousis C., Somavilla A., Ilka J.J., Johnsson M., Batista L., Mellanby R.J., Headon D., Gottardo P., Whalen A., Wilson D., Dunn I.C., Gorjanc G., Kranis A., Hickey J.M. A genome-wide association analysis for body weight at 35 days measured on 137,343 broiler chickens // Genetics Selection Evolution. 2021. № 53. 70. doi: 10.1186/s12711-021-00663-w
5. Li F., Han H., Lei Q., Gao J., Liu J., Liu W., Zhou Y., Li H., Cao D. Genome-wide association study of body weight in Wenshang Barred chicken based on the SLAF-seq technology // Journal of Applied Genetics. 2018. Vol. 59. № 3. Pp. 305—312. doi: 10.1007/s13353-018-0452-7
6. Brandt M., Ahsan M., Honaker C.F., Siegel P.B., Carlborg Ö. Imputation-based fine-mapping suggests that Most QTL in an outbred chicken advanced intercross body weight line are due to multiple, linked loci // G3 (Bethesda). 2017. Vol. 7. № 1. Pp. 119—128. doi: 10.1534/g3.116.036012

7. Gu X., Feng C., Ma L., Song C., Wang Y., Da Y., Li H., Chen K., Ye S., Ge C., Hu X., Li N. Genome-wide association study of body weight in chicken F2 resource population // PLoS One. 2011. Vol. 6. № 7. e21872. doi: 10.1371/journal.pone.0021872

8. Дементьева Н.В., Митрофанова О.В., Ларкина Т.А. Генетическая изменчивость популяций кур разного направления продуктивности по SNPs в локусе, включающем ген миостатин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (84). С. 231—235. doi: 10.37670/2073-0853-2020-84-4-231-234

9. Жучаев К.В., Сулимова Л.И., Кочнева М.Л., Савельев А.А., Новиков Е.А., Кондратюк Е.Ю., Лисунова Л.И. Реакция кур-несушек мясного кросса на хронический стресс в условиях разных технологий содержания // Генетика и разведение животных. 2019. № 2. С. 121—128. doi: 10.31043/2410-2733-2019-2-121-128

10. Sheng Z., Pettersson M.E., Hu X., Luo C., Qu H., Shu D., Shen X., Carlborg O., Li N. Genetic dissection of growth traits in a Chinese indigenous × commercial broiler chicken cross // BMC Genomics. 2013. Vol. 6. № 14. 151. doi: 10.1186/1471-2164-14-151

11. Lukanov H., Pavlova I. Morphological and morphometric characterization of Bulgarian local chicken breed // Journal of Agricultural Science and Technology. 2021. Vol. 13. № 2. Pp. 147—151. doi: 10.15547/ast.2021.02.024

12. Bhuiyan M., Ferdous A.J., Bhuiyan A.K.F.H., Hassin B., Ali M. Body conformation, morphometry indices and inheritance pattern of indigenous Dwarf chickens of Bangladesh // Journal of Poultry Research. 2019. Vol. 16. № 2. Pp. 55—61. doi: 10.34233/jpr.605051

13. Fajemilehin S.O.K. Discriminant analysis of sexual dimorphism in zoometrical characters of normal feathered Yoruba ecotype adult local chicken in the Tropical Forest Zone of Nigeria // Journal of Animal Science and Veterinary Medicine. 2017. Vol. 2. № 4. Pp. 139—144. doi: 10.31248/JASVM2017.060

14. Pirany N., Bakrani Balani A., Hassanpour H., Mehraban H. Differential expression of genes implicated in liver lipid metabolism in broiler chickens differing in weight // British Poultry Science. 2020. Vol. 61. № 1. Pp. 10—16. doi: 10.1080/00071668.2019.1680802

15. Kokoszyński D., Bernacki Z., Saleh M., Sęczny K., Binkowska M. Body conformation and internal organs characteristics of different commercial broiler lines // Brazilian Journal of Poultry Science. 2017. Vol. 19. № 1. Pp. 47—52. doi: 10.1590/1806-9061-2016-0262

#### Об авторах:

Ветох Анастасия Николаевна — научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Российская Федерация, 142132, Московская область, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, д. 60; e-mail: anastezuua@mail.ru

ORCID: 0000-0002-2865-5960 SPIN-код: 8184-9850

Джагаев Алан Юрьевич — аспирант, младший научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Российская Федерация, 142132, Московская область, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, д. 60; e-mail: alan\_dz@inbox.ru

ORCID: 0000-0001-7818-0142 SPIN-код: 6547-4151

Волкова Наталья Александровна — доктор биологических наук, профессор РАН, руководитель лаборатории клеточной инженерии, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Российская Федерация, 142132, Московская область, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, д. 60; e-mail: natavolkova@inbox.ru

ORCID: 0000-0001-7191-3550 SPIN-код: 7834-2875