

Е. С. Федорова, О. И. Станишевская

Диаметр желтка куриных яиц как селекционный критерий для повышения их пищевой и энергетической ценности

Аннотация. Интенсивный отбор яичных кур по яйценоскости и массе яиц повлек за собой изменение соотношения между белком и желтком, уменьшив долю последнего, что отрицательно сказалось на питательной и энергетической ценности яиц. Поэтому для улучшения качества яиц необходимо увеличить долю желтка в них. Для оценки кур по данному показателю может быть использована экспресс-методика измерения диаметра желтка яиц с помощью ультразвукового (УЗ) сканирования.

Ключевые слова: селекция, желток куриных яиц, энергетическая ценность яйцемассы, УЗ-сканирование.

Авторы:

Федорова Е. С. — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела генетики и разведения с.-х. птиц ФГБНУ ВНИИГРЖ; г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Московское шоссе, д. 55а, 196601; e-mail: fedorova816@mail.ru;

Станишевская О. И. — доктор биологических наук, зав. отделом генетики и разведения с.-х. птиц ФГБНУ ВНИИГРЖ; г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Московское шоссе, д. 55а, 196601; e-mail: olgastan@list.ru.

Введение. Интенсивный отбор яичных кур по яичной продуктивности и конверсии корма повлек за собой изменение соотношения между белком и желтком в пользу белка как компонента, требующего от организма курицы наименьших энергетических затрат. Снижение доли желтка в яйце отрицательно сказалось на его питательной ценности как для человека, так и для развивающегося куриного эмбриона. За последние 45 лет доля желтка у яичных кроссов снизилась с 29,0–33,5 до 23–31% [1]. Желток является важнейшим компонентом яйца, в значительной степени определяющим его пищевую и энергетическую ценность, в то же время он остаётся наименее изученным параметром яйца с точки зрения использования в селекционных программах, поскольку, во-первых, его величина является достаточно «консервативным» селекционным параметром, и, во-вторых, до недавнего времени не существовало простого и быстрого способа его достоверной оценки без нарушения целостности скорлупы.

Согласно исследованиям, проведенным нами ранее, относительная масса желтка яиц у кур высокопродуктивных яичных линий находится в среднем на уровне 27–28% при $C_v = 4,5–7,0\%$ [2]. На величину желтка влияют различные факторы: порода, кросс, возраст несушки, сезон года, рацион, индивидуальные особенности курицы. Исследования показали, что, независимо от породной и линейной принадлежности кур, наибольшее количество яиц с относительно крупным по величине желтком (к массе яйца) встречается в мелких по массе яйцах (45%), а с мелким желтком — в крупном яйце (44%) [2].

В относительно крупном желтке содержится на 2–4% больше протеина и больше глюкозы при снижении концентрации триглицеридов на 9–13% [2]. Очевидно, что укрупнение желтка в яйце происходит не за счет липидов, а за счет повышения содержания в нем протеина, как менее энергозатратной составляющей.

У яичных коричневоскорлупных кур, где доля желтка в яйце находится на уровне 27–28%, выводимость из крупножелтковых яиц, независимо от линейной принадлежности, всегда выше по сравнению с мелкожелтковыми (на 4–11%) [2, 4].

Фенотипические коэффициенты корреляции между относительной массой желтка и некоторыми показателями его питательной ценности составляют [2]:

Содержание сухого вещества (СВ) в желтке, %	0,20–0,25
Протеин в сухом веществе желтка, %	0,40
Концентрация триглицеридов в желтке, г/100 мл	-0,16...-0,30
Выводимость яиц яичных кур, %	0,15–0,35
Масса яиц, г	-0,36
Затраты корма на 1 кг яйцемассы при яйценоскости 8–10 яиц за 10 дней учета, кг/кг	0,20–0,30

Как правило, возможна оценка курицы по величине желтка яиц (для этого достаточно трех последовательно снесенных яиц), при этом у большинства кур (около 70% поголовья) колебания данного показателя невелики (это так называемые

«стабильные» куры), но у некоторых особей он изменяется в значительных пределах, так же как и пигментация и качество скорлупы, что свидетельствует о низкой стрессоустойчивости таких особей.

С возрастом большинство кур сохраняют свои ранги по величине желтка (коэффициент ранговой корреляции по относительной величине желтка у одних и тех же кур составил 0,37, а по массе яиц 0,42) [2]. Коэффициент наследуемости относительной величины желтка по матерям, согласно нашим исследованиям, находится на уровне 0,5 [2].

То, что относительную массу желтка у кур высокопродуктивных яичных кроссов можно и нужно увеличивать, не вызывает сомнений. Но это должно быть оправдано экономически, то есть не вызвать ухудшения конверсии корма птицей, а также быть технически осуществимо (без разбивания яиц).

Если говорить о зависимости величины желтка и конверсии корма на 1 кг яичной массы, то можно утверждать, что с увеличением содержания желтка в яйце происходит увеличение затрат корма. Данная связь носит криволинейный характер. То есть, возможно проводить увеличение доли желтка в яйце, повысив таким образом его питательную ценность, без ухудшения показателя конверсии корма, но лишь до определенного уровня, который в каждой линии птицы свой [3].

На основании данных, полученных на курах коричневоскорлупных яичных линий, можно утверждать, что оптимальной для роста и развития эмбрионов является величина желтка на уровне 31–32%, но, в то же время, увеличение данного показателя у яичной птицы более 30–31% не будет экономически оправдано [3, 4].

Целью данных исследований было изучить пищевую и энергетическую ценность яиц с разной массой в зависимости от диаметра их желтка.

Материалы и методы исследований. Наиболее точный, но в то же время самый трудоемкий и затратный способ измерения массы желтка — его взвешивание после разбивания яйца. Для оценки величины желтка яиц без нарушения целостности скорлупы был взят за основу метод, предложенный О. И. Станишевской и М. А. Лапа (рис. 1) [5, 6].

Для точной оценки величины желтка необходимо провести его сканирование в двух плоскостях: по длинной и короткой осям яйца, поскольку желток обладает не идеальной сферической формой, а несколько вытянут к полюсам [7, 8, 9]. Программное обеспечение УЗ-сканера позволяет рассчитать объем желтка по каждому полученному изображению. Но, с точки зрения практического использования в «полевых условиях», достаточно оценки желтка по диаметру по длинной оси (рис. 1).

Именно этот параметр был использован в наших исследованиях, поскольку в опытах, проведенных на курах генофондных пород, коэффициент ранговой корреляции данного показателя с массой желтка составил 0,9 ($P < 0,001$) [9]. Для характеристики курицы по диаметру желтка исследовали по 3 и более последовательно снесенных яйца.

Исследования проведены на курах русской белой породы селекции ФГУП «Генофонд» в количестве 134 голов в возрасте 34–52 недель жизни.

Энергетическая ценность яиц была рассчитана по формуле:

$$Эц = \frac{(16Мж + 2Мб) \times 100 \times 0,2388}{Мя - Мск}, \quad [10]$$

где: Эц — энергетическая ценность яйца, Ккал/100 г;

Мж — масса желтка, г; Мб — масса белка, г;

Мя — масса яйца, г; Мск — масса скорлупы, г.

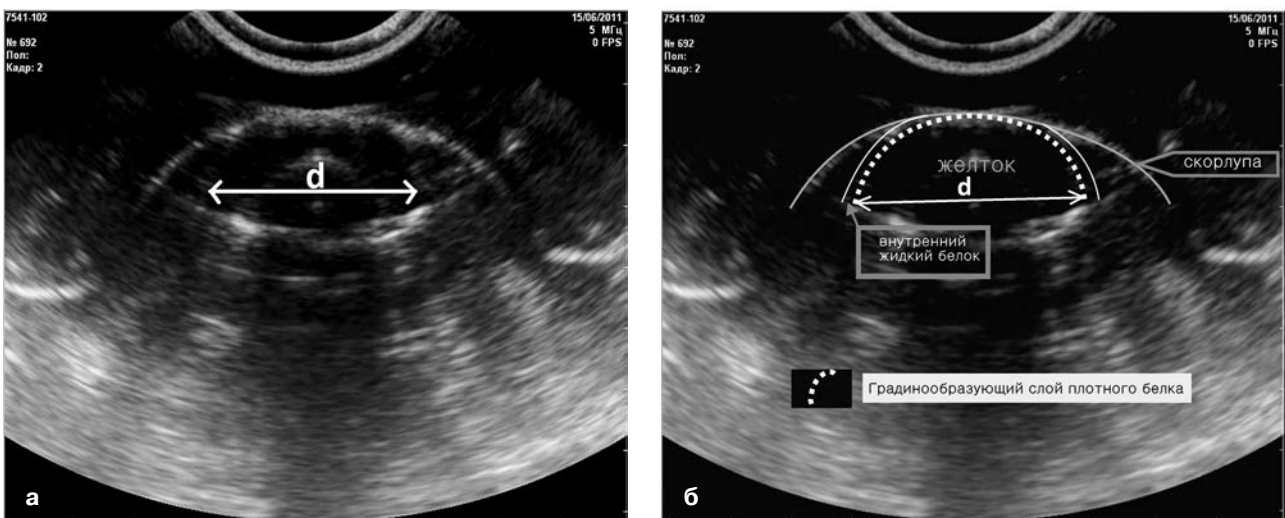


Рис. 1. Сканирование яйца по длинной оси: а) общий вид; б) схематичное изображение



Рис. 2. Оборудование, необходимое для оценки величины желтка УЗ-методом:

- а) схематичное изображение метода измерения;
б) общий вид.



Анализ и обсуждение результатов. Коэффициент изменчивости (Cv) величины диаметра желтка (см) у кур русской белой породы в возрасте 36 недель жизни находился в пределах 2,2–5,4%. Результаты исследований подтвердили ранее установленную нами закономерность и показали, что наибольшее количество яиц с высоким показателем «диаметр желтка (см) / масса яйца (г)» встречается в мелких по массе яйцах (56%), а с низким — в крупном яйце (70%).

Также установлено, что возрастная повторяемость (34–52 недели жизни кур) показателя «диаметр желтка (см) / масса яйца (г)» находилась в пределах 0,72 ($P < 0,001$); коэффициент ранговой корреляции мать-дочь по величине диаметра желтка — на уровне 0,57.

Полученные результаты по зависимости энергетической ценности яйцемассы от массы яиц и величины желтка представлены в виде графика (рис. 3), из которого следует, что:

- с увеличением массы яйца энергетическая ценность яйцемассы снижается (на 4,2–16,6%);
- чем крупнее желток, тем выше энергетическая ценность яйцемассы при одинаковой массе яиц (на 6,0–17,3%).

Так, например, яйцо массой 56 г с диаметром желтка 2,9 см обладало энергетической ценностью порядка 135,0 ккал/100 г, а с диаметром желтка 3,2 см — уже 161,5 ккал/100 г, что на 16,4% выше. Также с увеличением массы яйца энергетическая ценность яйцемассы снижается (на 4,2–16,6%), поскольку повышение массы происходит за счет увеличения доли белка в яйце. Так, если рассмотреть кривую, отражающую энергетическую ценность яиц с разной массой, но с одинаковым диаметром желтка, например, 3 см, то

видно, что при массе яйца 48 г энергетическая ценность яйцемассы составила 164,0 ккал/100г, а при массе яйца 56 г — 144,5 ккал/100 г, что на 11,9% ниже.

Стоимость реализуемых на рынке столовых яиц прежде всего зависит от их категории, которая, как известно, определяется их массой. Так, столовые яйца второй категории (С2) имеют массу 45,0–54,5 г, первой (С1) — 55,0–64,9 г, отборные (СО) — 65,0–74,9 г. Разница в цене между С2 и СО составляет порядка 5–18 руб./десяток. То есть покупатель делает свой выбор, ориентируясь исключительно на массу яиц. А что насчет их качественных характеристик? Качественные характеристики яиц, в том числе содержание желтка, не учитываются при определении категорийности яиц и реализационной цены. Если мы возьмем для сравнения яйца, относящиеся к разным категориям, то увидим, что даже при одинаковом диаметре желтка питательность таких яиц различна. Например, яйцо С2 массой 50 г с диаметром желтка 3,1 см обладает энергетической ценностью 165,0 ккал/100 г, тогда как питательная ценность яйца С1 массой 59 г с таким же показателем диаметра желтка — 149,0 ккал/100 г, то есть на 9,7% ниже.

Очевидно, что подобное снижение питательной ценности происходит за счет того, что с увеличением массы яйца уменьшается относительная величина желтка. А желток — это основной источник

жиров (99% липидов яйца находятся именно в желтке) и, соответственно, самая энергоемкая часть яйца. Уменьшение доли желтка приводит к снижению не только калорийности яйцемассы, но и к снижению содержания в ней питательных веществ, поскольку желток является источником незаменимых жирных кислот, ω 3-жирных кислот, жирорастворимых витаминов, селена и биологически активных веществ, биодоступность которых для человека находится на высоком уровне: 60–95%.

Для пищевой и фармацевтической промышленности наиболее важными составными частями желтка в качестве сырья являются липиды, фосвитин, липопроотеины, сиаловая кислота и антитела. Яичный желток используется также для получения биологически активных субстанций, например, ферментов, гормонов и антител. Так, путем иммунизации кур можно получить иммуноглобулины (Igy) против различных бактерий и вирусов, замедляющие или подавляющие развитие желудочно-кишечных заболеваний *in vivo* и *in vitro*. Некоторые Igy могут быть использованы в медицине как альтернатива антибиотикам.

Выводы. В результате исследований было установлено, что:

- энергетическая ценность яичной массы определяется величиной желтка яиц;
- пищевые яйца, относящиеся к одной категории, могут иметь различную энергетическую ценность, причем различия в калорийности яйцемассы (ккал/100 г) могут достигать 17,3%.

Мы считаем, что селекция яичных кур на повышение величины желтка (до 29,0–31% в зави-

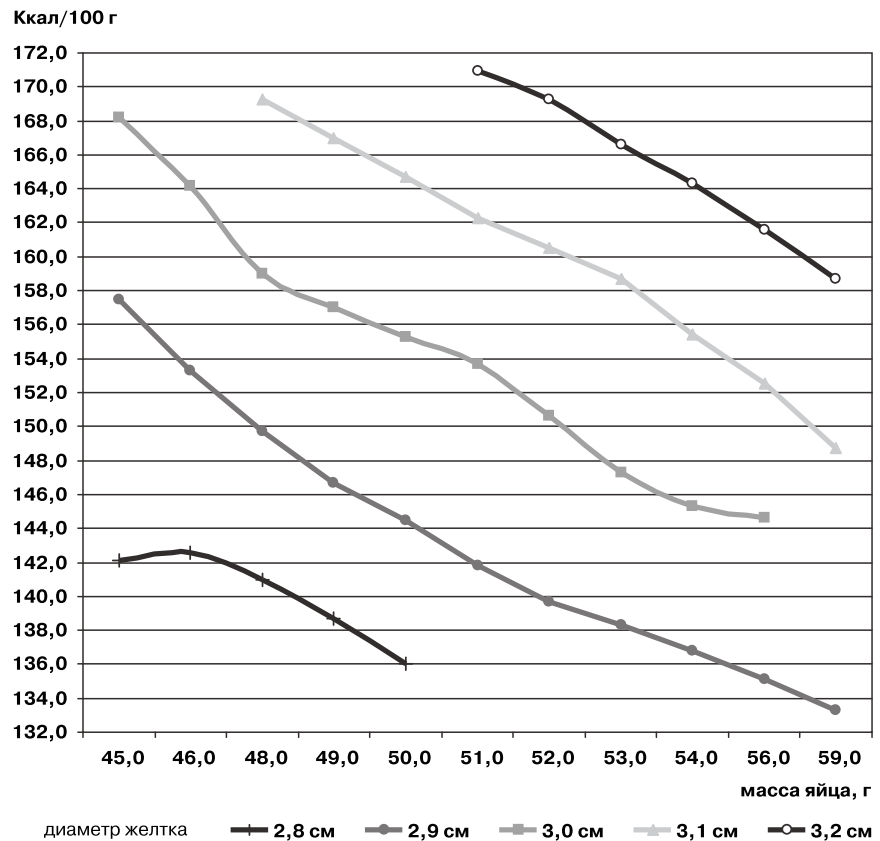


Рис. 3. Показатели энергетической ценности яиц в зависимости от их массы и диаметра желтка у кур русской белой породы в возрасте 36 недель

симости от линейной и породной принадлежности) целесообразна для улучшения качества пищевых яиц, для нужд фармацевтической и косметической промышленности, а также с целью улучшения условий для развивающихся эмбрионов. Для оценки кур по величине желтка может быть использована экспресс-методика измерения его диаметра посредством УЗ-сканирования.

Селекция на увеличение доли желтка в яйце, основанная на оценке кур по данному показателю путем измерения диаметра желтка сносимых яиц методом ультразвукового сканирования по длинной оси, может быть эффективной, поскольку возрастная повторяемость оценки диаметра находится на высоком уровне: 0,72 ($P < 0,001$), а коэффициент ранговой корреляции мать-дочь — на уровне 0,57.

Литература

1. Toritsina E. S. Some parameters of egg yolk in lines of commercial laying crosses / Toritsina E. S., Stanishevskaya O. I. // Proceedings of the XIth European symposium on the quality of eggs and egg products. — Doorwerth, the Netherlands, 2005. — P. 119–121.
2. Торицина Е. С. Биологическая роль желтка яиц в повышении генетического потенциала кур по хозяйственно-полезным признакам: автореф. дис. канд. биол. наук. — СПб., 2005. — 19 С.
3. Торицина Е. С. Проблема ухудшения биологической ценности яиц в связи с систематическим снижением затрат корма на птицеводческую продукцию // Материалы конференции школы молодых ученых

- и аспирантов Северо-Западного научно-методического центра Россельхозакадемии. — СПб.-Пушкин, 2006. — с. 73.
4. Торицина Е. С. Новый селекционный критерий — величина желтка // Птицеводство России, спец. вып. Птицеводство. — 2010. — С. 14–16.
 5. Патент РФ № 2482475, 20.05.2013. Станишевская О. И., Лапа М. А. Устройство и способ определения массы желтка без повреждения яйца // Патент России № 2482475. 2013. Бюл. № 14.
 6. Станишевская О. И. Метод оценки племенных кур по величине желтка яиц без нарушения целостности скорлупы / Станишевская О. И., Лапа М. А. // Бюлл. ГНУ ВНИИГРЖ / СПб-Пушкин, 2012. — вып. 151.
 7. Lapa M. A. Size of egg yolk as a selection trait in chicken breeding programs / Lapa M. A., Stanishevskaya O. I. // Proceedings of the XV-th European symposium on the quality of eggs and egg products. — Bergamo, 2013. — P. 95–96.
 8. Lapa M. A. Size of egg yolk as a selection trait in chicken breeding programs / Lapa M. A., Stanishevskaya O. I. // Proceedings of Asia-Pacific Region Forum on studies and application of low-carbon raising modes in water fowls. — Hangzhou, China, 2013.
 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. Хвостик В. П., Катеринич О. А., Панькова С. М. и др. Морфологічні ознаки яєць курей вітчизняної та зарубіжної селекції // Птахівництво, 2013. — Випуск 70. — С. 34–42.

Fedorova E. S., Stanishevskaya O. I.

Diameter of egg yolk as a selection trait for increasing of nutritional and energy value of chicken eggs

Abstract. *Intensive selection of layer strains and crosses resulted in a shift of albumen: yolk ratio towards to the larger share of albumen and smaller share of yolk. This determined a negative effect on nutritional and energy values of chicken eggs for human consumption. To avoid such effect it is necessary to increase a share of yolk in egg composition. The method of ultrasonic estimation of yolk diameter size in eggs of pedigree hens can be used to evaluate a hen according to the egg yolk mass of laid eggs.*

Keywords: selection, chicken eggs yolk, ultrasonic scanning, energy value of eggmass (Kkal/100g).

Authors:

Fedorova E. S. — PhD (Biology), Senior Research Scientist of the Department of Poultry Genetics and Breeding for RRIFAGB; St. Petersburg, Pushkin, Moskovskoe shosse, 55a, 196601; e-mail: fedorova816@mail.ru;

Stanishevskaya O. I. — Dr. Habil. (Biology), Head of the Department of Scientist of the Department of Poultry Genetics and Breeding for RRIFAGB; St. Petersburg, Pushkin, Moskovskoe shosse, 55a, 196601; e-mail: olgastan@list.ru.