

Научная статья
УДК 637.4.04/.07
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-118-126

Определение качества пищевых куриных яиц в процессе хранения по изменению состояния овальбумина

Аида Яковлевна Тамахина

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030
aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

Аннотация. Изучение взаимосвязи между изменениями белка и качеством яиц в процессе хранения имеет огромное значение в товарной экспертизе (оценка свежести яиц) и пищевых технологиях (повышение стабильности белковых продуктов при их обработке). Цель исследования – прогнозирование эквивалентного возраста пищевых куриных яиц по содержанию s-овальбумина белка. Объектом исследования стали яйца кур кросса «Хайсекс Браун». Яйца хранились в лабораторных условиях при температуре воздуха $22 \pm 1^\circ\text{C}$ и относительной влажности 60–65% в течение 1, 5, 10, 15, 20 и 30 сут. Свежесть яиц оценивали по индексу желтка, pH белка и в единицах Хау. Содержание s-овальбумина определяли колориметрическим методом с биуретовым реактивом на спектрофотометре при длине волны 540 нм. В зависимости от весовой категории яиц выявлены широкие вариации по индексу желтка ($CV_{\text{ср.}}=5,24\%$), pH белка ($CV_{\text{ср.}}=1,04\%$) и единицам Хау ($CV_{\text{ср.}}=1,55\%$). Изменчивость содержания s-овальбумина 0,28%. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о весьма высокой взаимосвязи ($r>0,9$) между сроком хранения и содержанием s-овальбумина, индексом желтка и единицами Хау, высокой корреляции ($r>0,8$) между сроком хранения и pH белка. Содержание s-овальбумина имело весьма высокую отрицательную корреляцию с единицами Хау и положительную – с pH белка. Взаимосвязь между изученными показателями и массой яиц разных весовых категорий умеренная положительная для s-овальбумина и pH белка и отрицательная для индекса желтка и единиц Хау. Полученные данные легли в основу модели прогнозирования эквивалентного возраста яиц, хранившихся при температуре 22°C , на основе использования концентрации s-овальбумина в качестве независимой переменной. Модель характеризуется высокой надежностью ($R^2=0,963$). Результаты исследования свидетельствуют о возможности прогнозирования конформационных изменений белка и изучения влияния деградации белка на процессы пенообразования и порчи яиц при хранении.

Ключевые слова: пищевое куриное яйцо, индексы свежести, s-овальбумин, эквивалентный возраст яиц, модель

Для цитирования. Тамахина А. Я. Определение качества пищевых куриных яиц в процессе хранения по изменению состояния овальбумина // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 118–126. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-118-126

Original article

Determination of the quality of edible chicken eggs during storage by changes in the state of ovalbumin

Aida Ya. Tamakhina

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, 1v Lenin Avenue,
Nalchik, Russia, 360030
aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

Abstract. The study of the relationship between changes in protein and the quality of eggs during storage is of great importance in commodity examination (assessing the freshness of eggs) and food technology (increasing the stability of protein products during their processing). The purpose of the study is to predict the equivalent age of edible chicken eggs by s-ovalbumin protein content. The object of the study was the eggs of the “Hisex Brown” cross hens. The eggs were stored in laboratory conditions at an air temperature of $22 \pm 1^\circ\text{C}$ and a relative humidity of 60-65% for 1, 5, 10, 15, 20 and 30 days. The freshness of eggs was assessed by the yolk index, white pH and Haugh units. The content of s-ovalbumin was determined by the colorimetric method with biuret reagent on a spectrophotometer at a wavelength of 540 nm. Depending on the weight category of eggs, wide variations were revealed in the yolk index ($CV_{avg}=5.24\%$), protein pH ($CV_{avg}=1.04\%$) and Haugh units ($CV_{avg}=1.55\%$). The variability of s-ovalbumin content is 0.28%. The results of the correlation analysis indicate a very high correlation ($r>0.9$) between shelf life and s-ovalbumin content, yolk index and Haugh units, and a high correlation ($r>0.8$) between shelf life and protein pH. The s-ovalbumin content had a very high negative correlation with Haugh units and a positive correlation with protein pH. The relationship between the studied indicators and the weight of eggs of different weight categories is moderately positive for s-ovalbumin and protein pH and negative for the yolk index and Haugh units. The data obtained formed the basis of a model for predicting the equivalent age of eggs stored at a temperature of 22°C , using the concentration of s-ovalbumin as an independent variable. The model is characterized by high reliability ($R^2=0.963$). The results of the study indicate the possibility of predicting protein conformational changes and studying the effect of protein degradation on the processes of foaming and spoilage of eggs during storage.

Keywords: edible chicken egg, freshness indices, s-ovalbumin, equivalent age of eggs, model

For citation. Tamakhina A.Ya. Determination of the quality of edible chicken eggs during storage by changes in the state of ovalbumin. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):118–126. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-118-126

Введение. Широкое использование яиц в пищевой промышленности обусловлено их высокой пищевой ценностью и важными реологическими свойствами (вязкостью, пенообразующей, эмульгирующей, стабилизирующей, гелеобразующей способностью). Поэтому комплексное изучение качества яиц является важным фактором повышения эффективности пищевых производств, использующих в качестве сырья яйца и яйцепродукты.

Качество и безопасность яиц обусловлены их свежестью. При старении отмечается ухудшение технологических показателей яиц, обусловленных потерей массы, снижением пенообразующей способности белка и эмульгирующей способности желтка, изменением вязкости белка и желтка.

В национальном стандарте на куриные яйца определяющими показателями для оценки их свежести являются состояние и высота воздушной камеры, качественное состояние белка (плотность и цвет) и желтка (прочность, степень подвижности). Способ определения свежести яиц по высоте воздушной камеры имеет ряд недостатков, в частности, высокая изменчивость данного

показателя, особенно в первые две недели хранения, плохая различимость воздушной камеры у куриных яиц с сильно пигментированной или крапчатой (мраморной) скорлупой, влияние на размеры воздушной камеры массы яйца. Недостатком оценки свежести яиц по плотности является зависимость данного показателя от толщины скорлупы [1].

В связи с тем, что технологические качества куриных яиц во многом связаны с состоянием белка, предложен ряд показателей, отражающих взаимосвязь между изменениями белка и временем хранения: снижение вязкости белка [2], содержания овомуцина [3, 4] общей антиоксидантной способности [5], изменение структуры овальбумина [6, 7].

Овальбумин составляет около 55% от общего количества белка в свежеснесенном яйце. При хранении яиц овальбумин постепенно преобразуется в термостабильный s-овальбумин (конформационный изомер нативного овальбумина). Исходное среднее значение содержания s-овальбумина в курином белке составляет 14,42% [8]. В процессе хранения яиц содержание s-овальбумина возрастает, что сопровождается снижением

стабильности пены [6, 8, 9]. В отличие от традиционных показателей оценки качества яиц содержание s-овальбумина не зависит от породы, возраста и пищевого рациона птицы. На скорость его образования влияют только рН и температура хранения. Поэтому данный параметр является многообещающим индикатором свежести яиц [8].

В связи с тем, что изучение взаимосвязи между изменениями белка и качеством яиц в процессе хранения имеет огромное значение в товарной экспертизе (оценка свежести яиц) и пищевых технологиях (необходимость повышения стабильности белковых продуктов при их обработке), целью исследования стало изучение возможности прогнозирования эквивалентного возраста пищевых куриных яиц по содержанию s-овальбумина белка.

Материалы и методы и объекты исследования. Объектом исследования стали яйца куриные пищевые, закупленные в КФК «Наша ферма» (г. Нарткала, Кабардино-Балкарская Республика). Образцы яиц кур кросса «Хайсекс Браун» в количестве 150 штук были отобраны случайным образом в течение двух часов после снесения. Яйца хранились в лабораторных условиях при температуре воздуха $22 \pm 1^\circ\text{C}$ и относительной влажности 60-65% в течение 5, 10, 15, 20 и 30 сут. Контролем выступили свежие яйца (первые сутки хранения). Каждое яйцо взвешивалось на электронных весах «Масса-К ВК-600». Высоту плотного белка, высоту и диаметр желтка в каждом яйце измеряли с помощью цифрового штангенциркуля ШЦЦ-1-125 0,01 ЧИЗ. Свежесть яиц оценивали по следующим показателям: 1) единица Хау (рассчитывалась по формуле Хау); 2) индекс желтка (отношение высоты желтка к его диаметру); 3) рН белка (измерение проводилось с помощью стеклянного комбинированного электрода с конической мембраной ЭСК-10611). Аналитическая повторность двукратная (по 75 яиц в двух параллельных экспериментах). Содержание s-овальбумина (% от общего содержания овальбумина) определяли колориметрическим методом с биуретовым реактивом на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ при длине волны 540 нм [6].

Для статистической обработки применялся вариационный, корреляционный анализ, дисперсионный, регрессионный и кластерный анализ (программы STATISTICA, Microsoft Excel).

Результаты исследования. Яйца в зависимости от массы были разделены на три группы: мелкие ($57,64 \pm 1,02$ г, $n=52$), средние ($60,31 \pm 1,39$ г, $n=56$) и крупные ($63,36 \pm 0,94$ г, $n=42$). В зависимости от весовой категории яиц выявлены широкие вариации по индексу желтка, рН белка и единицам Хау. В порядке снижения значения коэффициентов вариации показатели свежести яиц расположены в ряду: индекс желтка ($CV_{\text{ср.}}=5,24\%$), единицы Хау ($CV_{\text{ср.}}=1,55\%$), рН белка ($CV_{\text{ср.}}=1,04\%$), содержание s-овальбумина ($CV_{\text{ср.}}=0,28$) (табл. 1). Данный факт свидетельствует о том, что возраст яиц, выраженный в днях с кладки, недостаточен для идентификации истинной свежести яиц.

В ходе эксперимента установлены существенные различия между содержанием s-овальбумина при разных сроках хранения на уровне значимости $p=0,01$. Для остальных показателей существенные различия в ходе старения яиц отмечены на уровне значимости $p=0,05$.

Взаимосвязь между изученными показателями и массой яиц всех весовых категорий умеренная положительная (для s-овальбумина и рН белка) и отрицательная (для индекса желтка и единиц Хау). Для мелких и средних яиц корреляция снижается до слабой (для индекса желтка, рН белка, единиц Хау), а для средних и крупных повышается до заметной (для рН белка) (рис. 1, табл. 2).

Масса яйца положительно коррелирует с большинством морфологических показателей. При этом началу репродуктивного периода характерна наименьшая масса яйца и наивысшее значение индексов формы, белка, желтка и единицы Хау. К концу репродуктивного периода количество достоверных корреляций снижается. В ходе яйцекладки независимо от срока репродуктивного периода отмечена высокая взаимосвязь массы яйца с массой белка и желтка, индексом формы и белка [10].

Таблица 1. Динамика содержания S-овальбумина, индекса желтка, pH белка и единиц Хау при хранении куриных яиц разных весовых категорий

Table 1. Dynamics of the content of S-ovalbumin, yolk index, protein pH and Haugh units during storage of chicken eggs of different weight categories

Показатель	Группа	Срок хранения, сут.						НСР ₀₁	НСР ₀₅
		1	5	10	15	20	30		
Содержание s-овальбумина, %	мелкие	14,5	43,3	52,6	75,4	82,4	89,8	0,97	0,42
	средние	14,4	43,6	52,4	75,5	82,3	89,6		
	крупные	14,3	43,4	52,7	75,3	82,5	89,7		
CV, %		0,69	0,35	0,29	0,13	0,12	0,11		
Индекс желтка	мелкие	0,45	0,44	0,42	0,37	0,35	0,23	0,15	0,06
	средние	0,44	0,43	0,40	0,35	0,32	0,22		
	крупные	0,43	0,40	0,39	0,33	0,30	0,20		
CV, %		2,27	4,96	3,72	5,71	7,74	7,02		
pH белка	мелкие	7,78	8,18	9,14	9,25	9,32	9,38	0,70	0,30
	средние	7,73	8,15	9,12	9,22	9,27	9,34		
	крупные	7,92	8,32	9,26	9,34	9,46	9,50		
CV, %		1,26	1,11	0,83	0,67	1,05	0,88		
Единицы Хау	мелкие	82,7	76,5	72,6	67,4	65,8	58,3	9,12	3,95
	средние	81,5	78,3	73,8	66,3	64,3	58,4		
	крупные	79,8	75,2	72,4	65,7	63,5	57,3		
CV, %		1,79	2,03	1,04	1,30	1,81	1,05		

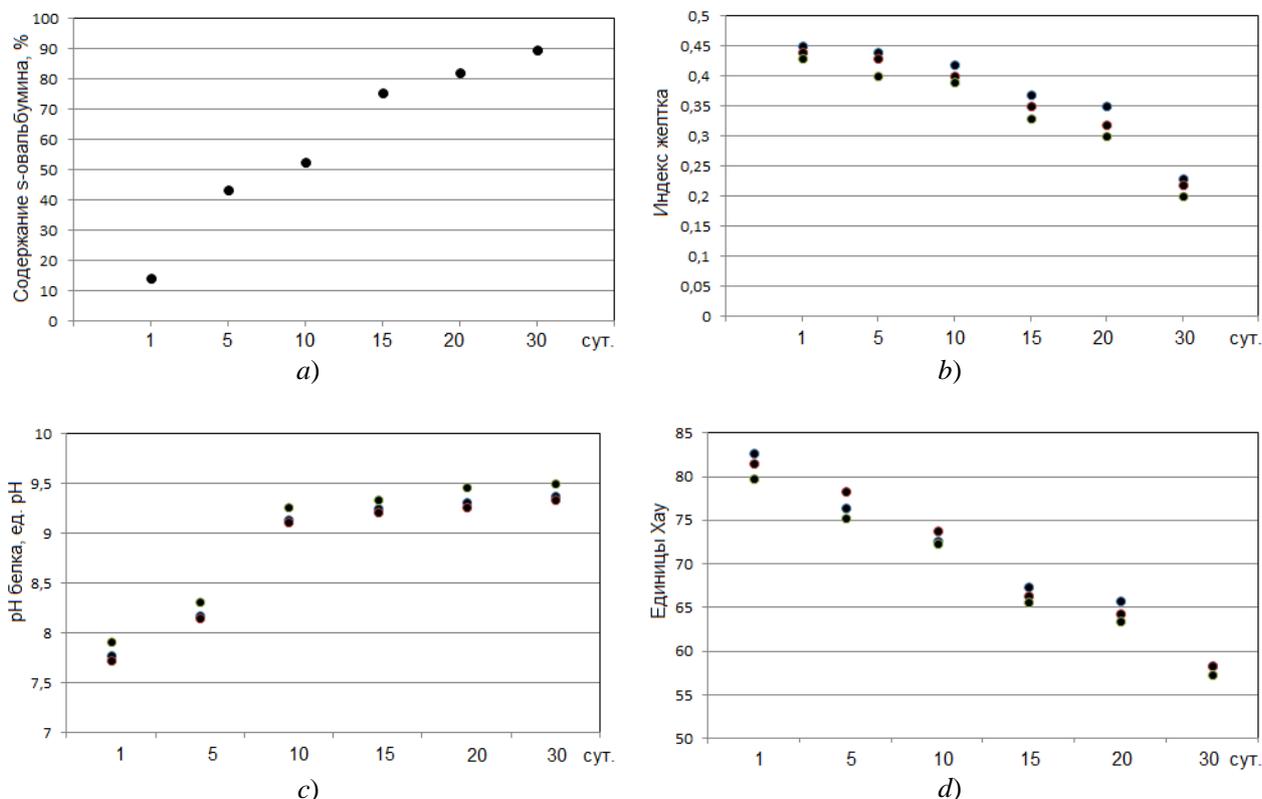


Рисунок 1. Содержание s-овальбумина (a), индекс желтка (b), pH белка (c) и единицы Хау (d) в течение срока хранения яиц

Figure 1. Content of s-ovalbumin (a), yolk index (b), protein pH (c) and Haugh units (d) during the storage period of eggs

Таблица 2. Корреляции между показателями свежести яиц, их массой и временем хранения
(в числителе – r, в знаменателе – R²)

Table 2. Correlations between indicators of egg freshness, their weight and storage time
(in the numerator – r, in the denominator – R²)

Показатели	S-овальбумин	Индекс желтка	pH белка	Единицы Хау
Срок хранения	0,951	-0,966	0,837	-0,981
	0,904	0,933	0,701	0,962
Масса яйца (мелкие, средние, крупные)	0,409	-0,456	0,493	-0,438
	0,167	0,208	0,243	0,192
Масса яйца (мелкие, средние)	0,332	-0,210	0,182	-0,234
	0,110	0,044	0,033	0,055
Масса яйца (средние, крупные)	0,211	-0,382	0,521	-0,350
	0,044	0,146	0,271	0,122
S-овальбумин	–	-0,856	0,922	-0,964
	–	0,733	0,850	0,929
Индекс желтка	–	–	-0,746	0,952
	–	–	0,556	0,906
pH	–	–	–	-0,877
	–	–	–	0,769

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о весьма высокой взаимосвязи ($r > 0,9$) между сроком хранения и содержанием s-овальбумина, индексом желтка и единицами Хау, высокой корреляции ($r > 0,8$) между сроком хранения и pH белка. Остальные параметры свежести (индекс желтка, единицы Хау, pH белка) менее сильно коррелируют друг с другом.

Содержание s-овальбумина имело весьма высокую отрицательную корреляцию с единицами Хау и положительную – с pH белка. Коэффициент детерминации ($R^2 > 0,8$) свидетельствует о надежности этих связей и воз-

можности оценки содержания S-овальбумина по pH белка и единицам Хау, как основным факторам, влияющим на изменение концентрации s-овальбумина во время хранения в заданных параметрах.

По результатам кластерного анализа содержание s-овальбумина объединено в кластер с pH белка, а индекс желтка – с единицей Хау (рис. 2).

Связь между содержанием s-овальбумина (z), pH белка (x) и единицами Хау (y) описываются уравнениями линейной (рис. 3) и множественной (рис. 4) регрессии.

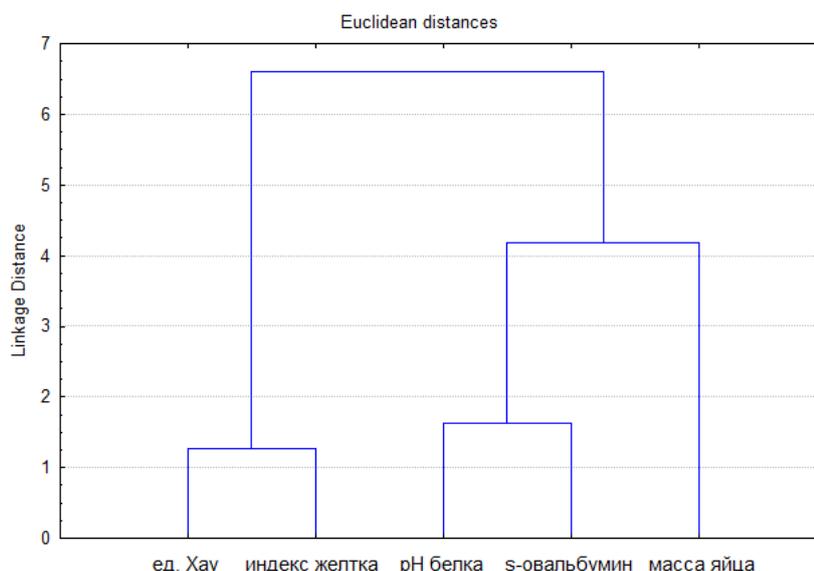


Рисунок 2. Дендрограмма показателей качества куриного яйца (величины стандартизированы)
Figure 2. Dendrogram of chicken egg quality indicators (values are standardized)

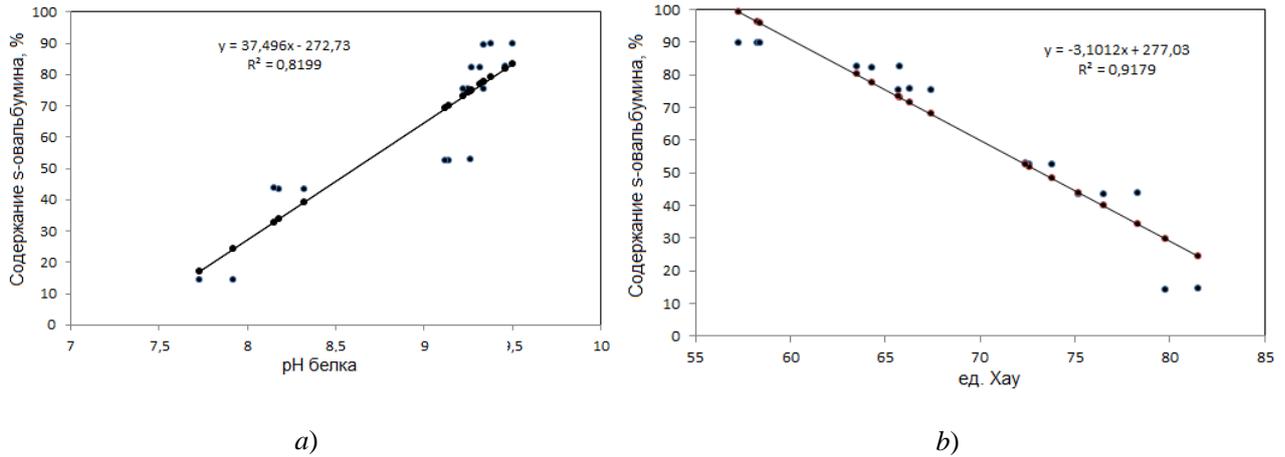


Рисунок 3. Линейная зависимость между содержанием s-овальбумина, рН белка (a) и ед. Хау (b)

Figure 3. Linear relationship between the content of s-ovalbumin, protein pH (a) and Haugh units (b)

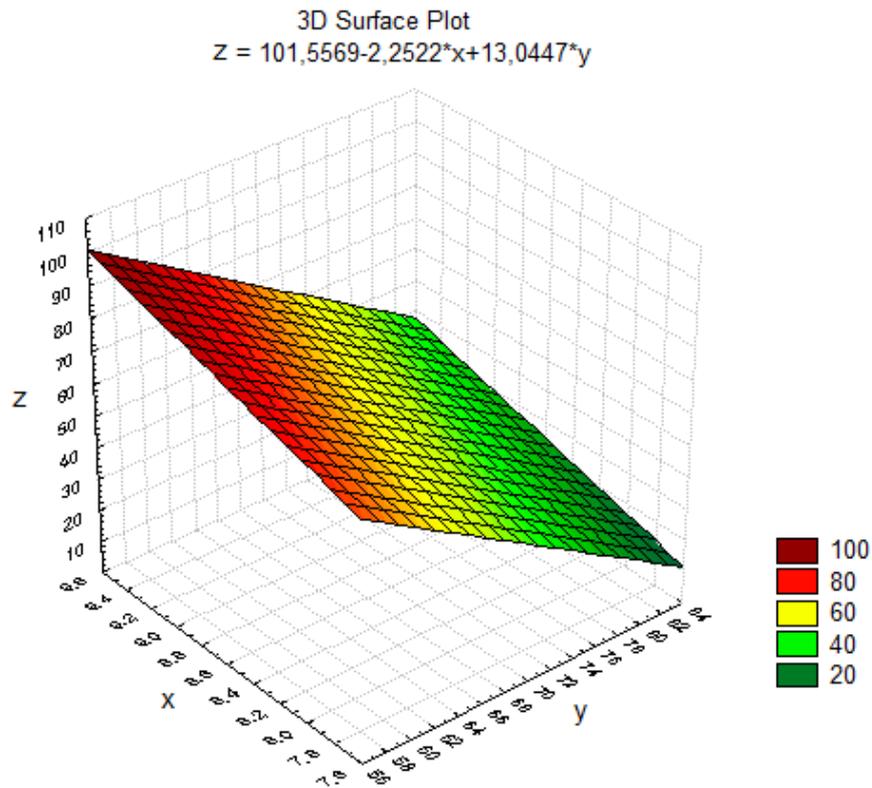


Рисунок 4. Модель множественной регрессии для оценки связей между содержанием s-овальбумина (z) и переменными (x – рН белка; y – ед. Хау)

Figure 4. Multiple regression model to evaluate relationships between s-ovalbumin content (z) and variables (x – protein pH; y – Haugh units)

Учитывая весьма значимую корреляцию между содержанием s-овальбумина и временем хранения яиц при 22°C, данные эксперимента были использованы для прогнозирования эквивалентного возраста и оценки свежести хранящихся яиц в течение срока годности

(рис. 4). Эквивалентный возраст яиц (ЭВ, дней) оценивали с помощью экспоненциальной линии тренда содержания s-овальбумина (x, %) при хранении (величина достоверности аппроксимации $R^2=0,963$, $p=0,01$):

$$\text{ЭВ} = 0,7684 \cdot e^{0,0411 \cdot x}$$

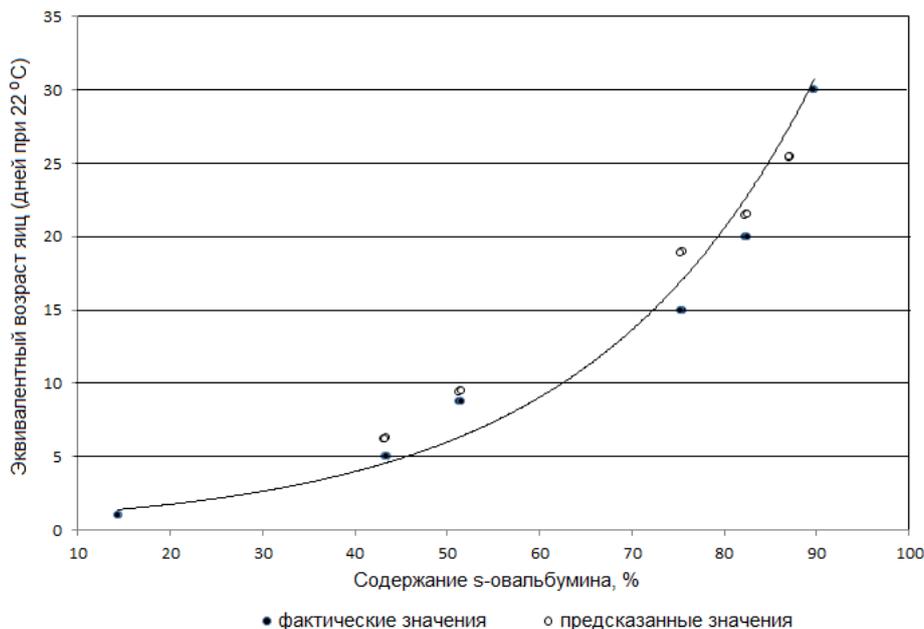


Рисунок 4. Модель прогнозирования эквивалентного возраста яиц при 22°C в течение срока годности
Figure 4. Model for predicting the equivalent age of eggs at 22°C within the expiration date

Способность белков к образованию стабильных межмолекулярных структур лежит в основе формирования вязкоэластичных поверхностных пленок, обеспечивающих стабильность пены [11]. Поведение белков на границе раздела воздух-жидкость влияет на образование и устойчивость пены [12]. По мере увеличения рН часть яичного овальбумина превращается в менее гидрофобный s-овальбумин, вызывая разжижение белка и снижение устойчивости пены. рН водной фазы определяет величину и природу зарядов белка и, следовательно, влияет на стабильность пены. Наименьшая скорость превращения овальбумина в s-овальбумин отмечается при рН 8,5. При повышении рН яичного белка до 9,4 в течение периода хранения, содержание s-овальбумина возросло с 24,7 до 81,5 %, а устойчивость пены снизилась более, чем в 4 раза [6]. Важным фактором сохранения пенообразующих свойств яиц является биополимерное защитное покрытие скорлупы, как эффективный барьер против потерь CO₂, вызывающих повышение рН яичного белка [13].

Заключение. Взаимосвязь между изменениями белка и качеством яиц во время хранения является важной областью исследова-

ний в области товарной экспертизы и пищевых производств. Показатели свежести яиц (индекс желтка, рН белка, единицы Хау) и концентрация s-овальбумина изменяются в зависимости от времени хранения. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о весьма высокой взаимосвязи ($r > 0,9$) между сроком хранения и содержанием s-овальбумина, индексом желтка и единицами Хау, высокой корреляции ($r > 0,8$) между сроком хранения и рН белка. Содержание s-овальбумина имело весьма высокую отрицательную корреляцию с единицами Хау и положительную - с рН белка. Коэффициент детерминации ($R^2 > 0,8$) свидетельствует о надежности этих связей и возможности оценки содержания s-овальбумина по рН белка и единицам Хау, как основным факторам, влияющим на изменение концентрации s-овальбумина во время хранения в заданных параметрах. Взаимосвязь между изученными показателями и массой яиц разных весовых категорий умеренная положительная (для s-овальбумина и рН белка) и отрицательная (для индекса желтка и единиц Хау). Для мелких и средних яиц корреляция снижается до слабой (для индекса желтка, рН белка, единиц Хау), а для средних и крупных ста-

новится заметной (для рН белка). Полученные данные легли в основу модели прогнозирования эквивалентного возраста яиц (хранение при температуре 22°C) на основе использования концентрации γ -овальбумина в качестве независимой переменной. Коэффициент детерминации составил 0,963,

что указывает на высокую надежность модели. Результаты исследования показывают возможность прогнозирования конформационных изменений белка и изучения влияния деградации белка на процессы пенообразования и порчи яиц при хранении.

Список литературы

1. Царенко П. П., Кулешова Л. А. Методы определения и динамика старения куриных и перепелиных яиц // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. 2015. № 40. С. 112–117. EDN: UXWNPV
2. Wang Y., Wang Z., Shan Y. Assessment of the relationship between ovomucin and albumen quality of shell eggs during storage // Poultry Science. 2018. Vol. 98. Pp. 473–479. DOI: 10.3382/ps/pey349.
3. Shan Y., Tang D., Wang R. [et al.] Rheological and structural properties of ovomucin from chicken eggs with different interior quality // Food Hydrocolloids. 2020. Vol. 100. P. 105393. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.1053
4. Yajun J., Dandan F., Ming M. Egg Freshness Indexes Correlations with Ovomucin Concentration during Storage // Hindawi Journal of Food Quality. 2022. Vol. 2022. Pp. 1–8. DOI: 10.1155/2022/9562886.
5. Nimalaratne C., Schieber A., Wu J. Effects of storage and cooking on the antioxidant capacity of laying hen eggs // Food Chemistry. 2015. Vol. 194. Pp. 111–116. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.07.116
6. Alleoni A.C.C., Antunes A.J. Albumen Foam Stability and S-Ovalbumin Contents in Eggs Coated with Whey Protein Concentrate // Brazilian Journal of Poultry Science. 2004. Vol. 6. Pp. 105–110. DOI: 10.1590/S1516-635X2004000200006
7. Sheng L., Huang M., Wang J. et al. A study of storage impact on ovalbumin structure of chicken egg // Journal of Food Engineering. 2017. Vol. 219. P. 1–7. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2017.08.028
8. Huang Q.Y., Qiu N., Ma M. [et al]. Estimation of egg freshness using S-ovalbumin as an indicator // Poultry science. 2012. Vol. 91, no. 3. P. 739-743. DOI: 10.3382/ps.2011-01639
9. Fu D.D., Wang Q.H., Ma M.H. [et al]. Prediction and visualisation of S-ovalbumin content in egg whites using hyperspectral images // International Journal of Food Properties. 2019. Vol. 22. P. 1077–1086. DOI: 10.1080/10942912.2019.1628775
10. Горелик О. В., Горелик Л. Ш., Харлап С. Ю. Динамика морфологических показателей качества яиц и их взаимосвязь в ходе репродуктивного периода // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. №2 (55). С. 91–96. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-12091. EDN: VMGPYH
11. Stefanova I.L., Klimenkova A.Yu., Shakhnazarova L.V., Mazo V.K. Chicken egg white – characteristics of its properties and the prospects for functional foods development // Theory and practice of meat processing. 2021. Vol. 6, no. 2. Pp. 163–173. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-2-163-173
12. Du L., Prokop A., Tanner R. D. Effect of denaturation by preheating on the foam fractionation behavior of ovalbumin // Journal of Colloid and Interface Science. 2002. Vol. 248, no. 2. P. 487-492. DOI: 10.1006/jcis.2001.8163
13. Shurmasti D.K., Kermani P.R., Sarvarian M., Awuchi C.G. Egg shelf-life can be extended using varied proportions of polyvinyl alcohol/chitosan composite coatings // Food Science & Nutrition. 2023. Vol. 11, No. 9. Pp. 5041–5049. DOI: 10.1002/fsn3.3394

References

1. Tsarenko P.P., Kuleshova L.A. Methods for determining and dynamics of aging of chicken and quail eggs. *Izvestiya Saint-Petersburg state agrarian university*. 2015;(40):112–117. (In Russ.). EDN: UXWNPV
2. Wang Y., Wang Z., Shan Y. Assessment of the relationship between ovomucin and albumen quality of shell eggs during storage. *Poultry Science*. 2018;(98):473–479. DOI: 10.3382/ps/pey349
3. Shan Y., Tang D., Wang R. [et al.] Rheological and structural properties of ovomucin from chicken eggs with different interior quality. *Food Hydrocolloids*. 2020;(100):105393. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.1053

4. Yajun J., Dandan F., Ming M. Egg Freshness Indexes Correlations with Ovomucin Concentration during Storage. *Hindawi Journal of Food Quality*. 2022;(2022):1–8. DOI: 10.1155/2022/9562886
5. Nimalaratne C., Schieber A., Wu J. Effects of storage and cooking on the antioxidant capacity of laying hen eggs. *Food Chemistry*. 2015;(194):111–116. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.07.116
6. Alleoni A.C.C., Antunes A.J. Albumen Foam Stability and S-Ovalbumin Contents in Eggs Coated with Whey Protein Concentrate. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2004;(6):105–110. DOI: 10.1590/S1516-635X2004000200006
7. Sheng L., Huang M., Wang J. [et al.] A study of storage impact on ovalbumin structure of chicken egg. *Journal of Food Engineering*. 2017;(219):1–7. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2017.08.028
8. Huang Q.Y., Qiu N., Ma M., Jin Y.G., Yang H., Geng F., Sun S.G. Estimation of egg freshness using S-ovalbumin as an indicator. *Poultry science*. 2012;91(3):739–743. DOI: 10.3382/ps.2011-01639
9. Fu D.D., Wang Q.H., Ma M.H., [et al.]. Prediction and visualisation of S-ovalbumin content in egg whites using hyperspectral images. *International Journal of Food Properties*. 2019;(22):1077–1086. DOI: 10.1080/10942912.2019.1628775
10. Gorelik O.V., Gorelik L.Sh., Kharlap S.Yu. Dynamics of morphological indicators of egg quality and their relationship during the reproductive period. *Izvestiya Saint-Petersburg state agrarian university*. 2019;2(55):91–96. (In Russ.). DOI: 10.24411/2078-1318-2019-12091. EDN: VMGPYH
11. Stefanova I.L., Klimenkova A.Yu., Shakhnazarova L.V., Mazo V.K. Chicken egg white – characteristics of its properties and the prospects for functional foods development. *Theory and practice of meat processing*. 2021;6(2):163–173. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-2-163-173
12. Du L., Prokop A., Tanner R. D. Effect of denaturation by preheating on the foam fractionation behavior of ovalbumin. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2002;248(2):487–492. DOI: 10.1006/jcis.2001.8163.
13. Shurmasti D.K., Kermani P.R., Sarvarian M., Awuchi C.G. Egg shelf-life can be extended using varied proportions of polyvinyl alcohol/chitosan composite coatings. *Food Science & Nutrition*. 2023;11(9):5041–5049. DOI: 10.1002/fsn3.3394

Сведения об авторе

Тамахина Аида Яковлевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры товароведения, туризма и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4714-5835

Information about the author

Aida Ya. Tamakhina – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Commodity research, tourism and law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4714-5835

Статья поступила в редакцию 15.05.2024;
одобрена после рецензирования 31.05.2024;
принята к публикации 10.06.2024.

The article was submitted 15.05.2024;
approved after reviewing 31.05.2024;
accepted for publication 10.06.2024.