

# МАСЛО СОЕВОЕ С РАЗЛИЧНЫМИ АНТИОКСИДАНТАМИ В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

**Резюме.** Установлено значимое влияние степени окисленности соевого масла негидратированного (СМНГ) и эффективности различных антиоксидантных композиций на продуктивность цыплят-бройлеров. Применение СМНГ с пероксидным числом (ПЧ) 22 мэкв  $O_2$ /кг привело к снижению живой массы на 15,6% по сравнению со свежим маслом (ПЧ — 3,5 мэкв  $O_2$ /кг). Наибольшие негативные эффекты в группе отрицательного контроля проявились в снижении на 29,4% среднесуточных приростов на финишном этапе выращивания бройлеров, в ухудшении конверсии корма на 11,0%, снижении индекса эффективности (ЕРЕФ) на 24,8%. Комплекс из шести антиоксидантов приостановил окисление масла (ПЧ — 13,5 мэкв  $O_2$ /кг), обеспечив продуктивность птицы на уровне показателей продуктивности при использовании свежего масла. Моноантиоксиданты в виде растительных экстрактов оказались менее результативными.

**Ключевые слова:** соевое масло негидратированное, антиоксиданты, перекисное число, цыплята-бройлеры, комбикорма.

## SOYBEAN OIL WITH VARIOUS ANTIOXIDANTS IN FEEDING BROILER CHICKENS

**Abstract.** A significant influence of the oxidation degree of non-hydrated soybean oil (NHO) and the efficacy of various antioxidant compositions on broiler chicken performance was established. The use of NHO with a peroxide value (PV) of 22 meq  $O_2$ /kg resulted in a 15.6% reduction in live weight compared to fresh oil (PV — 3.5 meq  $O_2$ /kg). The most pronounced negative effects in the negative control group (NC) included: A 29.4% decrease in average daily gain (ADG) during the finisher phase An 11.0% deterioration in feed conversion ratio (FCR) A 24.8% reduction in the European Production Efficiency Factor (EPEF). The six-component antioxidant complex completely neutralized the adverse effects of oxidized oil (PV — 13.5 meq  $O_2$ /kg), maintaining performance at the level of fresh oil. In contrast, single-component antioxidants (plant extracts) proved less effective.

**Key words:** non-hydrated soybean oil, antioxidants, peroxide value, broiler chickens, compound feeds.

### ВВЕДЕНИЕ

Жиры, благодаря высокой энергетической ценности, играют важную роль в кормлении бройлеров, обеспечивая до 30% обменной энергии рациона. В последние годы наблюдается тенденция к увеличению в них доли альтернативных источников жиров, включая отработанные растительные масла, жировые отходы пищевой промышленности и комбинированные жировые продукты. При этом особое внимание уделяется их усвояемости, которая зависит от степени насыщенности жирных кислот, наличия антипитательных факторов, в том числе перекисей, возраста птицы и технологической обработки сырья.

УДК 636.5.084.52:665.3:547.915

#### Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2025-09-3-247

РОМАН АЛЕКСАНДРОВИЧ ДОНЕЦ<sup>1</sup>,

аспирант

ORCID ID: 0099-0003-5005-1842

E-mail: r.donetc@chsrkizovo.com

СЕРГЕЙ ОЛЕГОВИЧ ШАПОВАЛОВ<sup>1,2</sup>,

доктор биологических наук, профессор,

директор (ООО НИЦ «Черкизово»)

ORCID ID: 0000-0002-5630-5247

E-mail: s.shapovalov@cherkizovo.com

АНДРЕЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ РАСКАТОВ<sup>3</sup>,

кандидат биологических наук, коммерческий директор по России, СНГ и Ближнему Востоку

E-mail: andrey.raskatov@kemin.com

АНТОН СЕРГЕЕВИЧ КЛИМЕНКО<sup>3</sup>,

кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель технической поддержки

(птицеводство/свиноводство) по России, СНГ

E-mail: anton.klimenko@kemin.com

СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ВОЛКОВ<sup>3</sup>,

специалист технической поддержки

(птицеводство/свиноводство) по России, СНГ

E-mail: sergey.volkov@kemin.com

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева

127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 54

<sup>2</sup>ООО НИЦ «Черкизово»

143340, г. Москва, внутригородская территория муниципального округа Бекасово, д. Яковлевское, 14Б

<sup>3</sup>ООО «Кемин Индастриз»

115114, г. Москва, ул. Летниковская, д. 10, строение 4, этаж 4, БЦ «Святогор 4»

Поступила в редакцию: 23.07.2025

Одобрена после рецензирования: 29.07.2025

Принята в публикацию: 06.08.2025

UDC 636.5.084.52:665.3:547.915

#### Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2025-09-3-247

РОМАН А. ДОНЕЦ<sup>1</sup>,

Graduate Student

ORCID ID: 0099-0003-5005-1842

E-mail: r.donetc@chsrkizovo.com

СЕРГЕЙ О. ШАПОВАЛОВ<sup>1,2</sup>,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Director ("Cherkizovo" LLC)

ORCID ID: 0000-0002-5630-5247

E-mail: s.shapovalov@cherkizovo.com

АНДРЕЙ В. РАСКАТОВ<sup>3</sup>,

Candidate of Biological Sciences, Commercial Director for Russia, CIS and Middle East

E-mail: andrey.raskatov@kemin.com

АНТОН С. КЛИМЕНКО<sup>3</sup>,

Candidate of Agricultural Sciences, Head of Technical Support (poultry/pig farming) in Russia, CIS

E-mail: anton.klimenko@kemin.com

СЕРГЕЙ А. ВОЛКОВ<sup>3</sup>,

Technical Support Specialist (poultry/pig farming) in Russia, CIS

E-mail: sergey.volkov@kemin.com

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

Russia, 127434, Moscow, Timiryazevskaya St., 54

<sup>2</sup>Research and Testing Center "Cherkizovo" LLC Russia, 143340, Moscow, municipal district of Bekasovo, Yakovlevskoye village, 14B

<sup>3</sup>Kemin Industries LLC

Russia, 115114, Moscow, Letnikovskaya St., 10, building 4, floor 4, Business Center "Svyatogor 4"

Received by editor office: 07.23.2025

Approved in revised: 07.29.2025

Accepted for publication: 08.06.2025



J.J. Ketelaars и B.J. Tolkamp (1996) описали теорию влияния перекисей на организм. Согласно данной теории перекиси и гидроперекиси активируют в мозге центр сытости, вследствие чего птица не съедает необходимое количество корма, соответственно, у нее снижаются среднесуточный прирост и индекс эффективности, а также изменяется показатель естественной резистентности, что приводит к иммуносупрессивным состояниям [1]. На практике для борьбы с этим антипитательным фактором применяют антиоксиданты. Ряд ученых предложил следующие механизмы их действия: прямое прерывание радикальных цепей (напольные антиоксиданты,  $k \sim 10^4 - 10^6 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ ); хелатирование металлов (аскорбаты, полифенолы); активация эндогенных систем (Se-зависимые GPx, витамин E-рециклиринг), а также физиологические эффекты — оптимальные комбинации (витамин E + Se, катехины + аскорбаты), повышающие переваримость жиров, сохранность витаминов, окислильную стабильность мяса при хранении (TBARS снижение на 30–50%).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью изучения влияния окисленного негидратированного соевого масла (СМНГ) на продуктивность цыплят-бройлеров кросса Росс 308 и при использовании различных антиоксидантов был проведен 36-дневный эксперимент на предприятии «Куриное царство» (Липецк). Их выращивали по традиционной трехфазной программе кормления, в которой жир был частично заменен соевым маслом. Особенности кормления указаны в таблице 1.

Таблица 1. Особенности кормления

Период выращивания	Содержание сырого жира в рационе
Стартовый (0–10 дней)	6,5%, включая 2,0% за счет СМНГ
Ростовой (11–24 дня)	7,0%, включая 3,5% за счет СМНГ
Финишный (25–36 дней)	8,0%, включая 6,0% за счет СМНГ

Из 540 цыплят сформировали 5 групп по 36 голов в каждой, в трех повторностях. Группа положительного контроля (ПК) получала комбикорм, содержащий свежее соевое масло негидратированное (ПЧ — 3,5 мэкв  $O_2/\text{кг}$ ) в указанном в таблице 1 количестве, отрицательный контроль (ОК) — окисленное соевое масло негидратированное (ПЧ — 22 мэкв  $O_2/\text{кг}$ ). В комбикорм для цыплят опытных групп вводили окисленное соевое масло и добавляли комбинации антиоксидантов: для I группы — экстракты зеленого чая и розмарина (ПЧ — 13,5 мэкв  $O_2/\text{кг}$ ); II группы — синтетический антиоксидант Рендокс (ПЧ — 12,2 мэкв  $O_2/\text{кг}$ ); III группы — экстракты зеленого чая и розмарина + Рендокс (ПЧ — 11,0 мэкв  $O_2/\text{кг}$ ). В состав препарата Рендокс входят четыре антиоксиданта. Начальный и конечные уровни перекисного числа в СМНГ в результате применения антиоксидантов представлены в таблице 2.

Технологический процесс смешивания антиоксиданта с маслом осуществлялся в промышленных условиях — на Ожерельевском комбикормовом заводе (Московская область), где применялся двухступенчатый ввод жидкого антиоксиданта в масло. Данный метод разработан компанией Kemin Industries (2021) с учетом мировых практик. На первом этапе антиоксидант дозировался с помощью автоматизированной системы с напольными тензометрическими весами (точность  $\pm 0,05 \text{ кг}$ ), после чего подавался в 100-литровую емкость с нагретым до 50–70°C маслом. Здесь они в течение 5–10 мин перемешивались лопастной мешалкой до гомогенного состояния (аналогично технологии, описанной Kemin для стабилизации кормовых масел). Готовая смесь автоматически перекачивалась в накопительную емкость при достижении заданных весовых параметров, что соответствует современным подходам к автоматизации процессов (АСУ ТП) в комбикормовой индустрии (Kemin Animal Nutrition, 2022). Данная методика обеспечила точное дозирование и равномерное распределение антиоксиданта. Контроль качества проводился согласно протоколам, описанным в работах Wang и соавт. (2020), с оценкой окислительной стабильности методом Рансимат.

Таблица 2. Влияние антиоксидантов на изменение перекисного числа в СМНГ

Группа	Начальное значение ПЧ, мэкв $O_2/\text{кг}$	Добавление антиоксидантов из расчета на 1 кг масла	Конечное значение ПЧ, мэкв $O_2/\text{кг}$
Положительный контроль (ПК)	3,5	—	3,5
Отрицательный контроль (ОК)	—	—	22,0
I опытная	3,5	500 мг экстракта зеленого чая + 1000 мг экстракта розмарина	13,5
II опытная	3,5	1000 мг Рендокса	12,2
III опытная	3,5	500 мг экстракта зеленого чая + 1000 мг экстракта розмарина + 1000 мг Рендокса	11,0

Примечание: допустимое значение перекисного числа согласно ГОСТ 31760-2012 «Масло соевое. Технические условия» составляет не более 10 мэкв  $O_2/\text{кг}$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика роста бройлеров в контрольных и опытных группах показала существенные различия по живой массе на разных этапах выращивания (табл. 3). На начальном этапе (первые сутки) все группы демонстрировали сопоставимые показатели — 40,1–41,9 г, что соответствует стандартам кросса Росс 308. К 10 суткам стали наблюдаться расхождения между группами — живая масса птицы положительного контроля превышала на 6,0% таковую в группе отрицательного контроля. Опытные группы занимали промежуточное положение между ними. К 24 суткам различия стали более выраженным. При этом группа ПК сохраняла лидерство, в то время как группа ОК значительно отставала от нее (на 7,9%). Среди опытных наилучшие результаты отмечались во II-й и в III-й группах. На время убоя птицы (36 сутки) были зафиксированы статистически значимые различия между группами. Положительный контроль показал максимальную живую массу и на 18,4% превышал показатель группы отрицательного контроля. В опытных группах наибольшей живой массой отличались бройлеры III группы, которая незначительно отставала от положительного контроля — на 2,9%, I и II опытные группы — соответственно на 8,5 и 5,4%.

Во всех группах петушки существенно превосходили курочек по живой массе. Наибольшая разница была в группе ПК (371 г), наименьшая — во II опытной группе (315 г). Коэффициент вариации живой массы птицы изменился от 5,0% (II группа) до 8,08% (I группа), что свидетельствует о высокой однородности стада. Применение технологических приемов по сохранению масел от окисления благодаря использованию антиоксидантов в опытных группах позволило значительно сократить разрыв с ПК и достоверно превзойти ОК, что подтверждает эффективность испытуемых решений.

Таким образом, группа ПК продемонстрировала высокую продуктивность, подтвердив производственные показатели кросса Росс 308, а показатель однородности стада (CV — 5,48%) соответствовал лучшим стандартам. Группа ОК показала статистически значимое отставание по живой массе — на 15,6% от положительного контроля, что требует пересмотра применяемой технологии кормления. Среди опытных вариантов наилучшими стали II и III группы.

Среднесуточный прирост в опытных группах в начальный период выращивания птицы (1–10 сутки) находился в пределах 21,6–23,3 г, без статистически значимых различий. В период интенсивного роста (10–24 сутки) его темпы ускорились в 2,4–2,7 раза, достигнув 53,4–58,4 г. На этом этапе бройлеры группы ОК достоверно отставали от аналогов ПК на 8,6%. Значимые различия проявились в финальный период их откорма (24–36 сутки). В результате за 36 дней максимальный прирост живой массы зафиксирован в группе положительного контроля — 76,1 г/сут, что достоверно превышает показатель группы отрицательного контроля (64,1 г/сут). Среди опытных групп наилучшие и близкие к ПК результаты показала III группа (73,9 г/сут). Во II опытной группе среднесуточный прирост тоже был высоким (71,9 г), но она уступала III группе, тогда как I группа (69,5 г) заняла промежуточное положение.

Все опытные группы имели достоверно лучшую конверсию корма по сравнению с ОК. Наибольшая эффективность кормления отмечалась в группе ПК и в III опытной группе, где относительное преимущество над отрицательным контролем составляло 9,9%. В I и II опытных группах конверсия корма улучшилась на 5,8 и 8,1%.

Максимальной сохранность поголовья была в группе положительного контроля — 97,9%, она достоверно превышала показатель отрицательного контроля — 94,1%. В III опытной группе сохранность составила 96,8% (без

Таблица 3. Показатели продуктивности

Показатель	Группа				
	ПК	ОК	I опытная	II опытная	III опытная
<i>Живая масса, г, в возрасте</i>					
1 сутки	40,9 ± 1,12	41,2 ± 1,45	41,9 ± 0,90	40,1 ± 2,10	40,6 ± 1,85
10 суток	251 ± 15,50	236 ± 9,40	240 ± 12,00	238 ± 22,20	248 ± 19,10
24 суток	1068 ± 85,22	984 ± 70,44	1010 ± 95,34	1037 ± 105,24	1051 ± 90,13
36 суток (убой), всего	2780 ± 152,35 <sup>c</sup>	2347 ± 188,12 <sup>***</sup>	2543 ± 205,45 <sup>**b</sup>	2630 ± 131,63 <sup>*c</sup>	2700 ± 200,35 <sup>c</sup>
курочки	2580 ± 170,24	2171 ± 135,25	2399 ± 104,25	2449 ± 127,39	2593 ± 100,94
петушки	2951 ± 98,75	2470 ± 110,45	2658 ± 144,24	2764 ± 112,94	2843 ± 87,35
Однородность стада (CV), %	5,48	8,01	8,08	5,00	7,42
<i>Среднесуточный прирост, г</i>					
1–10 сутки	23,3	21,6	22,0	22,0	23,3
10–24 сутки	58,4	53,4	55,0	57,1	58,4
1–36 сутки	76,1	64,05	69,5	71,9	73,9
Конверсия корма	1,55 <sup>c</sup>	1,72 <sup>***</sup>	1,62 <sup>*b</sup>	1,58 <sup>c</sup>	1,55 <sup>c</sup>
Индекс продуктивности (EPEF)	423 <sup>c</sup>	318 <sup>***</sup>	372 <sup>**b</sup>	396 <sup>*c</sup>	421 <sup>c</sup>

\*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001 — по сравнению с ПК; <sup>a</sup>P < 0,05; <sup>b</sup>P < 0,01; <sup>c</sup>P < 0,001 — по сравнению с ОК.

статистически значимых отличий от ПК), в I и II группах — соответственно 95,5 и 95,4%. В сравнении с ОК все группы показали положительную динамику по сохранности: +3,8% (ПК), +1,4% (I), +1,3% (II), +2,7% (III).

При расчете индекса продуктивности (EPEF), комплексного показателя, используемого в птицеводстве для оценки эффективности выращивания бройлеров, установлено, что наибольшее его значение было в группе ПК, наименьшее — в группе ОК. Среди опытных групп лучший результат отмечался в III группе, которая не имела статистически значимых отличий от ПК. Промежуточное положение заняли I и II группы, при этом последняя достоверно превзошла первую. По отношению к отрицательному контролю все группы показали достоверное преимущество. По эффективности градация выглядела следующим образом: III ≈ ПК > II > I > ОК.

## ВЫВОДЫ

Использование в рационе бройлеров окисленного соевого масла (ПЧ — 22 мэkv O<sub>2</sub>/кг) способствовало снижению живой массы на 15,6% и ухудшило конверсию

корма на 11,0% по сравнению со свежим маслом (ПЧ — 3,5 мэkv O<sub>2</sub>/кг). Антиоксиданты позволяют замедлить процессы окисления, обеспечив значения ПЧ, близкие к регламентируемым ГОСТом. Шестикомпонентная антиоксидантная композиция продемонстрировала 100%-ю эффективность — она полностью компенсировала негативное влияние окисленного масла (ПЧ — 13,5 мэkv O<sub>2</sub>/кг), обеспечив показатели продуктивности на уровне положительного контроля. Применение антиоксидантов по отдельности (экстракты растений или синтетический Рендокс) оказалось менее результативным.

Таким образом, результаты доказывают необходимость включения комплексных антиоксидантных добавок в рационы с маслами, которые могут окисляться при хранении, для поддержания продуктивности бройлеров на оптимальном уровне. Высокие показатели окислительной стабильности соевого масла негидратированного (ПЧ — 13,5 мэkv O<sub>2</sub>/кг, что выше значений, допустимых ГОСТ 31760-2012, — не более 10 ммоль/кг) позволяют вводить его в комбикорма для бройлеров при условии правильно подобранной композиции антиоксидантов.

## Литература/Literature

1. Ketelaars, J. J. M. H. Oxygen efficiency and the control of energy flow in animals and humans / J. J. M. H. Ketelaars, B. J. Tolkamp // J. Anim. Sci. — 1996. — Vol. 74. — P. 3036–3031.
2. Surai, P. F. Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update / P. F. Surai, I. I. Kochish, V. I. Fisinin, M. T. Kidd // Antioxidants. — 2019. — Vol. 8(7). — P. 235. — DOI: [10.3390/antiox8070235].
3. Jensen, S. K. Natural versus synthetic antioxidants in animal nutrition / S. K. Jensen, C. Lauridsen // Poultry Science. — 2020. — Vol. 99 (1). — P. 418–429. — DOI: [10.3382/ps/pez523].
4. Wang, J. P. Effects of phenyllactic acid on growth performance, intestinal microbiota, and immunity in broilers / J. P. Wang, J. S. Yoo, J. H. Lee, T. X. Zhou, H. D. Jang, H. J. Kim, I. H. Kim // Journal of Animal Science and Technology. — 2018. — Vol. 60 (1). — P. 1–9. — DOI: [10.1186/s40781-018-0159-7].
5. Zhang, H. Antioxidant and anti-inflammatory activities of green tea catechins in poultry nutrition / H. Zhang, R. Tsao, Y. Mine // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2021. — Vol. 69 (30). — P. 8329–8342. — DOI: [10.1021/acs.jafc.1c02098].
6. Ahn, D. U. Effects of vitamin E and selenium on anti-oxidant enzymes in broiler chickens / D. U. Ahn, K. C. Nam, M. Du // Poultry Science. — 2019. — Vol. 98 (1). — P. 335–342. — DOI: [10.3382/ps/pey372].
7. Ognik, K. The effect of vitamin C and E on oxidative stress in broilers under heat stress / K. Ognik, M. Krauze, E. Cholewińska // Animal Feed Science and Technology. — 2018. — Vol. 242. — P. 89–97. — DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2018.05.015].
8. Liu, Q. Nano-encapsulated quercetin for enhanced oxidative stability in poultry feed / Q. Liu, H. Huang, H. Chen, J. Lin, Q. Wang // Food Chemistry. — 2020. — Vol. 309. — P. 125–735. — DOI: [10.1016/j.foodchem.2019.125735].
9. Vanbelle, M. Antioxidant delivery systems for feed applications / M. Vanbelle [et al.] // Animal Feed Science and Technology. — 2022. — Vol. 284. — P. 115–187. — DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2021.115187].
10. Shurson, G. C. Methods for stabilizing lipids in animal feed / G. C. Shurson [et al.] // Journal of Animal Science. — 2021. — Vol. 99 (3). — skab045. — DOI: [10.1093/jas/skab045].
11. Wang, T. Quality control protocols for feed antioxidants / T. Wang [et al.] // Food and Chemical Toxicology. — 2020. — Vol. 136. — P. 110–963. — DOI: [10.1016/j.fct.2019.110963]. ■