



# Kent Academic Repository

Narushin, Valeriy G., Romanov, Michael N., Laptev, Georgi Yu., Yildirim, Elena A., Ilina, Larisa A., Filippova, Valentina A., Kochish, Ivan I., Gorfunkel, Elena P., Dubrovin, Andrei V., Novikova, Natalia I. and and others (2020) *[Mathematical assessment of the influence of infection and feed additive on egg production in laying hens]*

- In: *Materials of the 2nd International Scientific and Practical Conference / 2- - . . . pp. 115-124.*

*Sel'skokhozyaistvennyye tekhnologii / , Moscow, Russia*

Downloaded from

<https://kar.kent.ac.uk/89216/> The University of Kent's Academic Repository KAR

**The version of record is available from**

<https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/k20-5>

**This document version**

Publisher pdf

**DOI for this version**

**Licence for this version**

UNSPECIFIED

**Additional information**

In Russian; English abstract

**Versions of research works**

**Versions of Record**

If this version is the version of record, it is the same as the published version available on the publisher's web site. Cite as the published version.

**Author Accepted Manuscripts**

If this document is identified as the Author Accepted Manuscript it is the version after peer review but before type setting, copy editing or publisher branding. Cite as Surname, Initial. (Year) 'Title of article'. To be published in *Title of Journal*, Volume and issue numbers [peer-reviewed accepted version]. Available at: DOI or URL (Accessed: date).

**Enquiries**

If you have questions about this document contact [ResearchSupport@kent.ac.uk](mailto:ResearchSupport@kent.ac.uk). Please include the URL of the record in KAR. If you believe that your, or a third party's rights have been compromised through this document please see our [Take Down policy](https://www.kent.ac.uk/guides/kar-the-kent-academic-repository#policies) (available from <https://www.kent.ac.uk/guides/kar-the-kent-academic-repository#policies>).

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
ВЛИЯНИЯ ИНФЕКЦИОННОГО ЗАРАЖЕНИЯ  
И КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ  
ЯЙЦЕНОСКОСТИ У КУР-НЕСУШЕК**

**Нарушин В.Г.,<sup>1</sup> Романов М.Н.<sup>2,3</sup>,  
Лаптев Г.Ю.,<sup>4</sup> Ыылдырым Е.А.,<sup>4</sup> Ильина Л.А.,<sup>4</sup>  
Филиппова В.А.,<sup>4</sup> Кочиш И.И.,<sup>2</sup> Дубровин А.В.,<sup>4</sup>  
Новикова Н.И.,<sup>4</sup> Дуняшев Т.П.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> ООО «Вита-Маркет», Запорожье, Украина;

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», Москва, Россия;

<sup>3</sup> Университет Кента, Кентербери, Великобритания;

<sup>4</sup> ООО «БИОТРОФ+», Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: val@vitamarket.com.ua

**Аннотация**

Проводили математическую оценку влияния сальмонеллезной инфекции и применения кормовой добавки (фитобиотика Интебио) на продуктивность кур-несушек. Обнаружены достоверные отличия между опытными подгруппами по признакам яичной продуктивности, при отрицательном эффекте заражения кур сальмонеллой и положительном — при добавлении в рацион кур фитобиотика.

Ключевые слова: математические методы, куры-несушки, *Salmonella Enteritidis*, фитобиотик, яичная продуктивность

**Введение**

Одной из очень важных проблем для птицеводства и безопасности пищевых продуктов является их заражение, вызываемое возбудителем *S. enterica Enteritidis* (SE) и

представляющее опасность как для птицы, так и для человека. В настоящее время продолжается поиск новых подходов в борьбе с этим инфекционным заболеванием: тестируются новые препараты, в том числе альтернативные антибиотикам; проводится анализ профилей экспрессии генов в связи с иммунным ответом на сальмонеллез и другие инфекционные болезни (van Hemert et al. 2007; Дубровин и др. 2019; Romanov et al., 2019). Учитывая тот факт, что куры и человек могут быть заражены одинаковыми или родственными патогенами и имеют несколько общих механизмов устойчивости/восприимчивости к болезням, исследования по инфицированию кур могут служить основной моделью для изучения механизмов резистентности и патогенеза заболеваний (Dodgson, Romanov, 2004). В разработке комплексного решения названных проблем не последнее место занимают математические подходы к оценке эффектов, связанных с проявлением инфекции в организме птицы, в т.ч. при использовании тех или иных кормовых добавок, способных улучшить иммунитет и защитить промышленное поголовье от негативных последствий заражения (Narushin et al., 2019; Нарушин и др. 2019).

В связи с этим целью настоящей работы ставилась математическая оценка воздействия сальмонеллезной инфекции на продуктивные качества яичных кур на фоне применения фитобиотика.

### **Методика исследований**

В работе использованы данные эксперимента на курах-несушках кросса «Ломанн Белый», в котором оценивали показатели яичной продуктивности начиная с 346-дневного возраста птицы (Дубровин и др. 2019). Куры были разбиты на четыре подгруппы: 1) контрольная, 2) контрольная с заражением штаммом *S. enterica* Enteritidis (SE), 3) птица, получавшая кормовую добавку — фитобиотик

Интебио на основе эфирных масел («БИОТРОФ+», Санкт-Петербург), и 4) птица, получавшая Интебио, на фоне заражения SE.

Учет признаков продуктивности в подгруппах производили в течение всего 27-дневного периода наблюдения за поголовьем кур. При этом в качестве признаков продуктивности в каждой подгруппе высчитывали средние показатели массы яиц ( $w$ ), общего количества снесенных яиц ( $N$ ), а также яйцемассы, выражаемой в виде произведения  $W=wN$  и соответствующей общей массе снесенных яиц в каждой подгруппе.

### **Результаты исследований и обсуждение**

Анализ признаков яичной продуктивности выявил достоверно значимые различия между средними значениями в четырех сравниваемых по этим признакам подгруппах кур (табл. 1). В частности, подгруппа I достоверно уступала по массе яиц (64,94 г) подгруппе III (66,10 г;  $p<0,05$ ) и подгруппе IV (66,33 г;  $p<0,01$ ) и превосходила по яйцемассе подгруппу II (547,54 против 479,19 г;  $p<0,05$ ). Подгруппа II имела более низкие средние значения по сравнению с подгруппой IV по массе яиц (64,29 против 66,33 г;  $p<0,01$ ) и относительно подгруппы III по числу яиц (7,48 против 8,56;  $p<0,05$ ) и яйцемассе (479,19 против 564,81 г;  $p<0,01$ ). Подгруппа III превосходила подгруппу IV по числу яиц (8,56 против 7,52;  $p<0,05$ ) и по яйцемассе (564,81 против 498,86 г;  $p<0,05$ ).

Для последующего анализа использовали показатель яйцемассы ( $W$ ), который отражает продуктивность несушек в комплексном виде, и при этом учитывали яйца, снесенные в каждой подгруппе за 1 день. Для удобства восприятия графические зависимости на рис. 1 показывают цикл варибельности данного показателя за период проведенных наблюдений, включая попарные сравнения отдельных подгрупп.

Таблица 1

**Средние значения показателей яичной продуктивности  
по подгруппам**

Под- груп- пы	Условия	$w \pm SD$ , г	$N \pm SD$	$W \pm SD$ , г
I	Контроль без заражения	64,94±1,91 <sup>a</sup>	8,44±1,76 <sup>a</sup>	547,54±111,03 <sup>a</sup>
II	Заражение SE	64,29±2,43 <sup>a,c</sup>	7,48±2,10 <sup>a,b</sup>	479,19±134,37 <sup>b</sup>
III	Интебио без заражения	66,10±2,19 <sup>b,c</sup>	8,56±1,40 <sup>a,c</sup>	564,81±91,2 <sup>a,c</sup>
IV	Интебио с заражением SE	66,33±1,71 <sup>b</sup>	7,52±2,10 <sup>a,b</sup>	498,86±141,17 <sup>a,b</sup>

<sup>a-c</sup> Значения для каждого признака с различающимися надстрочными индексами достоверно отличаются друг от друга ( $p < 0,05$ ); см. подробное описание в тексте.

Высокая вариабельность показателя  $W$  в течение наблюдаемого периода несколько затрудняла проведение анализа, в связи с чем для каждой зависимости была построена линия тренда, аппроксимированная линейной функциональной зависимостью (рис. 1б–д):

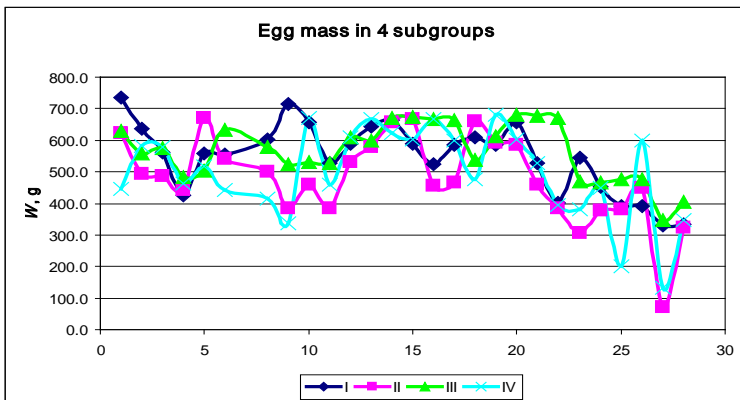
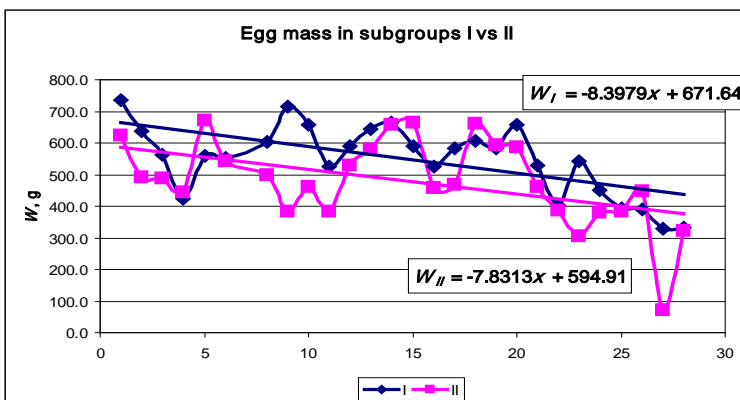
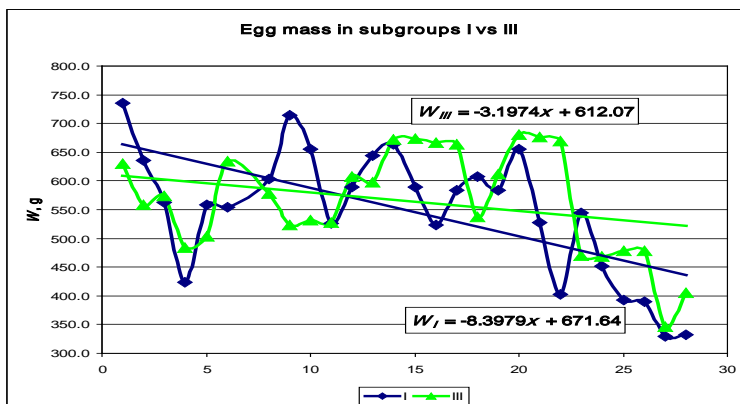
$$W_I = -8,3979x + 671,64, \quad (1)$$

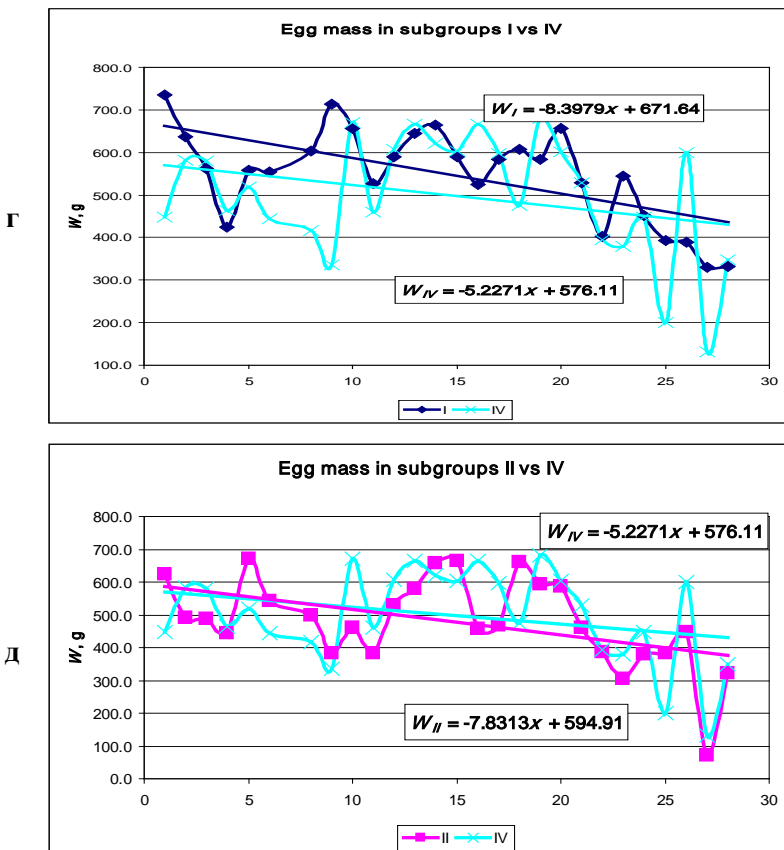
$$W_{II} = -7,8313x + 594,91, \quad (2)$$

$$W_{III} = -3,1974x + 612,07, \quad (3)$$

$$W_{IV} = -5,2271x + 576,11, \quad (4)$$

где  $W_I$ ,  $W_{II}$ ,  $W_{III}$  и  $W_{IV}$  — масса яиц, снесенных за один день в подгруппах I, II, III и IV, соответственно;  $x$  — соответствующий день периода наблюдения за птицей, равный 1...27.

**a****b****B**



**Рис. 1.** Графические зависимости изменения яйцемассы по подгруппам в течение 27-дневного периода яйцекладки (а) и попарный сравнительный анализ между подгруппами I и II (б), I и III (в), I и IV (г) и II и IV (д)

Сравнение зависимостей в подгруппах I и II (рис. 1б) свидетельствует о стабильном снижении их показателей яйцемассы на протяжении всего периода. Сравнение подгрупп I и III (рис. 1в) показывает, что примерно с середины периода наблюдения подгруппа III начинает доминиро-

вать. При сравнении подгрупп I и IV (рис. 1г) отмечено, что подгруппа IV постепенно выравнивается с контролем, в то время как подгруппа III опережает по показателям подгруппу IV (рис. 1д).

Поскольку данные  $W$  свидетельствуют об общей тенденции снижения яйценоскости в течение периода наблюдения, полученные уравнения позволяют рассчитать скорость убывания этих функций. Для расчета скорости убывания в подгруппах I и II в соответствующее уравнение (1) или (2) подставляли значение  $x=1$  и 27, т.е. дни начала и окончания наблюдения, а скорость убывания  $v$  (г/сут.) рассчитывали по формуле:

$$v = \frac{W_1 - W_{27}}{27}.$$

Тогда

$$v_I = \frac{663,24 - 444,9}{27} = 8,09,$$

$$v_{II} = \frac{587,08 - 383,46}{27} = 7,54.$$

Полученные значения  $v$  весьма близки друг к другу, что свидетельствует о схожей тенденции в изменении уровня яйценоскости птиц в обеих подгруппах I и II.

Аналогичные расчеты были выполнены для скорости убывания в двух других подгруппах. Данные по скорости убывания соответствующих функций сведены в табл. 2, показывающую меньшую скорость снижения яичной продуктивности в подгруппах III и IV по сравнению с подгруппами I и II.

За весь учетный период эксперимента удалось выявить достоверные отличия между подгруппами (контрольной и опытными) по среднему весу яиц и другим признакам яичной продуктивности.



Таблица 2

**Скорость убывания функций, отражающих общую массу яиц, снесенных соответствующей подгруппой кур за 1 день**

Подгруппы	Условия	$v$ (г/сут.)
I	Контроль без заражения	8,09
II	Заражение SE	7,54
III	Интебио без заражения	3,08
IV	Интебио с заражением SE	5,03

Таким образом, в результате математической оценки влияния сальмонеллезной инфекции и использования фитобиотика Интебио в качестве кормовой добавки на продуктивность кур-несушек нами установлено, что минимальная скорость снижения яйценоскости наблюдалась в подгруппе III, получавшей препарат Интебио, что может свидетельствовать о его свойствах, положительно влияющих на продуктивность поголовья. Очевидно также, что применение Интебио оказало определенное положительное воздействие и на подгруппу IV, зараженную сальмонеллой и получавшую данный препарат. За счет замедления скорости убывания функции яйценоскости продуктивность поголовья данной подгруппы выравнивалась по отношению к контролю к концу периода наблюдения (рис. 1г).

***Исследование выполнено при поддержке гранта Правительства Российской Федерации (договор № 14.W03.31.0013 от 20 февраля 2017 г.).***

#### **Список литературы**

Дубровин А.В., Ильина Л.А., Новикова О.Б. Влияние кормовой добавки на основе эфирных масел на яичную продуктивность и иммунный ответ кур-несушек при заражении эпизоотическим штаммом *Salmonella enteritidis* // Известия Санкт-Петербур-

бургского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (54). С. 107–111.

Нарушин В.Г., Селина М.В., Романов М.Н. Анализ сопряженных изменений экспрессии генов и биохимических показателей крови в эксперименте на курах-несушках // Материалы Международной конференции «Молекулярно-генетические технологии для анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных». М.: Сельскохозяйственные технологии, 2019. С. 67–82.

Dodgson J.B., Romanov M.N. Use of chicken models for the analysis of human disease // *Current Protocols in Human Genetics*; ed. by N.C. Dracopoli, J.L. Haines, B.R. Korf, D.T. Moir, C.C. Morton, C.E. Seidman, J.G. Seidman and D.R. Smith. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2004. Unit 15.5. P. 15.5.1–15.5.11.

Laptev G.Yu., Filippova V.A., Kochish I.I., Yildirim E.A., Ilina L.A., Dubrovin A.V., Brazhnik E.A., Novikova N.I., Novikova O.B., Dmitrieva M.E., Smolensky V.I., Surai P.F., Griffin D.K., Romanov M.N. Examination of the expression of immunity genes and bacterial profiles in the caecum of growing chickens infected with *Salmonella* Enteritidis and fed a phytobiotic // *Animals*. 2019. Vol. 9. No. 9. Article 615.

Narushin V.G., Laptev G.Yu., Yildirim E.A., Ilina L.A., Filippova V.A., Kochish I.I., Gorfunkel E.P., Dubrovin A.V., Novikova N.I., Dnyashev T.P., Smolensky V.I., Surai P.F., Bondarenko Yu.V., Griffin D.K., Romanov M.N. Modelling effects of phytobiotic administration on coherent responses to *Salmonella* infection in laying hens // *Italian Journal of Animal Science*. 2020. Vol. 19. No. 1. P. 282–287.

Romanov M.N., Sazanov A.A., Moiseyeva I.G., Smirnov A.F. Poultry // *Genome Mapping and Genomics in Animals*, Vol. 3: *Genome Mapping and Genomics in Domestic Animals*; ed. by N.E. Cockett and C. Kole. Berlin–Heidelberg–New York: Springer-Verlag, 2009. P. 75–141.

van Hemert S., Hoekman A.J.W., Smits M.A., Rebel J.M.J. Immunological and gene expression responses to a *Salmonella* infection in the chicken intestine // *Veterinary Research*. 2007. Vol. 38. No. 1. P. 51–63.

## Mathematical assessment of the influence of infection and feed additive on egg production in laying hens

*Narushin V.G.,<sup>1</sup> Romanov M.N.<sup>2,3</sup>, Laptev G.Yu.,<sup>4</sup>  
Yildirim E.A.,<sup>4</sup> Ilina L.A.,<sup>4</sup> Filippova V.A.,<sup>4</sup>  
Kochish I.I.,<sup>2</sup> Gorfunkel E.P.,<sup>4</sup> Dubrovin A.V.,<sup>4</sup>  
Novikova N.I.,<sup>4</sup> Dunityashev T.P.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Vita-Market Ltd, Zaporozhye, Ukraine;

<sup>2</sup> K.I. Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> University of Kent, Canterbury, UK;

<sup>4</sup> BIOTROF+ Ltd, St. Petersburg, Russia

### Abstract

A mathematical evaluation of the effects of *Salmonella* infection and use of a feed additive (phytobiotic Intebio) on the performance of laying hens was carried out. Significant differences were found between the experiment subgroups in terms of egg productivity, with a negative effect of infecting hens with *Salmonella* and with a positive one of supplementing the chicken diet with the phytobiotic.

Key words: mathematical methods, laying hens, *Salmonella* Enteritidis, phytobiotic, egg production