

УДК 636.5.033

## ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗИРОВКИ ПРОБИОТИКА «OLIN» В РАЦИОНЕ КОРМЛЕНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПО КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА ПОЛУФАБРИКАТА

Морозова Е.С., e-mail: [vip.katrina482@mail.ru](mailto:vip.katrina482@mail.ru)

Мурленков Н.В., e-mail: [chr98@yandex.ru](mailto:chr98@yandex.ru)

Шуметов В.Г., e-mail: [shumetov@list.ru](mailto:shumetov@list.ru)

Орловский государственный аграрный университет (302019, г. Орёл, ул. Генерала Родина, 69)

**Реферат.** Представлены результаты оптимизации дозировки пробиотика «Olin» по ведущим показателям мясных качеств тушек цыплят-бройлеров. Графическими методами нелинейного корреляционного анализа обосновано, что максимум ведущих показателей качества полуфабриката – массы мышц и филе – достигается при дозировке пробиотика около 0,024 г/гол. С помощью процедуры множественного линейного регрессионного анализа пакета статистических программ SPSS Base получены МНК-оценки параметров квадратичных моделей, аппроксимирующих зависимость массы мышц и массы филе от дозировки пробиотика «Olin». В ходе исследования было также определено распределение расчетных значений ведущих информативных показателей мясных качеств тушек цыплят-бройлеров и зависимость ведущих информативных показателей мясных качеств тушек цыплят-бройлеров от дозировки пробиотика. В результате исследования полученных моделей на экстремум уточнена оптимальная дозировка пробиотика – 0,0235 г/гол.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, ведущие показатели качества полуфабриката, спорогенный пробиотик, нелинейный корреляционный анализ, множественный линейный регрессионный анализ, квадратичная модель, исследование на экстремум, оптимальная дозировка.

## PROBIOTIC DOSAGE OPTIMIZATION «OLIN» IN THE DIET BROILER CHICKENS ON CRITERIA AS INTERMEDIATE

Morozova E.S., e-mail: [vip.katrina482@mail.ru](mailto:vip.katrina482@mail.ru)

Murlenkov N.V., e-mail: [chr98@yandex.ru](mailto:chr98@yandex.ru)

Shumetov V.G., e-mail: [shumetov@list.ru](mailto:shumetov@list.ru)

Orel State Agrarian University (302019, Orel, ul. Gen. Rodina, 69)

**Abstract.** The results of the optimization of the dosage of a probiotic «Olin» at the leading indicators of meat quality of broiler chicken carcasses. Graphical methods for non-linear correlation analysis proved that the most leading indicators of the quality of semi-finished products - muscle mass and fillet - is achieved at a dose of probiotics about 0.024 g / head. Using the procedure of multiple linear regression analysis of SPSS Base statistical software package obtained the OLS estimates of the parameters of quadratic models that approximating the dependence of muscle mass and the mass of the fillet on the dosage of a probiotic «Olin». During the research there was determined the distribution of the calculated values leading informative indicators of the meat quality of the carcasses of broiler chickens and the dependence of the leading informative indicators of the meat quality of the carcasses of broiler chickens, the dosage of the probiotic. The study received models extremum verified the optimum dosage of probiotics – 0,0235 g / head.

**Keywords:** broilers, leading indicators of quality semi-finished products, sporogenous probiotic, non-linear correlation analysis, multiple linear regression analysis, quadratic model, study the extremum, the optimum dosage.

Данная статья – заключительная в серии публикаций [2-4], представленных в настоящем издании и направленных на выявление роли спорогенного пробиотика «Olin» как фактора, эффективно влияющего на мясные и убойные качества тушек цыплят-бройлеров.

В первой из этих публикаций [3] сформулированы следующие аналитические задачи:

- 1) по результатам корреляционного и факторного анализа комплекса выходных показателей эксперимента установить латентные факторы и выявить ведущие (информативные) показатели;
- 2) рассчитать средние значения ведущих выходных показателей и оценить статистическую значимость влияния экспериментальных дозировок пробиотика «Olin», по сравнению с контролем, на информативные показатели;
- 3) определить спецификацию эконометрических моделей, описывающих зависимость ведущих выходных показателей убойных и мясных качеств тушек цыплят-бройлеров от дозировки пробиотика «Olin» в комбикормах, оценить их параметры и выполнить оптимизацию дозировки по критериям качества полуфабриката.

Результаты решения первой задачи приведены в публикации [4]. Методами корреляционного и факторного анализа обосновано, что исходное множество семи показателей мясных и убойных качеств тушек цыплят-бройлеров в дальнейшем анализе можно заменить двумя ведущими информативными показателями – массой мышц и массой филе. Именно эти показатели являются индикаторами влияния дозировок пробиотика «Olin» на качества тушек цыплят-бройлеров.

В соответствие с этим выводом, публикация [2] содержит оценку статистической значимости влияния экспериментальных дозировок пробиотика «Olin», по сравнению с контролем, на эти информативные показатели. Обосновано, что применение для этой цели традиционно используемого в практике сельскохозяйственных экспериментов критерия наименьшей существенной разности может привести к некорректным статистическим выводам.

Результаты множественного сравнения средних по критериям Бонферрони и Шеффе сопоставлены с множественным сравнением средних по критерию *LSD (Least Significant Difference)*. Показано, что критерий Шеффе является консервативным, обеспечивая более строгий подход к оценке статистической значимости наблюдаемых эффектов. На конкретных примерах обсуждены прогностические возможности однофакторных моделей дисперсионного анализа, отражающих зависимость выходных переменных от уровней независимой переменной.

Представленные в публикации [2] модели дисперсионного анализа отражают связь выходных переменных – массой мышц и массой филе – не с количественной независимой переменной – содержанием пробиотика «Olin» в рационе кормления цыплят-бройлеров, а с

уровнями номинальной переменной (в данном случае, с номером опытной группы). Эти модели позволяют выполнить сравнение вариантов эксперимента, но не позволяют решить оптимизационные задачи. В этой связи, задачей данной публикации является разработка регрессионных моделей, отражающих зависимость ведущих информативных показателей мясных качеств полуфабриката от содержания пробиотика, с последующей их оптимизацией. Отправные данные для решения сформулированной задачи, полученные нами ранее с помощью процедуры «*General Linear Model* (Общая линейная модель)» пакета программ статистического анализа данных общественных наук *SPSS Base* [1, 5], в наглядной графической форме отражают диаграммы, представленные на рисунке 1.

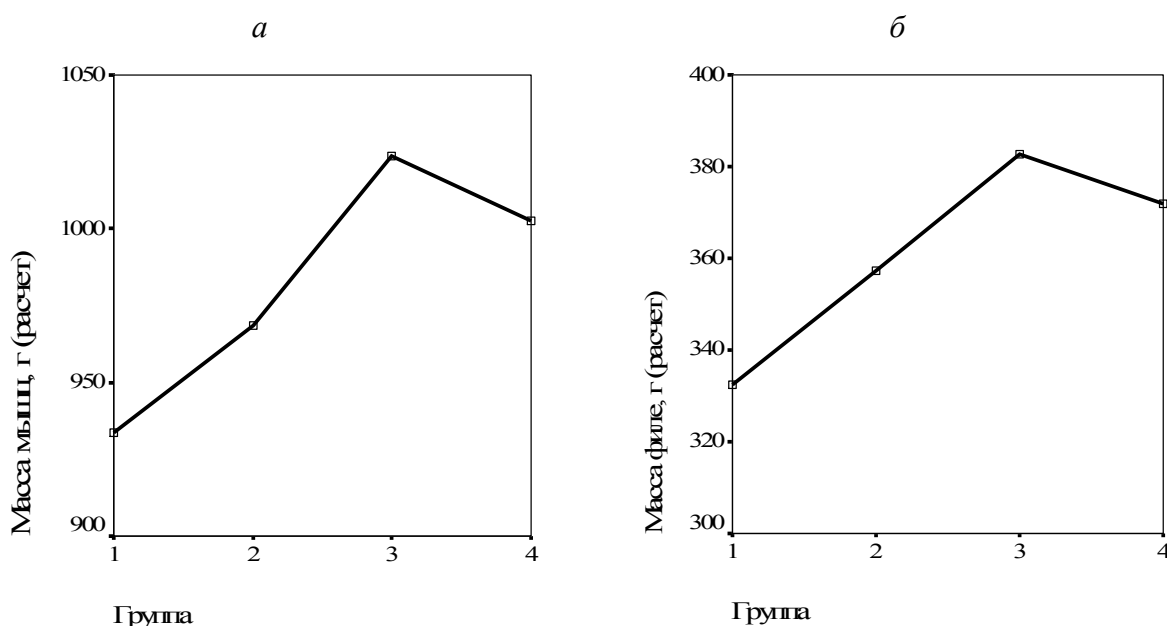


Рисунок 1 – Распределение расчетных значений ведущих информативных показателей мясных качеств тушек цыплят-бройлеров по опытным группам: *a* – масса мышц; *б* – масса филе

Поясним рисунок 1. Числа 1 ... 4 на горизонтальной оси – это номера групп в эксперименте по влиянию экспериментальных дозировок пробиотика «Olin» на информативные показатели – массу мышц и массу филе, при этом 1 – номер контрольного опыта, который предполагал основной рацион кормления цыплят-бройлеров без добавки пробиотика, 2, 3, 4 – номера опытов с дозировки пробиотика «Olin» 0; 0,015; 0,022 и 0,029 г/гол. На первый взгляд, можно было бы сопоставить номерам групп количественную переменную – дозировку пробиотика в интервале от 0 до 0,029 г/гол., а затем строить модель регрессии. Но такой прием не вполне корректен, следует рассматривать не четыре, а лишь три уровня дозировки пробиотика «Olin»: 0,015; 0,022 и 0,029 г/гол. Тогда мы получаем несколько иной вид зависимости информативных показателей мясных качеств тушек цыплят-бройлеров от дозировки пробиотика – рисунок 2.

Графики рисунка 2 построены с помощью графической процедуры «*Scatterplot*» программы *SPSS Base*, по исходным данным эксперимента, выполненного с шестикратной повторностью. Из рисунка следует, что несмотря на довольно высокую вариабельность исходных данных по повторностям, коэффициент полиномиальной детерминации достаточно высок: 0,709 для квадратичной модели массы мышц и 0,770 – для квадратичной модели массы филе (для построения кубической регрессии трех градаций независимой переменной недостаточно).

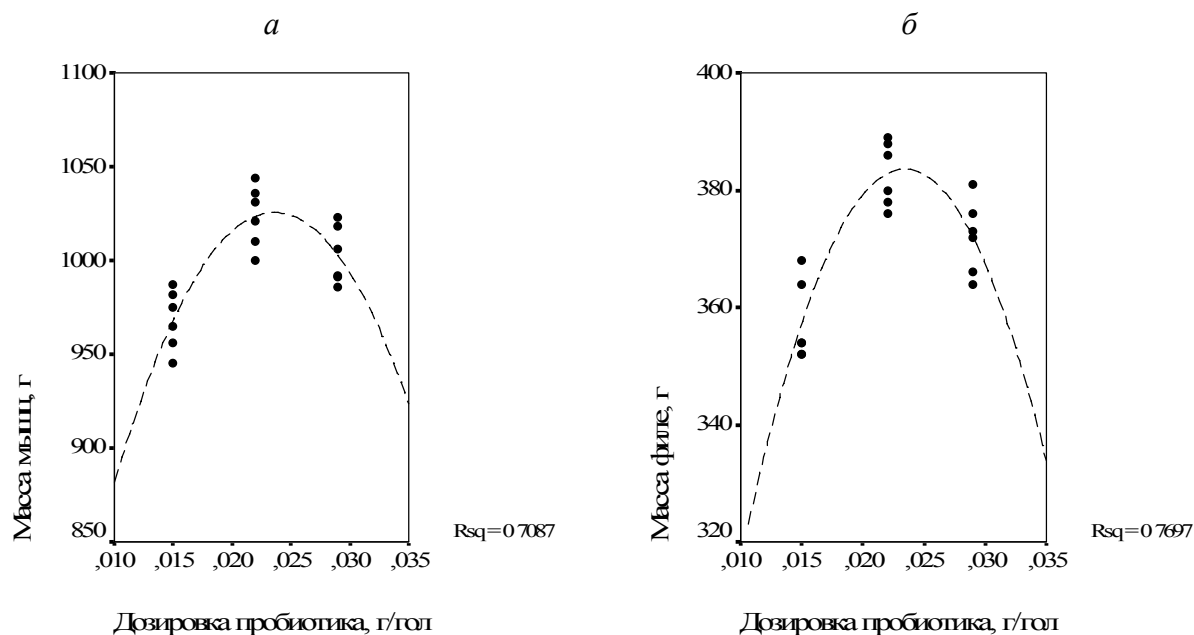


Рисунок 2 – Зависимость ведущих информативных показателей мясных качеств тушек цыплят-бройлеров от дозировки пробиотика: *a* – масса мышц; *б* – масса филе

Судя по характеру кривых регрессии квадратичной корреляции, максимумы обоих информативных показателей достигаются при дозировке пробиотика примерно 0,024 г/гол., и для уточнения этого значения нами с помощью процедуры множественной линейной регрессии определены параметры квадратичных моделей

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2, \quad (1)$$

где  $X$  – дозировка пробиотика,  $b_0$ ,  $b_1$  и  $b_2$  – оцениваемые коэффициенты моделей.

Для оценки параметров квадратичных моделей предварительно в редакторе данных формировали переменную  $X^2$ , затем был реализован метод «*Enter*», т.е. независимые переменные  $X$  и  $X^2$  вводили в анализ принудительно. Полученные результаты аппроксимации эмпирических данных квадратичными моделями представлены в таблице 1.

Таблица 1 – МНК-оценки параметров квадратичных моделей

Зависимая переменная	Предиктор	Нестандартизированные коэффициенты		Стандартизир. коэффициенты (бета-	$t$	Знч.
		$B$	Ст. ошибка			

				коэффициенты)		
Масса мышц	Постоянная	592,721	75,276		7,874	0,000
	$X$	36724,490	7221,423	7,748	5,085	0,000
	$X^2$	-778911,565	163435,286	-7,261	-4,766	0,000
Масса филе	Постоянная	180,344	29,430		6,128	0,000
	$X$	17360,544	2823,290	8,331	6,149	0,000
	$X^2$	-370748,299	63896,710	-7,861	-5,802	0,000

Как следует из таблицы 1, коэффициенты квадратичных моделей, отражающих зависимость массы мышц и массы филе тушек цыплят-бройлеров от дозировки пробиотика «Olin» в комбикормах, значимы на уровне не хуже 0,0005. В целом модели характеризуются достаточно высоким качеством: коэффициент детерминации 0,709 и 0,770 для массы мышц и филе соответственно, значения критерия Фишера – 18,2 и 25,1 соответственно статистически значимы на уровне не хуже 0,0005.

Это позволяет использовать квадратичные модели, явный вид которых

$$\text{для массы мышц: } Y_1 = 592,7 + 36724,5X - 778912X^2; \quad (2)$$

$$\text{для массы филе: } Y_2 = 180,3 + 17360,5X - 370748X^2, \quad (3)$$

для оптимизации дозировки пробиотика «Olin» в комбикормах. Дифференцируя модели (2) и (3) по  $X$ , после приравнивания полученных выражений нулю получаем:

$$X_{1\text{опт}} = 36724,5 / (2 \cdot 778912) = 0,0236 \text{ г/гол.}; \quad (4)$$

$$X_{2\text{опт}} = 17360,5 / (2 \cdot 370748) = 0,0234 \text{ г/гол.} \quad (5)$$

Полученные оценки практически совпадают. Это позволяет выполнить их усреднение и заключить, что дозировка пробиотика «Olin» в комбикормах, обеспечивающая максимум ведущих показателей мясных качеств тушек цыплят-бройлеров, составляет 0,0235 г/гол

#### Список литературы.

1. Бююль А., Цёфель П. SPSS: Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2002. – 608 с.
2. Зелов К.А., Мурленков Н.В., Шуметов В.Г. Множественное сравнение средних в эксперименте по влиянию дозировок пробиотика «Olin» в рацион кормления цыплят-бройлеров // Международный студенческий научный вестник. – 2016.
3. Мурленков Н.В., Морозова Е.С., Шуметов В.Г. Статистический анализ влияния пробиотика «Olin» на потребительские качества цыплят-бройлеров: постановка задачи // Международный студенческий научный вестник. – 2016.

4. Мурленков Н.В., Шуметов В.Г. Анализ взаимосвязей показателей убойных и мясных качеств тушек цыплят-бройлеров в эксперименте по влиянию дозировок пробиотика «Olin» в рационе кормления // Международный студенческий научный вестник. – 2016.
5. SPSS Base 8.0 для Windows. Руководство по применению. – Перевод–Copyright 1998 СПСС Русь. – 397 с.