

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБИОТИКОВ НА ОСНОВЕ ШТАММОВ РОДА *BACILLUS* В КОРМЛЕНИИ ПЕРЕПЕЛОВ

Мерзлякова О.Г., Рогачёв В.А.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

**Для цитирования:** Мерзлякова О.Г., Рогачёв В.А. Использование пробиотиков на основе штаммов рода *Bacillus* в кормлении перепелов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. С. 70–76. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-2-9

**For citation:** Merzlyakova O.G., Rogachev V.A. Ispol'zovanie probiotikov na osnove shtammov roda *Bacillus* v kormlenii perepelov [The use of probiotics based on strains of the genus *Bacillus* in quail feeding]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 2, pp. 70–76, DOI: 10.26898/0370-8799-2019-2-9

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Экспериментально обоснована эффективность использования опытных образцов пробиотиков на основе штаммов *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* и их консорциума при кормлении перепелов в период выращивания. Проведен мониторинг динамики прироста живой массы птицы. Опыт продолжительностью 60 дней проводили по общепринятой методике на перепелках японской породы, сформированных в суточном возрасте в четыре группы по 80 голов в каждой: одну контрольную и три опытных. Птицу содержали в клеточной батарее при соблюдении требуемых условий микроклимата. Все группы получали питание по основному (контрольному) рациону, разработанному с учетом возраста и физиологических особенностей перепелов, но птице 1–3-й опытных групп дополнительно скармливали пробиотики на основе штаммов *B. subtilis*, *B. licheniformis* и их консорциума в количестве 150 г/т комбикорма соответственно. Изучено влияние новых штаммов пробиотиков и их консорциума на сохранность поголовья, интенсивность роста цыплят, показатели мясной продуктивности, гематологические показатели. Определен оптимальный вариант введения пробиотиков в рацион перепелов в период их выращивания. Разработаны рекомендации по составлению комбикормов с применением пробиотической добавки. Химический состав корма и мяса перепелов исследовали в биохимической лаборатории по общепринятым методикам зоотехнического анализа. При введении в комбикорм консорциума штаммов *B. subtilis* и *B. licheniformis* в количестве 150 г/т сохранность поголовья повысилась на 4,0%, среднесуточный прирост живой массы птицы

## THE USE OF PROBIOTICS BASED ON STRAINS OF THE GENUS *BACILLUS* IN QUAIL FEEDING

Merzlyakova O.G., Rogachev V.A.

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-Bio-Technologies of the Russian Academy of Sciences  
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The use of trial specimens of probiotics based on strains of *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* and their consortium was experimentally proved to be effective for quail feeding during their growth. The dynamics of live weight gain of quails was monitored. The experiment lasted for 60 days and was carried out in compliance with the standard methods. Quails that were studied were of the Japanese breed formed in four groups of 80 heads in each: one control group and three experimental ones at the age of one day. Quails were kept in a battery cage with all the required environment conditions met. All the groups were fed on the main (control) diet, developed taking into account the age and physiological characteristics of quails. However, birds of experimental groups 1-3 were additionally fed on probiotics based on strains *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* and their consortium in the amount of 150 g/t of feed, respectively. The effect of new strains of probiotics and their consortium was tested during the study by the following parameters: the survival rate of birds, intensity of chicken growth, meat productivity and hematological indicators. The optimum variant of probiotics introduction into the diet of quails during their growth period was determined. The recommendations for the preparation of compound feeds with the use of probiotic supplements were developed. The chemical composition of quail feed and meat was studied in the biological laboratory by conventional methods of zootechnical analysis. The introduction of the consortium of strains *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* in the amount of 150 g/t led to an increase in the survival rate of quails by 4.0%. The average daily live weight gain increased by 2.57%, feed consumption per one unit of produce decreased

увеличился на 2,57%, расход корма на единицу продукции снизился на 6,48%. При скормлении консорциума пробиотических штаммов *B. subtilis* и *B. licheniformis* в указанной дозе масса потрошеной тушки увеличилась на 3,61%, содержание белка в мясе и его биологическая ценность возросли соответственно на 1,06 и 11,11%. Гематологические характеристики цыплят при этом оставались в пределах физиологической нормы.

**Ключевые слова:** перепела, комбикорм, пробиотики, штамм, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, консорциум, живая масса

Современные технологии выращивания сельскохозяйственных животных предполагают широкое применение пробиотиков как эффективных кормовых добавок, стимулирующих рост и развитие молодняка, повышение его сохранности и продуктивности. На ближайшую перспективу предлагается использовать пробиотики, которые существенно повышают резистентность организма, снижают риск возникновения инфекционных заболеваний, негативные последствия технологических и других стрессов, сокращают количество аллергических и аутоиммунных заболеваний у людей, обеспечивают получение высококачественной экологически чистой продукции [1–5].

Наиболее распространенными пробиотическими штаммами являются культуры молочнокислых бактерий *Lactobacillus* spp. и *Bifidobacterium* spp. Однако для них характерен ряд особенностей, затрудняющих производство и применение пробиотических препаратов (дорогие питательные среды, слабая устойчивость к высоким температурам, небольшой срок хранения при низкой температуре и др.). Кроме того, многие *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp. чувствительны к желудочному соку [6–11].

Бациллы лишены всех технологических недостатков молочнокислых бактерий, они легко культивируются, выдерживают высокие температуры, имеют длительные сроки хранения, не разрушаются под воздействием желчных кислот. Бактерии рода *Bacillus* являются комменсалами желудочно-кишечного тракта животных, а споры могут иметь

by 6.48%. When feeding quails on the consortium of probiotic strains *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* in this rate, the mass of the eviscerated bird carcass increased by 3.61%, the protein content in the meat and its biological value increased by 1.06 and 11.11%, respectively. The hematological characteristics of the chickens remained within the physiological norm.

**Keywords:** quails, compound feed, probiotics, strain, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, consortium, live weight.

различные модели действия: адсорбировать токсины, активизировать иммунитет животного, стимулировать индукцию цитокинов, улучшать и стабилизировать микрофлору кишечника, повышать переваримость кормов и интенсивность роста цыплят [12–14].

Стабилизация микрофлоры кишечника может быть эффективно достигнута только путем непрерывного добавления пробиотика в корм, поскольку микроорганизмы, используемые в питании животных, не колонизируют их кишечник. Общие рекомендации относительно оптимальной дозировки и периода приема препарата дать очень сложно, поскольку такие факторы, как стабильность пробиотиков в кормах и желудочно-кишечном тракте, конкретный способ действия микроорганизмов, содержащихся в продукте, и состояние кишечной микрофлоры хозяина модулируют действие пробиотика. В связи с этим вывести коэффициент включения пробиотика в состав кормов исходя только из содержания колоний образующих единиц (КОЕ) невозможно. Весьма проблематично также сопоставление эффективности различных препаратов на основе заявленного содержания КОЕ. Оптимальную дозировку пробиотика необходимо определять в экспериментах по кормлению индивидуально для каждого продукта и вида животного<sup>1</sup>.

Цель исследований – экспериментально обосновать эффективность использования опытных образцов пробиотиков на основе штаммов *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* и их консорциума в кормлении перепелов при выращивании птицы.

<sup>1</sup>Probiotics in animal nutrition. Agrimedia GmbH.2004. (www.global-agrimedia.com).

Задачи исследования – определить влияние пробиотических штаммов *B. subtilis*, *B. licheniformis* и их консорциума на сохранность поголовья, интенсивность роста перепелов, показатели мясной продуктивности, биохимический состав крови, затраты корма на единицу продукции.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объект исследований – продуктивное и физиологическое действие кормовой добавки из пробиотиков на основе штаммов *B. subtilis*, *B. licheniformis* и их консорциума. Опыт продолжительностью 60 дней проведен по общепринятой методике на перепелиной ферме физиологического двора Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства (СибНИПТИЖ СФНЦА РАН) на перепелах японской породы, сформированных в суточном возрасте в четыре аналогичные группы по 80 голов в каждой: одну контрольную и три опытных<sup>2</sup>.

Условия содержания цыплят и микроклимат в клеточной батарее соответствовали зоотехническим требованиям. Всем подопытным перепелам скармливали одинаковый комбикорм (основной рацион), приготовленный по ТУ 9296-006-59256574–2013 ООО «БинКорм» с учетом возраста и физиологических особенностей данного вида птицы. Межгрупповые различия заключались в следующем: молодняк контрольной группы

потреблял только основной рацион, птица 1–3-й опытных групп дополнительно к основному рациону получала пробиотики соответственно на основе штаммов *B. subtilis*, *B. licheniformis* и их консорциума в количестве 150 г/т комбикорма (см. табл. 1).

Рационы составляли в соответствии с нормами Всероссийского научно-исследовательского технологического института птицеводства РАН, 2003 г.<sup>3</sup> Учет поедаемости кормов проводили ежедневно путем взвешивания заданных кормов и их остатков. Ежедневно осуществляли наблюдение за поведением и состоянием здоровья перепелов.

Контрольные взвешивания птицы проводили при постановке на опыт, в возрасте 30 дней и в 2-месячном возрасте по окончании эксперимента. В 2-месячном возрасте был произведен убой перепелов по три головы из каждой группы.

Химический состав корма и мяса перепелов исследовали в биохимической лаборатории СибНИПТИЖа СФНЦА РАН по общепринятым методикам зоотехнического анализа.

Биохимический состав крови птицы определяли в лаборатории биотехнологий Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН.

Полученный в опыте цифровой материал обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с помощью программного обеспечения «Microsoft Excel».

**Табл. 1.** Характеристика опытных образцов пробиотиков на основе штаммов *B. subtilis*, *B. licheniformis* и их консорциума

**Table 1.** Characteristics of trial specimens of probiotics based on strains *B. subtilis*, *B. licheniformis* and their consortium

| Показатель                           | Образец пробиотика на основе штамма     |                         |                                              |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|
|                                      | <i>B. subtilis</i>                      | <i>B. licheniformis</i> | <i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i> |
| Внешний вид и цвет                   | Порошок белого цвета                    |                         |                                              |
| Растворимость                        | Хорошо растворим в воде                 |                         |                                              |
| Количество спор в 1 г                | $3,5 \times 10^9$                       | $3,5 \times 10^8$       | $2,7 \times 10^9$                            |
| Контаминация посторонней микрофлорой | Не содержит посторонних микроорганизмов |                         |                                              |

<sup>2</sup>Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова. Сергиев Посад, 2000. 33 с.

<sup>3</sup>Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы / под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова, И.А. Егорова, Т.М. Околеловой. Сергиев Посад, 2003. 142 с.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Комбикорм для перепелов был приготовлен в соответствии с основными требованиями для данного вида птицы: сбалансированностью, высокой калорийностью и необходимой степенью измельчения. В состав комбикорма входили следующие компоненты: пшеница фуражная, соя экстрадированная, жмых подсолнечный, мука мясорастительная, мука рыбная, дрожжи кормовые, жир технический, премикс, мел кормовой, трикальций фосфат. Процентное содержание ингредиентов комбикорма и его питательность были различными в зависимости от возраста птицы (0–30 дней, 31–60 дней и старше). В среднем в 100 г комбикорма содержалось 1,25 МДж обменной энергии, 24,8 г сырого протеина, 3,8 г сырой клетчатки.

Введение пробиотиков на основе штаммов *B. subtilis*, *B. licheniformis* и их консорциума в состав комбикорма оказало незначительное влияние на его поедаемость. В период выращивания (60 дней) птица контрольной группы потребила комбикорма на 0,60–3,98% больше по сравнению с аналогами опытных групп.

Сохранность поголовья цыплят 3-й опытной группы, получавших комбикорм с консорциумом пробиотиков, была выше по сравнению с контролем на 4% (см. табл. 2).

Перепела 2-й и 3-й опытных групп обладали более высокой энергией роста и лучшей конверсией корма в мясную продукцию, они превосходили контрольных аналогов по абсолютному приросту живой массы на 0,93 и 2,67% соответственно, по среднесуточному приросту – на 0,74 и 2,57% при пониженном на 3,24 и 6,48% расходе кормов на единицу продукции. Наиболее высокие показатели продуктивности и эффективности использования кормов получены в 3-й опытной группе.

Результаты контрольного убоя птицы показали, что масса потрошенной тушки перепелов 1–3-й опытных групп была больше, чем в контрольной группе, соответственно на 0,52; 2,84 и 3,61%, убойный выход выше на 1,01; 0,95 и 0,77% (см. табл. 3).

В мясе (фарше) птицы опытных групп содержалось больше сухого вещества на 1,90–2,96%, белка (3-я группа) на 1,06%, кальция в 1,02–1,05 раза, фосфора в 1,08–1,10, натрия (1-я и 3-я группы) в 1,10 и 1,19, марганца в 1,06–1,6 раза. Концентрация жира в мясе перепелов 2-й и 3-й опытных групп была меньше по сравнению с контролем на 0,79 и 1,38%, в 1-й группе больше на 2,72%. Мясо птицы 2-й и 3-й опытных групп имело лучшую сбалансированность по аминокислотам, о чем свидетельствует более высокий аминокислотный индекс. Лучшей биологи-

**Табл. 2.** Сохранность, прирост живой массы и оплата корма продукцией у перепелов за период выращивания

**Table 2.** Survival rate, live weight gain and feed consumption during the period of growth

| Показатель                             | Группа        |               |               |               |
|----------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                        | контрольная   | опытная       |               |               |
|                                        |               | 1-я           | 2-я           | 3-я           |
| Сохранность, %                         | 90            | 89            | 90            | 94            |
| Живая масса, г:                        |               |               |               |               |
| на начало опыта                        | 8,49 ± 0,08   | 8,55 ± 0,08   | 8,63 ± 0,08   | 8,44 ± 0,07   |
| в 30 дней                              | 94,90 ± 3,02  | 93,62 ± 2,42  | 97,76 ± 2,21  | 98,46 ± 2,58  |
| в 60 дней                              | 171,50 ± 2,39 | 170,27 ± 1,95 | 173,15 ± 1,83 | 175,51 ± 2,13 |
| Абсолютный прирост живой массы, г:     |               |               |               |               |
| за 30 дней                             | 86,41 ± 2,75  | 85,07 ± 2,19  | 89,13 ± 2,01  | 90,01 ± 2,56  |
| за 60 дней                             | 163,01 ± 3,35 | 161,72 ± 1,85 | 164,52 ± 1,74 | 167,36 ± 2,03 |
| Среднесуточный прирост живой массы, г: |               |               |               |               |
| за 30 дней                             | 2,88 ± 0,09   | 2,84 ± 0,07   | 2,97 ± 0,07   | 3,00 ± 0,08   |
| за 60 дней                             | 2,72 ± 0,06   | 2,70 ± 0,03   | 2,74 ± 0,03   | 2,79 ± 0,03   |
| Потреблено кормов, кг                  | 1,157         | 1,150         | 1,130         | 1,111         |
| Затраты корма на 1 г прироста, г       | 7,10          | 7,11          | 6,87          | 6,64          |

**Табл. 3.** Результаты убоя подопытной птицы

**Table 3.** Results of slaughter of experimental birds

| Показатель                              | Группа        |               |               |               |
|-----------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                         | контрольная   | опытная       |               |               |
|                                         |               | 1-я           | 2-я           | 3-я           |
| Предубойная живая масса одной головы, г | 168,33 ± 0,88 | 167,00 ± 2,00 | 171,00 ± 1,53 | 172,67 ± 0,58 |
| Масса полупотрошенной тушки, г          | 132,00 ± 1,00 | 133,00 ± 2,08 | 136,00 ± 3,21 | 137,33 ± 2,60 |
| В % к предубойной живой массе           | 78,42 ± 0,78  | 79,64 ± 0,42  | 79,53 ± 1,29  | 79,53 ± 1,24  |
| Масса потрошенной тушки, г              | 129,33 ± 0,88 | 130,00 ± 2,08 | 133,00 ± 3,21 | 134,00 ± 2,31 |
| Убойный выход, %                        | 76,83 ± 0,61  | 77,84 ± 0,43  | 77,78 ± 1,30  | 77,60 ± 1,08  |

**Табл. 4.** Химический состав и биологическая ценность мяса (фарша) цыплят перепелов

**Table 4.** Chemical composition and biological value of meat (minced meat) of quail chickens

| Показатель            | Группа       |              |              |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                       | контрольная  | опытная      |              |              |
|                       |              | 1-я          | 2-я          | 3-я          |
| Вода, %               | 70,64 ± 0,34 | 68,74 ± 0,39 | 67,47 ± 0,19 | 67,70 ± 0,55 |
| Сухое вещество, %     | 29,36 ± 0,35 | 31,26 ± 0,39 | 32,32 ± 0,13 | 32,30 ± 0,55 |
| Белок, %              | 19,07 ± 0,18 | 18,96 ± 0,83 | 19,08 ± 0,34 | 20,13 ± 0,36 |
| Жир, %                | 7,26 ± 0,38  | 8,98 ± 0,52  | 6,47 ± 0,52  | 5,88 ± 0,63  |
| Кальций, %            | 1,49 ± 0,08  | 1,52 ± 0,03  | 1,54 ± 0,07  | 1,56 ± 0,06  |
| Фосфор, %             | 0,89 ± 0,06  | 0,98 ± 0,03  | 0,96 ± 0,04  | 0,98 ± 0,06  |
| Калий, г/кг           | 3,54 ± 0,16  | 3,26 ± 0,13  | 3,46 ± 0,05  | 3,55 ± 0,16  |
| Натрий, г/кг          | 0,58 ± 0,02  | 0,64 ± 0,03  | 0,58 ± 0,003 | 0,69 ± 0,01  |
| Марганец, мг/кг       | 0,50 ± 0     | 0,67 ± 0,07  | 0,53 ± 0,03  | 0,80 ± 0,06  |
| Медь, мг/кг           | 1,20 ± 0,06  | 1,23 ± 0,03  | 1,13 ± 0,03  | 1,23 ± 0,03  |
| Цинк, мг/кг           | 24,80 ± 0,82 | 26,97 ± 1,19 | 25,03 ± 1,01 | 25,47 ± 0,58 |
| Триптофан, %          | 0,36 ± 0,009 | 0,34 ± 0,009 | 0,34 ± 0,012 | 0,36 ± 0,003 |
| Оксипролин, %         | 0,10 ± 0,007 | 0,09 ± 0,007 | 0,09 ± 0,007 | 0,09 ± 0,007 |
| Аминокислотный индекс | 1,37         | 1,37         | 1,47         | 1,56         |
| БКП                   | 3,60         | 3,78         | 3,78         | 4,00         |

ческой ценностью (БКП = 4,00) отличалось мясо перепелов 3-й опытной группы, в остальных опытных группах этот показатель равнялся 3,78, что в 1,05 раза выше, чем в контроле (см. табл. 4).

Морфологические показатели крови отражают состояние организма птицы и тесно связаны с ее продуктивностью [15]. С учетом физиологических особенностей перепелов изучены некоторые показатели их крови, характеризующие реакцию организма на использование в рационе пробиотиков. Гематологические исследования свидетельствуют о том, что вся подопытная птица в течение опыта была клинически здорова. Отмечено незначительное увеличение количества гемоглобина (на 9,97–10,02 г/100 мл), лейкоцитов (на 23,37–27,13  $10^9$  кл/л) и эритроцитов (на 4,03–4,23  $10^{12}$  кл/л), при сниже-

нии СОЭ (на 0,83–0,80 мм/ч) в крови цыплят-перепелов опытных групп. В целом же изучаемые гематологические показатели всей подопытной птицы находились в пределах физиологической нормы.

Экономический эффект, рассчитанный на основе данных о стоимости комбикорма, добавок и стоимости реализации продукции (мясо перепелов) составил во 2-й и 3-й опытных группах 1,97 и 4,79% по отношению к контрольным аналогам соответственно.

## ВЫВОДЫ

1. Использование пробиотика на основе штамма *B. subtilis* в рационе перепелов (в период выращивания) в качестве нового кормового средства из местного экологически чистого сырья в количестве 150 г/т ком-

бикорма не оказало положительного влияния на сохранность перепелов, среднесуточный прирост живой массы птицы и затраты кормов на единицу продукции. Увеличение массы потрошеной тушки цыплят, убойного выхода и БКП было незначительным – 0,52; 1,01 и 5,0% соответственно.

2. Использование пробиотика на основе штамма *B. licheniformis* в рационе перепелов в количестве 150 г/т комбикорма способствовало повышению среднесуточного прироста живой массы птицы на 0,74%, снижению затрат кормов на единицу продукции на 3,24%, увеличению массы потрошеной тушки цыплят на 2,84%, убойного выхода и БКП на 0,95 и 5,0%.

3. Использование консорциума штаммов *B. subtilis* и *B. licheniformis* в рационах перепелов (в период выращивания) в количестве 150 г/т комбикорма оказало наиболее существенное положительное влияние на зоотехнические и экономические показатели выращивания птицы. Оно позволило повысить сохранность цыплят на 4,0%, среднесуточный прирост живой массы птицы на 2,57% при пониженном на 6,48% расходе кормов на единицу продукции; улучшить показатели мясной продуктивности перепелов (увеличение массы потрошеной тушки цыплят на 3,61%, повышение содержания белка в мясе и его биологической ценности соответственно на 1,06% и 11,11%).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sosa N., Gerbino E., Golowczyc M.A., Schebor C., Gomez-Zavaglia A. Effect of galacto-oligosaccharides: maltodextrin matrices on the recovery of *Lactobacillus plantarum* after spray-drying // *Frontiers in Microbiology*. 2016. Vol. 7. P. 584.
2. Lefevre M., Racedo S.M., Housez B., Cazauviel M. Probiotic strain *Bacillus subtilis* CU1 stimulates immune system of elderly during common infectious disease period: a randomized, double-blind placebo-controlled study // *Immun. Ageing*. 2015. Vol. 12. P. 24.
3. Nguyen A.T.V., Nguyen D.V., Tran M.T., Nguyen L.T., Nguyen A.H. Isolation and characterization of *Bacillus subtilis* CH16 strain from chicken gastrointestinal tracts for use as a feed supplement to promote weight gain in broilers // *Journal of Applied Microbiology*, 2015. Vol. 60 (6). P. 580–588.
4. Tejero-Sarinena S., Barlow J., Costabile A., Gibson G.R., Rowland I. Antipathogenic activity of probiotics against *Salmonella typhimurium* and *Clostridium difficile* in anaerobic batch culture systems: is it due to synergies in probiotic mixtures or the specificity of single strains? // *Anaerobe*. 2013. Vol. 24. P. 60–65.
5. Bortolaia V., Espinosa-Gondora C., Guardabassi L. Human health risks associated with antimicrobial-resistant enterococci and *Staphylococcus aureus* on poultry meat // *Clinical Microbiology and Infection*. 2016. Vol. 22 (2). P. 130–140.
6. Chaucheyras-Durand F., Durand H. Probiotics in animal nutrition and health // *Benef. Microbes*. 2010. Vol. 1 (1). P. 3–9.
7. Коцаев А.Г., Коцаева О.В., Калужнов С.А. Пробиотик трилактобакт в кормлении перепелов // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 95. С. 633–647.
8. Хусид С.Б., Борисенко В.В., Николаенко В.И. Влияние пробиотиков на организм перепелов // Молодой ученый. 2015. № 5. С. 23–25.
9. Коцаев А.Г., Лихоман А.В., Лунёва А.В., Лысенко Ю.А. Пробиотическая кормовая добавка в кормлении перепелов // Зоотехния, 2015. № 10. С. 4–6.
10. Коцаева О.В., Фисенко Г.В., Хатхакумов С.С. Влияние пробиотиков на сохранность, рост, развитие и продуктивность перепелов // Молодой ученый. 2015. № 8. С. 394–397.
11. Мерзлякова О.Г., Филатов В.И., Рогачёв В.А., Нефёдова Е.В. Кормомикс-МОС в рационах перепелов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2018. № 9. С. 12–24.
12. Hong H.A., Le Hong Duc, Cutting S.M. The use of bacterial spore formers as probiotics // *FEMS Microbiology Reviews*. 2005. Vol. 29. P. 813–835.
13. Vazquez A.P. *Bacillus* species are superior probiotic feed-additives for poultry // *Journal of Bacteriology & Mycology: Open Access*. 2016. Vol. 2 (3). Doi:10.15406/jbmoa.2016.02.00023.
14. Хадиева Г.Ф., Лутфуллин М.Т., Мочалова Н.К., Ленина О.А., Шарипова М.Р., Марданова А.М. Новые штаммы *Bacillus subtilis* как перспективные пробиотики // Микробиология. 2018. Т. 87. № 4. С. 356–365.
15. Бодрова Л.Ф. Клинический статус и гематологические показатели у кур, получавших рационы с разным уровнем обменной энергии и низкоэнергетические кормосмеси // Аграрный вестник Урала. 2009. № 3. С. 69–71.

## REFERENCES

1. Sosa N., Gerbino E., Golowczyc M.A., Schebor C., Gomez-Zavaglia A. Effect of galactooligosaccharides: maltodextrin matrices on the recovery of *Lactobacillus plantarum* after spray-drying. *Frontiers in Microbiology*, 2016, vol. 7, pp. 584.
2. Lefevre M., Racedo S.M., Housez B., Cazauviel M. Probiotic strain *Bacillus subtilis* CU1 stimulates immune system of elderly during common infectious disease period: a randomized, double-blind placebo-controlled study. *Immun. Ageing*, 2015, vol. 12, pp. 24.
3. Nguyen A.T.V., Nguyen D.V., Tran M.T., Nguyen L.T., Nguyen A.H. Isolation and characterization of *Bacillus subtilis* CH16 strain from chicken gastrointestinal tracts for use as a feed supplement to promote weight gain in broilers Lett. *Journal of Applied Microbiology*, 2015, vol. 60 (6), pp. 580–588.
4. Tejero-Sarinena S., Barlow J., Costabile A., Gibson G.R., Rowland I. Antipathogenic activity of probiotics against *Salmonella typhimurium* and *Clostridium difficile* in anaerobic batch culture systems: is it due to synergies in probiotic mixtures or the specificity of single strains? *Anaerobe*, 2013, vol. 24, pp. 60–65.
5. Bortolaia V., Espinosa-Gondora C., Guardabassi L. Human health risks associated with antimicrobial-resistant enterococci and *Staphylococcus aureus* on poultry meat. *Clinical Microbiology and Infection*, 2016, vol. 22 (2), pp. 130–140.
6. Chaucheyras-Durand F., Durand H. Probiotics in animal nutrition and health *Beneficial Microbes*, 2010, vol. 1 (1), pp. 3–9.
7. Koshchaev A.G., Koshchaeva O.V., Kalyuzhnov S.A. Probiotik trilaktobakt v kormlenii perepelov [Probiotic Trilactobact in quail feeding]. *Politematicheskii setevoy elektronnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University], 2014, no. 95, pp. 633–647. (In Russian).
8. Khusid S.B., Borisenko V.V., Nikolaenko V.I. Vliyanie probiotikov na or-ganizm perepelov [Effect of probiotics on quails]. *Molodoi uchenyi* [Scientific journal Young Scientist], 2015, no. 5, pp. 23–25. (In Russian).
9. Koshchaev A.G., Likhoman A.V., Luneva A.V., Lysenko Yu.A. Probioticheskaya kormovaya dobavka v kormlenii perepelov [Probiotic feed supplement in quail feeding]. *Zootekhnika* [magazine Zootechniya], 2015, no. 10, pp. 4–6. (In Russian).
10. Koshcheeva O.V., Fisenko G.V., Khatkhakumov S.S. Vliyanie probiotikov na sokhrannost', rost, razvitie i produktivnost' perepelov [Effect of probiotics on survival rate, growth, development and productivity of quails]. *Molodoi uchenyi* [Scientific journal Young Scientist], 2015, no.8, pp. 394–397. (In Russian).
11. Merzlyakova O.G., Filatov V.I., Rogachev V.A., Nefedova E.V. *Kormomiks-MOS v ratsionakh perepelov* [Feed mix MOS in quail feed rations]. [Feeding of agricultural animals and feed production], 2018, no. 9, pp. 12–24. (In Russian).
12. Hong H.A., Le Hong Duc, Cutting S.M. The use of bacterial spore formers as probiotics. *FEMS Microbiology Reviews*, 2005, vol. 2, pp. 813–835.
13. Vazquez A.P. *Bacillus* species are superior probiotic feed-additives for poultry. *Journal of Bacteriology & Mycology: Open Access*, 2016, vol. 2 (3). DOI: 10.15406/jbmoa.2016.02.00023.
14. Khadieva G.F., Lutfullin M.T., Mochalova N.K., Lenina O.A., Sharipova M.R., Mardanova A.M. Novye shtammy *Bacillus subtilis* kak perspektivnye probiotiki [New strains *Bacillus subtilis* as perspective probiotics]. *Mikrobiologiya* [Microbiology], 2018, vol. 87, no. 4, pp. 356–365. (In Russian).
15. Bodrova L.F. Klinicheskii status i gematologicheskie pokazateli u kur, poluchavshikh ratsiony s raznym urovnem obmennoi energii i nizkoenergeticheskie kormosmesi [Clinical status and hematological indicators of chickens getting feed rations with different levels of exchange energy and low-energy feed mixtures]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals], 2009, no. 3, pp. 69–71. (In Russian).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Мерзлякова О.Г.**, старший научный сотрудник  
(✉) **Рогачёв В.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463, e-mail: mer3l@mail.ru

## AUTHOR INFORMATION

**Merzlyakova O.G.**, Senior Researcher  
(✉) **Rogachev V.A.**, Doctor of Science in Agriculture, Laboratory Head; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: mer3l@mail.ru

Дата поступления статьи 11.11.2018  
Received by the editors 11.11.2018

## ПИЩЕВАРЕНИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КУР ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН ЭКЗОГЕННОЙ ПРОТЕАЗЫ

Вертипрахов В.Г., Борисенко К.В.

*Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства  
Российской академии наук*

Россия, Московская область, г. Сергиев Посад

**Для цитирования:** Вертипрахов В.Г., Борисенко К.В. Пищеварение и биохимические показатели крови кур при введении в рацион экзогенной протеазы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 2. С. 77–84, DOI: 10.26898/0370-8799-2019-2-10

**For citation:** Vertiprakhov V.G., Borisenko K.V. Pishchevarenie i biokhimicheskie pokazateli krovi kur pri vvedenii v ratsion ekzogennoi proteazy [Digestion and blood biochemical values of hens fed on the diets supplemented with exogenous protease]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 2, pp. 77–84, DOI: 10.26898/0370-8799-2019-2-10

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Показано применение экзогенной протеазы на фоне пшенично-соевого рациона кур-несушек кросса Хайсекс белый в возрасте один год с хронической фистулой панкреатического протока. Изучено влияние ферментного препарата Акстра Про на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы кур, переваримость питательных веществ, активность пищеварительных ферментов и биохимические показатели крови. Ферментативная активность 1 г препарата Акстра Про составила  $897 \pm 47,5$  мг расщепленного казеина в течение одной минуты (мг/(г·мин)), что выше на 77,6% по сравнению с препаратом Панкреатин. Добавка к корму препарата Акстра Про (100 г/т корма) за опытный период не оказывала влияния на количество панкреатического сока, не происходили изменения в ферментативной активности секрета. Изучение динамики выделения ферментов после приема корма позволило заключить, что при использовании экзогенной протеазы при применении пшенично-соевых рационов курам-несушкам наблюдается снижение протеолитической активности сока поджелудочной железы в первые 60 мин после приема корма. На 150-й минуте опыта наблюдается ее повышение в период нейрогуморальной фазы регуляции панкреатической секреции. При этом активность протеаз за опыт существенно не изменяется, переваримость протеина увеличивается на 1,2% по сравнению с контролем. При введении в корм препарата Акстра Про (100 г/т корма) активность щелочной фосфата-

## DIGESTION AND BLOOD BIOCHEMICAL VALUES OF HENS FED ON THE DIETS SUPPLEMENTED WITH EXOGENOUS PROTEASE

Vertiprakhov V.G., Borisenko K.V.

*All-Russian Research and Technological Institute of Poultry of the Russian Academy of Sciences  
Sergiev Posad, Moscow Region, Russia*

The paper presents the results of feeding cross-bred laying hens of Hisex White breed, one year of age, suffering from chronic fistulae of the main pancreatic duct, on the wheat-soya diet supplemented with exogenous protease. The scope of the study covered the effect of enzymatic preparation Axtra Pro® on exocrine pancreatic function of hens, diet nutrients digestibility, digestive enzyme activity and blood biochemical values. Enzymatic activity of 1 g of preparation Axtra Pro® amounted to  $897 \pm 47.5$  mg of casein split during 1 minute (mg/(ml per min)), which is 77.6% higher compared to preparation Pancreatine. Supplementing feed with the preparation Axtra Pro® (100g/t of feed) did not affect the amount of pancreatic juice, there were no changes in secretory enzymatic activity. The analysis of postprandial enzyme secretion dynamics made it possible to conclude that when laying hens were fed on the wheat-soya diet supplemented with exogenous protease, there was a decrease in proteolytic activity of the pancreatic juice during the first 60 min after the feed intake. After 150 min, i.e. during the neurohumoral phase of the regulation of pancreatic enzyme secretion, there was a rise in proteolytic activity. At the same time protease activity did not undergo insignificant changes during the experiment; digestibility of protein increased by 1.2% compared to the control group. Supplementing diet with the preparation Axtra Pro® (100 g/t of feed) led to the decrease in the activity of alkaline

зы в плазме крови кур уменьшилась на 47,8%, содержание глюкозы – на 9,2% по сравнению с контролем, что свидетельствует о положительном влиянии препарата на функцию пищеварительных желез.

**Ключевые слова:** внешнесекреторная функция поджелудочной железы, куры-несушки, панкреатические ферменты

Наиболее оптимальны для птицы комбикорма кукурузно-соевого типа с добавкой продуктов животного происхождения в виде рыбной или мясокостной муки. Однако в связи с высокой стоимостью указанных компонентов в качестве основы комбикормов используют пшеницу, ячмень, рожь, овес, в качестве источников протеина – продукты переработки масличных культур (жмыхи и шроты). Многие корма растительного происхождения имеют ингибирующие и антипитательные вещества, которые оказывают негативное влияние на эффективность их использования и продуктивность птицы. Так, бобовые культуры содержат ингибиторы протеаз, гемагглютинины, сапонины, аллергены, алколоиды, сорго имеет танины, рапс – эруковую кислоту и глюкозинолаты и т.д. [1]. Использование экзогенных ферментов для преодоления негативных эффектов антипитательных факторов, улучшения переваримости компонентов рационов и продуктивности птицы стало нормой в кормлении птицы. Еще одна современная тенденция – использование в кукурузно-соевых рационах специально разработанных смесей ферментов с активностями амилаз, ксиланаз, липаз и протеаз [2–4]. Несмотря на широкое распространение использования кормовых ферментов, реагирование организма птицы на их ввод в рационы бывает различным, поэтому получение устойчивых результатов при использовании ферментов требует ответа на целый ряд вопросов. Основываясь на опубликованных на данный момент результатах исследований [5], можно сделать вывод, что экзогенные ферменты могут переваривать от 25 до 35% той части питательных веществ рациона, которые в норме не перевариваются эндогенными пищеварительными ферментами организма.

phosphatase in hens' blood plasma by 47.8%, and glucose concentration by 9.2% compared to the control group, which proves a positive effect of the preparation on the function of digestive glands.

**Keywords:** exocrine pancreatic function, laying hens, pancreatic enzymes

С учетом того, что переваримость питательных веществ в рационах, содержащих трудногидролизуемые компоненты, составляет лишь 75%, использование ферментов имеет хорошую перспективу.

Цель работы – изучить влияние ферментного препарата на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы кур-несушек, переваримость питательных веществ корма и активность пищеварительных ферментов плазмы крови.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования по изучению внешнесекреторной функции поджелудочной железы выполняли на двух курах Хайсекс белый в возрасте один год, оперированных по методу Ц.Ж. Батоева, С.Ц. Батоевой [6]. Сущность хирургической операции сводилась к «выкраиванию» из двенадцатиперстной кишки отрезка длиной 3,0–3,5 см и трансплантации в него главного панкреатического протока с вживлением двух Г-образных фистул и образованием внешнего анастомоза, позволяющего возвращать панкреатический сок в период вне опытов в двенадцатиперстную кишку.

Физиологический опыт начинали утром в состоянии кур натошак после 14-часового голодания. Кур помещали в специальный станок, в котором они находились в течение трех часов (см. рис. 1). К фистуле из изолированного отрезка прикрепляли с помощью специального резинового переходника микропробирку для сбора панкреатического сока. В первые 30 мин собирали сок после голодания, затем птиц кормили комбикормом в количестве 30 г и продолжали собирать секрет через каждые 30 мин в течение 150 мин (см. табл. 1). Исследования выполняли методом периодов на двух фистулиро-