

Научная статья

УДК 615

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-4-542-551>

## Определение остаточных количеств D-цифенотрина и пирипроксифена в сыворотке крови и яйцах от кур-несушек после их наружной обработки водной эмульсией инсектоакарицидного средства

Индюхова Евгения Николаевна<sup>1</sup>, Арисов Михаил Владимирович<sup>2</sup>,  
Балышев Андрей Владимирович<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

<sup>1</sup>[indyuhova@vniigis.ru](mailto:indyuhova@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3294-6119>

<sup>2</sup>[director@vniigis.ru](mailto:director@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

<sup>3</sup>[balyshhev@vniigis.ru](mailto:balyshhev@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9186-2671>

### Аннотация

**Цель исследований** – определить остаточные количества D-цифенотрина и пирипроксифена в сыворотке крови и яйцах от кур-несушек до и после их наружной обработки водной эмульсией инсектоакарицидного средства «D-цифенотрин Комбо».

**Материалы и методы.** Шесть кур-несушек кросса «СП-789» содержали индивидуально в клетках. Отбирали у них пробы крови до обработки и через 6, 12, 24, 48 ч после нее; проводили сбор яиц до и в течение 5 сут после обработки, которую осуществляли мелкокапельно 0,005%-ной водной эмульсией препарата «D-цифенотрин Комбо». Концентрацию D-цифенотрина и пирипроксифена в пробах определяли с помощью жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии (LCMS), используя хромато-масс-спектрометрическую систему Shimadzu LCMS-8050 и другое лабораторное оборудование. Нижний предел количественного определения (НПКО) для D-цифенотрина в сыворотке крови кур составил 25,0 нг/мл, в яйце – 25,0 нг/г и НПКО пирипроксифена в сыворотке крови – 0,5 нг/мл и в яйце – 0,5 нг/г.

**Результаты и обсуждение.** У одной курицы через 6 ч после обработки в сыворотке крови определена концентрация пирипроксифена выше НПКО – 0,760 нг/мл. Во всех остальных пробах, полученных от яичных кур кросса «СП-789», концентрации D-цифенотрина и пирипроксифена были ниже НПКО. Поэтому можно предположить об отсутствии ограничений по использованию яиц в пищевых целях после наружного применения цифенотрин и пирипроксифен содержащего препарата. Пиперонилбутоксид, входящий в состав препарата «D-цифенотрин Комбо», не определяли методом LCMS в связи с особенностями его химического строения. Учитывая состав препарата, количественное содержание его компонентов, порядок применения (только наружное), данные нормативных документов, превышения пиперонилбутоксида в продуктах питания не предполагается. Исходя из вышеизложенного, ограничения по использованию яиц от кур после наружной обработки 0,005%-ной водной эмульсией исследуемого препарата в пищевых целях отсутствуют.

**Ключевые слова:** остаточные количества, D-цифенотрин, пиперонилбутоксид, пирипроксифен, куры-несушки

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках Государственного задания № FGUG-2025-0001.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

**Для цитирования:** Индюхова Е. Н., Арисов М. В., Балышев А. В. Определение остаточных количеств D-цифенотрина и пирипроксифена в сыворотке крови и яйцах от кур-несушек после их наружной обработки водной эмульсией инсектоакарицидного средства // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 4. С. 542–551.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-4-542-551>

© Индюхова Е. Н., Арисов М. В., Балышев А. В., 2025

Original article

## Determination of D-Cyphenothrin and Pyriproxyfen residuals in blood serum and eggs of laying hens after their external treatment with an insectoacaricide aqueous emulsion

Evgenia N. Indyuhova<sup>1</sup>, Mikhail V. Arisov<sup>2</sup>, Andrey V. Balyshev<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV”, Moscow, Russia

<sup>1</sup>indyuhova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3294-6119>

<sup>2</sup>director@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

<sup>3</sup>balyshev@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9186-2671>

### Abstract

**The purpose of the research** is to determine D-cyphenothrin and Pyriproxyfen residuals in blood serum and eggs of laying hens before and after their external treatment with an aqueous emulsion of insectoacaricide D-Cyphenothrin Combo.

**Materials and methods.** Six SP-789 laying hens were kept individually in cages. Blood samples were taken before treatment and at 6, 12, 24, and 48 hours; eggs were collected before and for 5 days after the treatment that was conducted with a 0.005% aqueous emulsion of D-Cyphenothrin Combo in a fine droplet. The D-Cyphenothrin and Pyriproxyfen concentration in the samples was determined by liquid chromatography/mass spectrometry (LCMS) with a Shimadzu LCMS-8050 GC-MS system and other laboratory equipment. The lower level of quantification (LLOQ) for D-Cyphenothrin was 25.0 ng/mL in blood serum of the chickens and 25.0 ng/g in the egg; and the LLOQ for Pyriproxyfen was 0.5 ng/mL in blood serum and 0.5 ng/g in the egg.

**Results and discussion.** One chicken was determined to have the Pyriproxyfen concentration above the LLOQ (0.760 ng/mL) in the blood serum 6 hours after treatment. All other samples obtained from SP-789 egg-laying hens showed the concentrations of D-Cyphenothrin and Pyriproxyfen below the LLOQ. Therefore, it can be assumed that the use of eggs was not limited for food purposes after external application of a cyphenothrin and pyriproxyfen drug. Piperonyl butoxide, which is part of D-Cyphenothrin Combo, was not found by the LCMS method due to the peculiarities of its chemical structure. Taking into account the drug composition, the quantitative content of its components, the usage procedure (external only), and the data of regulatory documents, an excess of Piperonyl butoxide in food products is not expected. In view of the above, the use of eggs from chickens after external treatment with a 0.005% aqueous emulsion of the studied drug for food purposes is not limited.

**Keywords:** residuals, D-Cyphenothrin, Piperonyl butoxide, Pyriproxyfen, laying hens

**Acknowledgements.** The work was carried out within the framework of State Assignment No. FGUG-2025-0001.

**Conflict of interest.** The authors declare that there is no conflict of interest.

**For citation:** Indyuhova E. N., Arisov M. V., Balyshev A. V. Determination of D-Cyphenothrin and Pyriproxyfen residuals in blood serum and eggs of laying hens after their external treatment with an insectoacaricide aqueous emulsion. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(4):542–551. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-4-542-551>

© Indyuhova E. N., Arisov M. V., Balyshev A. V., 2025

## Введение

В промышленном птицеводстве широко распространен красный куриный клещ, особенно в условиях клеточного содержания кур [5, 13]. Эти временные эктопаразиты заселяют труднодоступные места, стыки клеточного оборудования, щели и др., при этом вызывая у птиц анемию, нарушение обменных процессов, потерю оперения, истощение, снижение продуктивных качеств [15]. Кроме того, у персонала птицефабрик отмечают развитие аллергических реакций.

Безопасные и эффективные противопаразитарные обработки птичников в присутствии кур разного возраста при эктопаразитозах, а также яйцескладов, вивариев и других вспомогательных помещений особенно необходимы в производственных условиях.

Для уничтожения паразитических членистоногих на птицеводческих объектах разработано комбинированное инсектоакарицидное средство [6]. Оно состоит из трех действующих веществ – D-цифенотрина, пиперонилбутоксиды и пирипроксифена. Так, например, пиретроидные инсектоакарициды обладают высокой эффективностью и низкой токсичностью для млекопитающих и птиц [14]. Аналог ювенильного гормона – пирипроксифен также характеризуется низкой острой токсичностью при пероральном и наружном применении крысам и мышам; данное соединение не обладает раздражающим и генотоксичным действием и не оказывает отрицательного воздействия на иммунную систему лабораторных животных [10]. Однако широкое использование пестицидов в сельском хозяйстве обуславливает их появление в пищевых цепях, что является угрозой для здоровья человека [9, 12, 16–18, 20]. Ежегодно во всем мире используется около 2 млн тонн различных инсектоакарицидов [21]. Поэтому важное значение при разработке новых противопаразитарных лекарственных препаратов имеют исследования по определению остаточных количеств действующих веществ в органах и тканях животных, а также в продуктах питания животного происхождения [1, 4, 11, 12].

Цель работы – определить остаточные количества D-цифенотрина и пирипроксифена в сыворотке крови и яйцах от кур-несушек до и после их наружной обработки водной

эмульсией инсектоакарицидного средства «D-цифенотрин Комбо» с помощью жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии (LCMS).

## Материалы и методы

Исследования проводили осенью 2024 года на Подольской опытно-производственной базе ВНИИП – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН. Шесть кур кросса «СП-789» содержали индивидуально в клетках со свободным доступом к воде и комбикорму. Пробы крови у кур отбирали из подкрыльцовой вены, сбор яиц проводили при их естественном снесении. Пробы крови отбирали до обработки и через 6, 12, 24, 48 ч после нанесения на кур 0,005%-ной водной эмульсии препарата «D-цифенотрин Комбо» мелкокапельно, используя помповый опрыскиватель. Далее пробы крови центрифугировали и после отделения сыворотки перемещали ее в пробирку типа эппендорф. Яйца собирали до обработки и в течение 5 сут после нее; каждое яйцо упаковывали в прозрачные zip-пакеты размером 10 × 15 см и помещали в контейнер с ячейками для хранения яиц по 6 шт. Все пробы сыворотки крови и яйца маркировали, замораживали в морозильной камере «Снеж» при температуре -18 °С.

В яйцах и сыворотке крови определяли остаточные количества D-цифенотрина и пирипроксифена с помощью жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии, используя хромато-масс-спектрометрическую систему Shimadzu LCMS-8050, лабораторные и аналитические весы, электронные дозаторы. В качестве стандартных образцов использовали D-цифенотрин (93,66%), циперметрин (98,4%), пирипроксифен (95,1%) и декоквинат (99,6%), а также химические реактивы: ацетат аммония, 2-пропанол, гексан, метанол, метанол для градиентной высокоэффективной жидкостной хроматографии, ацетонитрил, диметилформамид, магний сернокислый 7-водный, натрий уксуснокислый, деионизированную воду второго типа и аргон высокой чистоты. Кроме того, применяли дополнительное вспомогательное оборудование: рН-метр, генератор азота и сухого воздуха Genius 1051, генератор азота лабораторный Promtegra Sputnik NA5020-DM, гомогенизатор IKA ULTRA-TURRAX T 25 digital, морозильник микропроцессорный, холодильник-морозильник, хро-

матографическую колонку WePure MicroPulite Gold C8 3.0 × 150 мм (Ø сорбента – 3,5 мкм) и WePure MicroPulite XP C18 2.1 × 100 мм (Ø сорбента – 2,5 мкм), предколонку WePure Gold C8 3,5 мкм и WePure XP C18 2,5 мкм, шейкер орбитальный Labtex SKO-180, вортекс FV-2400 Biosan, магнитную мешалку, ультразвуковую мойку (ванну), центрифугу Eppendorf 5910R, систему очистки воды Direct-Q5 UV Smart, лабораторную посуду, систему для твердофазной экстракции Pressure+96, Biotage, полипропиленовые пробирки, микропланшеты для фильтрации образцов, термостат электрический суховоздушный охлаждающий TCO-1/80 СПУ и уплотнительные маты силиконовые для 96-луночных планшетов.

Для создания калибровочных образцов, образцов контроля качества и холостых проб в сериях по нахождению исследуемых действующих веществ препарата в опытных образцах использовали яйца и сыворотку крови кур, которые не содержали аналита и внутреннего стандарта. Перед использованием биологические матрицы размораживали при комнатной температуре, измельчали и перемешивали в гомогенизаторе. Работу с полученными данными осуществляли с помощью программного пакета Shimadzu LabSolutions (Realtime Analysis, Postrun Analysis, Quant Browser) v.5.99 SP2, а также программ Microsoft Office.

Измерения концентраций D-цифенотрина и пирипроксифена в образцах исследуемых биоматриц, полученных от кур-несушек, выполнены с применением валидированных методик. Нижний предел количественного определения (НПКО) для D-цифенотрина в сыворотке крови кур составил 25,0 нг/мл, в яйце – 25,0 нг/г и НПКО пирипроксифена в сыворотке крови – 0,5 нг/мл, в яйце – 0,5 нг/г.

### Результаты и обсуждение

Во всех исследованных пробах, полученных от яичных кур кросса «СП-789», концентрации D-цифенотрина и пирипроксифена были ниже НПКО (табл. 1, 2), за исключением

одной особи, у которой в сыворотке крови через 6 ч после обработки концентрация пирипроксифена была выше НПКО – 0,760 нг/мл.

В доступной литературе не выявлено ограничений по содержанию в пищевых продуктах исследуемого пиретроида (D-цифенотрина). Однако в птицеводческой отрасли против паразитических членистоногих широко используют препараты на основе дельтаметрина [2, 9], который также относится к синтетическим пиретроидам; его максимальный допустимый уровень (МДУ) остатков в яйцах кур 0,03 мг/кг (30 нг/г)<sup>1</sup>. Кроме того, в работе Д. С. Рахманиной (2007), после однократной обработки Дельтаэмком в концентрации 0,005% (действующее вещество – дельтаметрин) остаточные количества этого пиретроида обнаруживали через 2 и 3 дня – 0,02 мг/яйцо [7]. Наряду с этим после обработки кур инсектоакарицидным порошком на основе перметрина, S-фенвалерата и неопинамина в их яйцах заявленных пиретроидных соединений не обнаружено [1]. Так, концентрация D-цифенотрина в яйцах кур на фоне обработки водной эмульсии исследуемого препарата ниже МДУ для дельтаметрина, поэтому можно предположить отсутствие ограничений по использованию яиц в пищевых целях после наружного применения цифенотрин содержащего средства. Кроме того, у птиц отмечают эффективные механизмы детоксикации синтетических пиретроидов, поэтому они быстро выводятся из их организма [14].

Второй активный компонент в лекарственном препарате «D-цифенотрин Комбо», аналог ювенильного гормона – пирипроксифен. МДУ (государственный стандарт Китайской Народной Республики) для пирипроксифена в мясе 10 нг/г<sup>2</sup>. В другом источнике [10] MRL (максимальный предел содержания остатков) для продуктов животного происхождения в отношении пирипроксифена не установлены. Также к группе аналогов ювенильных гормонов относится метопрен [3]; его MRL в яйцах кур 0,02 мг/кг (20 нг/г)<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Ветеринарная токсикология / Л. Ю. Ананьев [и др.]; под ред. Л. А. Смирновой. М.: Изд-во Юрайт, 2020. С. 83.

<sup>2</sup> Государственный стандарт Китайской Народной Республики в сфере безопасности продуктов питания. Предельно допустимый уровень остаточного содержания пестицидов в продуктах питания. GB 2763-2021 от 03.03.2021 г.

<sup>3</sup> Codex Alimentarius INTERNATIONAL FOOD STANDARDS/ Pesticides Database Search / Methoprene [Electronic resource] // URL: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p\\_id=147](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=147) (Accessed on 04/22/2025).

Таблица 1

Результаты определения концентрации D-цифенотрина и пирипроксифена в сыворотке крови кур-несушек после однократной наружной обработки водной эмульсией препарата «Д-Цифенотрин Комбо»

Table 1

Results of determining of D-Cyphenothrin and Pyriproxyfen concentration in blood serum of laying hens after single external treatment with a D-Cyphenothrin Combo aqueous emulsion

| № п/п | Шифр пробы | Время отбора                 | Концентрация, нг/мл |                |
|-------|------------|------------------------------|---------------------|----------------|
|       |            |                              | D-цифенотрина       | пирипроксифена |
| 1     | 1-0        | До обработки (0 ч)           | < 25,0              | < 0,5          |
| 2     | 2-0        | До обработки (0 ч)           | < 25,0              | < 0,5          |
| 3     | 3-0        | До обработки (0 ч)           | < 25,0              | < 0,5          |
| 4     | 4-0        | До обработки (0 ч)           | < 25,0              | < 0,5          |
| 5     | 5-0        | До обработки (0 ч)           | < 25,0              | < 0,5          |
| 6     | 6-0        | До обработки (0 ч)           | < 25,0              | < 0,5          |
| 7     | 1-6        | После обработки (через 6 ч)  | < 25,0              | < 0,5 (0,071*) |
| 8     | 2-6        | После обработки (через 6 ч)  | < 25,0              | < 0,5          |
| 9     | 3-6        | После обработки (через 6 ч)  | < 25,0              | 0,760          |
| 10    | 4-6        | После обработки (через 6 ч)  | < 25,0              | < 0,5 (0,072*) |
| 11    | 5-6        | После обработки (через 6 ч)  | < 25,0              | < 0,5 (0,049*) |
| 12    | 6-6        | После обработки (через 6 ч)  | < 25,0              | < 0,5          |
| 13    | 1-12       | После обработки (через 12 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 14    | 2-12       | После обработки (через 12 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 15    | 3-12       | После обработки (через 12 ч) | < 25,0              | < 0,5 (0,047*) |
| 16    | 4-12       | После обработки (через 12 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 17    | 5-12       | После обработки (через 12 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 18    | 6-12       | После обработки (через 12 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 19    | 1-24       | После обработки (через 24 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 20    | 2-24       | После обработки (через 24 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 21    | 3-24       | После обработки (через 24 ч) | < 25,0              | < 0,5 (0,178*) |
| 22    | 4-24       | После обработки (через 24 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 23    | 5-24       | После обработки (через 24 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 24    | 6-24       | После обработки (через 24 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 25    | 1-48       | После обработки (через 48 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 26    | 2-48       | После обработки (через 48 ч) | < 25,0              | < 0,5 (0,010*) |
| 27    | 3-48       | После обработки (через 48 ч) | < 25,0              | < 0,5 (0,005*) |
| 28    | 4-48       | После обработки (через 48 ч) | < 25,0              | < 0,5 (0,034*) |
| 29    | 5-48       | После обработки (через 48 ч) | < 25,0              | < 0,5          |
| 30    | 6-48       | После обработки (через 48 ч) | < 25,0              | < 0,5          |

Примечание. [Note]. \*Концентрации пирипроксифена ниже НПКО (0,5 нг/мл) методики аналитического диапазона в сыворотке крови [Pyriproxyfen concentrations below the LLOQ (0.5 ng/mL) of the analytical range in serum]

Таблица 2

Результаты определения концентрации D-цифенторина и пирипроксифена в яйцах кур-несушек после однократной наружной обработки водной эмульсией препарата «Д-Цифенторин Комбо»

Table 2

Results of determining of D-Cyphenthorin and Pyriproxyfen concentration in eggs of laying hens after a single external treatment with a D-Cyphenothrin Combo aqueous emulsion

| № п/п | Шифр пробы | Время отбора                  | Концентрация, нг/г |                |
|-------|------------|-------------------------------|--------------------|----------------|
|       |            |                               | D-цифенторина      | пирипроксифена |
| 1     | 1-0 яйцо   | До обработки (0 ч)            | <25,0              | <0,5           |
| 2     | 2-0 яйцо   | До обработки (0 ч)            | <25,0              | <0,5           |
| 3     | 3-0 яйцо   | До обработки (0 ч)            | <25,0              | <0,5           |
| 4     | 4-0 яйцо   | До обработки (0 ч)            | <25,0              | <0,5           |
| 5     | 5-0 яйцо   | До обработки (0 ч)            | <25,0              | <0,5           |
| 6     | 6-0 яйцо   | До обработки (0 ч)            | <25,0              | <0,5           |
| 7     | 1-1 яйцо   | После обработки (через 1 сут) | <25,0              | <0,5           |
| 8     | 2-1 яйцо   | После обработки (через 1 сут) | <25,0              | <0,5           |
| 9     | 3-1 яйцо   | После обработки (через 1 сут) | <25,0              | <0,5           |
| 10    | 4-1 яйцо   | После обработки (через 1 сут) | <25,0              | <0,5           |
| 11    | 5-1 яйцо   | После обработки (через 1 сут) | <25,0              | <0,5           |
| 12    | 6-1 яйцо   | После обработки (через 1 сут) | <25,0              | <0,5           |
| 13    | 1-2 яйцо   | После обработки (через 2 сут) | <25,0              | <0,5           |
| 14    | 2-2 яйцо   | После обработки (через 2 сут) | <25,0              | <0,5           |
| 15    | 3-2 яйцо   | После обработки (через 2 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 16    | 4-2 яйцо   | После обработки (через 2 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 17    | 5-2 яйцо   | После обработки (через 2 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 18    | 6-2 яйцо   | После обработки (через 2 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 19    | 1-3 яйцо   | После обработки (через 3 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 20    | 2-3 яйцо   | После обработки (через 3 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 21    | 3-3 яйцо   | После обработки (через 3 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 22    | 4-3 яйцо   | После обработки (через 3 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 23    | 5-3 яйцо   | После обработки (через 3 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 24    | 6-3 яйцо   | После обработки (через 3 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 25    | 1-4 яйцо   | После обработки (через 4 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 26    | 2-4 яйцо   | После обработки (через 4 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 27    | 3-4 яйцо   | После обработки (через 4 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 28    | 4-4 яйцо   | После обработки (через 4 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 29    | 5-4 яйцо   | После обработки (через 4 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 30    | 6-4 яйцо   | После обработки (через 4 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 31    | 1-5 яйцо   | После обработки (через 5 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 32    | 2-5 яйцо   | После обработки (через 5 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 33    | 3-5 яйцо   | После обработки (через 5 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 34    | 4-5 яйцо   | После обработки (через 5 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 35    | 5-5 яйцо   | После обработки (через 5 сут) | < 25,0             | < 0,5          |
| 36    | 6-5 яйцо   | После обработки (через 5 сут) | < 25,0             | < 0,5          |

На основании вышеизложенного можно предположить, что остаточные количества пирипроксифена в яйцах кур-несушек ниже НПКО не будут носить значимый характер.

При дезакаризации сельскохозяйственных предприятий в комбинации с синтетическими пиретроидами широко используют пиперонилбутоксид [19], который является третьим активным компонентом в лекарственном препарате «Д-цифенотрин Комбо». В связи с особенностями его химического строения данное соединение не определяли методом LCMS. Учитывая состав препарата, количественное содержание его компонентов, порядок применения (только наружное), превышение указанного активного компонента в продуктах питания не предполагается. Кроме того, в своде пищевых международных стандартов «Кодекс Алиментариус» по пиперонилбутоксиду в отношении яиц и мяса птиц определен максимальный предел содержания его остатков, причем количественное содержание MRL допускает наружное лечение животных препаратами с пиперонилбутоксидом. Так, MRL в яйцах – 1 мг/кг (1000 нг/г), в мясе птиц – 7 мг/кг (7000 нг/г)<sup>4</sup>. Подобные цифры по МДУ пиперонилбутоксида в пищевых продуктах отмечены в нормативном документе Вьетнама<sup>5</sup>. В Регламенте Европейской комиссии № 37/2010 от 22.12.2009 г. не нормируется максимальный предел остатков пиперонилбутоксида в продуктах животного происхождения<sup>6</sup>. Следует отметить, что в течение 40 лет не зарегистрировано отрицательного влияния пиперонилбутоксида на организм человека [8].

### Заключение

В яйцах и сыворотке крови от кур кросса «СП 789» определены концентрации двух активных компонентов (D-цифенотрина и пирипроксифена) до и после однократной наружной обработки птиц 0,005%-ной водной эмульсией лекарственного препарата для ветеринарного применения «Д-Цифенотрин Комбо». Исходя из результатов исследований и данных нормативной документации,

ограничения по использованию яиц от кур после наружной обработки 0,005%-ной водной эмульсией исследуемого препарата в пищевых целях отсутствуют. Таким образом, «Д-Цифенотрин Комбо» в форме 0,005%-ной водной эмульсии можно безопасно применять в птицеводческих хозяйствах в присутствии кур-несушек при эктопаразитозах, исключая его попадание в корм и воду.

### Список источников

1. Акбаев Р. М. Результаты исследования органов и тканей кур с целью обнаружения синтетических пиретроидов после обработок препаратом на их основе в рекомендуемой и пятикратной дозе // Российский ветеринарный журнал. 2014. № 4. С. 20-21.
2. Енгатиев С. В., Енгатиева Е. С., Токарев А. Н., Лаишкова В. А., Токарева О. А. Изучение прямого действия препаратов группы синтетических пиретроидов при обработке красного куриного клеща // Международный вестник ветеринарии. 2019. № 4. С. 76-80.
3. Еремина О. Ю., Олехнович Е. И., Рославцева С. А. Аналоги ювенильного гормона насекомых: применение в ветеринарии и медицинской дезинсекции // Пест-Менеджмент. 2014. № 3. С. 20-31.
4. Индюхова Е. Н., Арисов М. В. Сроки выведения остаточных количеств ивермектина из организма цыплят-бройлеров после применения Ивербутана // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 3. С. 309–318. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-3-309-318>
5. Индюхова Е. Н., Арисов М. В., Азарнова Т. О., Максимов В. И. Саногенетические основы коррекции физиолого-биохимического статуса у кур при дерманиссиозе: монография. М.: Наука, 2024. 242 с. <https://doi.org/10.31016/978-5-6050437-5-1-2024-242>
6. Патент 2835679 РФ, МПК А01N 33/10; А01N 31/08; А01N 33/06; А01M 7/00 Средство для обработки птицеводческих объектов против паразитических членистоногих и его применение М. В. Арисов, Е. Н. Индюхова; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный науч-

<sup>4</sup> Codex Alimentarius INTERNATIONAL FOOD STANDARDS/ Pesticides Database Search / Piperonyl Butoxide [Electronic resource] // URL: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p\\_id=62](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=62) (Accessed on 04/11/2025).

<sup>5</sup> Распоряжение о максимальном остаточном уровне пестицидов в пищевых продуктах от 30 декабря 2016 года (Ханой, Вьетнам).

<sup>6</sup> Регламент комиссии (ЕУ) № 37/2010 от 22 декабря 2009 г. по фармакологически активным веществам и их классификации относительно максимальных пределов остатков в пищевых продуктах животного происхождения.

- ный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко». № 2024117319; заявл. 24.06.2024; опубл. 03.03.2025, Бюл. № 7. 5 с.
7. Рахманина Д. С. Остаточные количества дельтаметрина в яйце, органах и тканях кур-несушек после наружной обработки дельтамэком // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию Всероссийского научно-исследовательского и технологического института биологической промышленности. Щелково, 2005. С. 679-684.
  8. Cockburn A., Needham D. The absorption, distribution, metabolism and excretion of Piperonyl butoxide in mammals. Academic Press, 1999; 137-151. <https://doi.org/10.1016/B978-012286975-4/50011-5>
  9. Eladl A. H., Hamed H. R., El-Shafei R. A. Prevalence of mites and their impact on laying hen (*Gallus gallus domesticus*) farm facilities in Egypt, with an analysis of deltamethrin residues in eggs and tissue. Avian Pathology. 2017; 47 (2): 161–171. <https://doi.org/10.1080/03079457.2017.1388500>
  10. European Food Safety Authority (EFSA). Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance pyriproxyfen. EFSA Journal. 2019; 17 (7): e05732. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5732>
  11. Gokbulut C., Ozuicli M., Aslan B., Aydin L., Cirak V. Y. The residue levels of spinosad and abamectin in eggs and tissues of laying hens following spray application. Avian Pathology. 2019; 48 (1): 44-51.
  12. Liu Y., Liu C., Han M., Yu N., Pan W., Wang J., Fan Z., Wang W., Li X., Gu X. Distribution and elimination of deltamethrin toxicity in laying hens. Foods. 2023; 12 (24): 4385. <https://doi.org/10.3390/foods12244385>.
  13. Marangi M., Morelli V., Pati S., Camarda A., Cafiero M. A., Giangaspero A. Acaricide residues in laying hens naturally infested by red mite *Dermanyssus gallinae*. PloS one. 2012; 7 (2): e31795.
  14. Nešković N., Gašić S., Brkić D., Pavlovski Z., Čmiljanić R. Effects of dietary cypermethrin on chickens. Acta veterinaria. 2013; 63 (2-3): 325-335. <https://doi.org/10.2298/AVB1303325N>
  15. Petersen I., Johannhörster K., Pagot E., Escribano D., Zschiesche E., Temple D., Thomas E. Assessment of fluralaner as a treatment in controlling *Dermanyssus gallinae* infestation on commercial layer farms and the potential for resulting benefits of improved bird welfare and productivity. Parasites & vectors. 2021; 14: 1-10.
  16. Pires B. C., Borges K. B. Restricted double access mesoporous polypyrrole as adsorbent in pipette-tip solid phase extraction for simultaneous determination of progesterone, pyriproxyfen, and deltamethrin in chicken eggs. Food Chemistry. 2022; 380: 132165.
  17. Sigognault Flochlay A., Thomas E., Sparagano O. Poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation: a broad impact parasitological disease that still remains a significant challenge for the egg-laying industry in Europe. Parasit Vectors. 2017; 10: 1-6.
  18. Sleenckx N., Van Gorp S., Koopman R., Kempen I., Van Hoye K., De Baere K., Zoons J., De Herdt P. Production losses in laying hens during infestation with the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. Avian Pathology. 2019; 48 (1): 17-21. <https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1641179>
  19. Tanaka T. Reproductive and neurobehavioural effects of Piperonyl butoxide administered to mice in the diet. Food Additives and Contaminants. 2003; 20 (3): 207–214. <https://doi.org/10.1080/0265203021000050617>
  20. Tison L., Beaumelle L., Monceau K., Thiéry D. Transfer and bioaccumulation of pesticides in terrestrial arthropods and food webs: state of knowledge and perspectives for future research. Chemosphere. 2024; 357: 142036. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142036>
  21. Uggini G.K., Patel P.V., Balakrishnan S. Embryotoxic and teratogenic effects of pesticides in chick embryo: a comparative study using two commercial formulations. Environmental Toxicology. 2010; 27: 166–174. <https://doi.org/10.1002/tox.20627>

Статья поступила в редакцию 22.07.25; одобрена после рецензирования 11.08.25; принята к публикации 11.08.25

Об авторах:

**Индюхова Евгения Николаевна**, кандидат биологических наук, зам. руководителя филиала по инновационной деятельности; SPIN-код: 2152-6693, Researcher ID: U-4490-2018, Scopus ID: 57207927270.

**Арисов Михаил Владимирович**, доктор ветеринарных наук, профессор РАН, заведующий лабораторией эктопаразитозов, руководитель филиала ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; SPIN-код: 8737-2270, Researcher ID: B-7834-2018, Scopus ID: 57207942094.

**Балышев Андрей Владимирович**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, SPIN-код: 1235-8584, Researcher ID: V-8011-2018, Scopus ID: 57189663132.

Вклад соавторов:

Индюхова Е. Н. – создание дизайна исследования, проведение научно-исследовательской работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи.

Арисов М. В. – разработка дизайна исследования, анализ полученных результатов исследования, подготовка статьи.

Балышев А. В. – анализ полученных результатов исследования.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

1. Akbaev R. M. Study results for chickens' organs and tissues to detect synthetic pyrethroids after treatment with a drug based thereon in the recommended and fivefold dose. *Rossiiskij veterinarnyj zhurnal = Russian Veterinary Journal*. 2014; 4: 20-21. (In Russ.)
2. Engashev S. V., Engasheva E. S., Tokarev A. N., Lashkova V. A., Tokareva O. A. Study of the direct effect of synthetic pyrethroid drugs against poultry red mites. *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii = International Veterinary Bulletin*. 2019; 4: 76-80. (In Russ.)
3. Eremina O. Yu., Olekhovich E. I., Roslavtseva S. A. Analogues of insect juvenile hormone: application in veterinary medicine and medical disinfection. *Pest-Menedzhment = Pest Management*. 2014; 3: 20-31. (In Russ.)
4. Induhova E. N., Arisov M. V. The clearance time of ivermectin residuals from the body of broiler chickens after the use of Iverbutan. *Rossiiskij parazitologicheskij zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16 (3): 309-318. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-3-309-318>
5. Induhova E. N., Arisov M. V., Azarnova T. O., Maximov V. I. Sanogenetic foundations for correction of physiological and biochemical status in chickens with dermanysiosis: monograph. M.: Nauka, 2024; 242. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/978-5-6050437-5-1-2024-242>
6. Patent 2835679 RF, IPC A01N 33/10; A01N 31/08; A01N 33/06; A01M 7/00 An agent for treating poultry facilities against parasitic arthropods and its application. M. V. Arisov, E. N. Induhova; applicant and patent holder Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV". No. 2024117319; Application dated 06/24/2024; published 03/03/2025, Bulletin No. 7. 5 p. (In Russ.)
7. Rakhmanina D. S. Deltamethrin residuals in eggs, organs, and tissues of laying hens after external treatment with Deltamec. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 35-letiyu Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo i tekhnologicheskogo instituta biologicheskoy promyshlennosti = Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 35th Anniversary of the All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry*. Shchyolkovo, 2005; 679-684. (In Russ.)
8. Cockburn A., Needham D. The absorption, distribution, metabolism and excretion of Piperonyl butoxide in mammals. *Academic Press*, 1999; 137-151. <https://doi.org/10.1016/B978-012286975-4/50011-5>
9. Eladl A. H., Hamed H. R., El-Shafei R. A. Prevalence of mites and their impact on laying hen (*Gallus gallus domesticus*) farm facilities in Egypt, with an analysis of deltamethrin residues in eggs and tissue. *Avian Pathology*. 2017; 47 (2): 161-171. <https://doi.org/10.1080/03079457.2017.1388500>
10. European Food Safety Authority (EFSA). Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance pyriproxyfen. *EFSA Journal*. 2019; 17 (7): e05732. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5732>
11. Gokbulut C., Ozuicli M., Aslan B., Aydin L., Cirak V. Y. The residue levels of spinosad and abamectin in eggs and tissues of laying hens following spray application. *Avian Pathology*. 2019; 48 (1): 44-51.
12. Liu Y., Liu C., Han M., Yu N., Pan W., Wang J., Fan Z., Wang W., Li X., Gu X. Distribution and elimination of deltamethrin toxicity in laying hens. *Foods*. 2023; 12 (24): 4385. <https://doi.org/10.3390/foods12244385>.
13. Marangi M., Morelli V., Pati S., Camarda A., Cafiero M. A., Giangaspero A. Acaricide residues in laying hens naturally infested by red mite *Dermanyssus gallinae*. *PloS one*. 2012; 7 (2): e31795.
14. Nešković N., Gašić S., Brkić D., Pavlovski Z., Cmiljanić R. Effects of dietary cypermethrin on chickens. *Acta veterinaria*. 2013; 63 (2-3): 325-335. <https://doi.org/10.2298/AVB1303325N>
15. Petersen I., Johannhörster K., Pagot E., Escribano D., Zschiesche E., Temple D., Thomas E. Assessment of fluralaner as a treatment in controlling *Dermanyssus*

- gallinae* infestation on commercial layer farms and the potential for resulting benefits of improved bird welfare and productivity. *Parasites & vectors*. 2021; 14: 1-10.
16. Pires B. C., Borges K. B. Restricted double access mesoporous polypyrrole as adsorbent in pipette-tip solid phase extraction for simultaneous determination of progesterone, pyriproxyfen, and deltamethrin in chicken eggs. *Food Chemistry*. 2022; 380: 132165.
  17. Sigognault Flochlay A, Thomas E., Sparagano O. Poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation: a broad impact parasitological disease that still remains a significant challenge for the egg-laying industry in Europe. *Parasit Vectors*. 2017; 10: 1-6.
  18. Sleenckx N., Van Gorp S., Koopman R., Kempen I., Van Hoye K., De Baere K., Zoons J., De Herdt P. Production losses in laying hens during infestation with the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Avian Pathology*. 2019; 48 (1): 17-21. <https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1641179>
  19. Tanaka T. Reproductive and neurobehavioural effects of Piperonyl butoxide administered to mice in the diet. *Food Additives and Contaminants*. 2003; 20 (3): 207–214. <https://doi.org/10.1080/0265203021000050617>
  20. Tison L., Beaumelle L., Monceau K., Thiéry D. Transfer and bioaccumulation of pesticides in terrestrial arthropods and food webs: state of knowledge and perspectives for future research. *Chemosphere*. 2024; 357: 142036. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142036>
  21. Uggini G.K., Patel P.V., Balakrishnan S. Embryotoxic and teratogenic effects of pesticides in chick embryo: a comparative study using two commercial formulations. *Environmental Toxicology*. 2010; 27: 166–174. <https://doi.org/10.1002/tox.20627>

The article was submitted 22.07.2025; approved after reviewing 11.08.2025; accepted for publication 11.08.2025

*About the authors:*

**Indyuhova Evgenia N.**, Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Innovations; SPIN: 2152-6693, Researcher ID: U-4490-2018, Scopus ID: 57207927270.

**Arisov Mikhail V.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory of Ectoparasitosis, Director of the VNIIP – FSC VIEV; SPIN: 8737-2270, Researcher ID: B-7834-2018, Scopus ID: 57207942094.

**Balyshev Andrey V.**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, SPIN: 1235-8584, Researcher ID: V-8011-2018, Scopus ID: 57189663132.

*Contribution of the authors:*

Indyuhova E. N. – study design, research work, data collection and analysis, article preparation.

Arisov M. V. – study design development, analysis of obtained research results, article preparation.

Balyshev A. V. – analysis of obtained research results.

*All authors have read and approved the final manuscript.*