

АНАЛИЗ ДАННЫХ МИКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ РОДИТЕЛЬСКОГО СТАДА КУР КРОССА СМЕНА-9

Резюме. В рамках научно-исследовательской работы на базе биохимической лаборатории ФНЦ «ВНИТИП» были проведены исследования всех комбикормов, поступающих в СГЦ «Смена» для кормления поголовья птицы, на общую токсичность и содержание микотоксинов. За 2024 г. и три квартала 2025 г. исследованы 364 образца корма. Контроль над содержанием микотоксинов проводили с использованием метода ВЭЖХ-МС /МС. Предварительно все корма были протестированы экспресс-методом на общую токсичность. Полученные данные систематизированы по четырем производителям кормов и пяти рационам. В данной публикации анализ включает в себя информацию по содержанию в кормах 14 видов микотоксинов, в том числе нормируемых: афлатоксин В1, охратоксин А, Т-2 токсин, дезоксиниваленол, фумонизин В1, зеараленон. Наблюдается контаминация комбикормов для родительского стада кур кросса Смена-9 в основном микотоксинами трихотеценового ряда, а также зеараленоном. Однако ситуацию можно назвать благополучной, учитывая максимально допустимые концентрации и относительно невысокое содержание микотоксинов.

Ключевые слова: корма, комбикорма, зерно, микотоксины, контаминация, жидкостная хромато-масс-спектрометрия, родительское стадо кур кросса Смена-9.

ANALYSIS OF MYCOTOXICOLOGICAL CONTROL DATA ON THE FEED STOCK OF THE PARENT FLOCK OF SMENA-9 CROSS CHICKENS

Abstract. As part of a research project, the biochemical laboratory of the Federal Scientific Center "VNITIP" conducted tests on all feed supplied to the Smena poultry feeding center for general toxicity and mycotoxin content. A total of 364 feed samples were analyzed in 2024 and three quarters of 2025. Mycotoxin additions in industry were monitored using the HPLC-MS/MS method. All feeds were first tested using a rapid assay to determine general toxicity. The data obtained were systematized for four feed manufacturers and five poultry diets. The published analysis includes information on the content of 14 mycotoxins in feed, including those subject to regulatory requirements: aflatoxin B1, ochratoxin A, T-2 toxin, deoxynivalenol, fumonisin B1, and zearalenone. Mycotoxin contamination of the feed for the breeding stock of Smena-9 chickens is primarily due to trichothecene mycotoxins and zearalenone. However, the situation can be considered favorable, despite the maximum permissible levels and relatively low mycotoxin levels.

Key words: feeds, compound feeds grain, mycotoxins, contamination, liquid chromatography-mass spectrometry, parental flock of chickens cross Smena-9.

ВВЕДЕНИЕ

В распоряжении Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. №2567-р/IV отмечено, что основные ветеринарные и фитосанитарные риски в сфере агропромышленного комплекса связаны с распространением вредителей и болезней растений. Одним из перспективных направлений в «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации

на период до 2030 года» названо обеспечение биобезопасности и контроля качества сельскохозяйственного сырья и продукции переработки. Биобезопасность — это система мероприятий, направленных на защиту людей, животных, растений и окружающей среды от опасных биологических факторов (патогенных микроорганизмов, токсинов и т. д.) путем оценки и управления рисками, связанными с их рас-

УДК 633.1:632.4

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2025-12-4-258

**АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ
ШЕВЯКОВ¹,**

кандидат биологических наук, врио директора

ORCID: 0000-0001-7117-1067

E-mail: alex.shevy@mail.ru

НАДЕЖДА НИКОЛАЕВНА ГОГИНА¹,кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник лаборатории
биохимического анализа

ORCID: 0000-0003-1937-286X

E-mail: n.n.gogina@mail.ru

¹Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
Федеральный научный центр
«Всероссийский научно-
исследовательский и технологический
институт птицеводства»141311, Московская область,
г. Сергиев Посад, ул. Птицегоградская, д. 10

Поступила в редакцию:

27.10.2025

Одобрена после рецензирования:

28.11.2025

Принята в публикацию:

01.12.2025

UDC 633.1:632.4

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2025-12-4-258

**ALEXANDER NIKOLAEVICH
SHEVYAKOV¹,**

PhD in Biological sciences, Acting director

ORCID: 0000-0001-7117-1067

E-mail: alex.shevy@mail.ru

NADEZHDA NIKOLAEVNA GOGINA¹,PhD in Agricultural sciences, Senior Researcher
at the Laboratory of Biochemical Analysis

ORCID: 0000-0003-1937-286X

E-mail: n.n.gogina@mail.ru

¹Federal State Budget Scientific Institution
Federal Scientific Center "All-Russian
Research and Technological Poultry
Institute"141311, Moscow region, Sergiev Posad,
Ptitsegradskaya street, 10

Received by editor office: 10.27.2025

Approved in revised: 11.28.2025

Accepted for publication: 12.01.2025

пространением. Система включает в себя как внешние меры (предотвращение попадания патогенов), так и внутренние (контроль их распространения внутри объектов) [1].

Контроль безопасности и качества кормовой базы для племенной птицы СГЦ «Смена» является важным звеном в выполнении планов по развитию племенного дела в Российской Федерации. Полная реализация генетического потенциала родительского стада кур кросса Смена-9 невозможна при нарушении условий их кормления и содержания.

Цель нашей работы — профилактика возникновения кормовых токсикозов и микотоксикозов посредством контроля безопасности каждой партии корма, а также мониторинг содержания микотоксинов в кормах и анализ базы данных микотоксикологического контроля по каждому производителю кормов для племенной птицы СГЦ «Смена» и различных рационов птицы родительского стада.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В биохимической лаборатории ФНЦ «ВНИТИП» были исследованы 142 образца комбикормов за 2024 г. и 222 образца за три квартала 2025 г. Предварительно их протестировали экспресс-методом на общую токсичность с применением тест-культуры стилонихии (*Stylochytrium mytilus*) [2]. Полученные данные систематизированы по четырем производителям (под номерами 1, 2, 3 и 4) и по пяти рецептам полнорационных комбикормов для различных возрастных групп птицы: ПК-1-1 для кур-несушек в возрасте 160–279 дней; ПК-1-2 для кур-несушек в возрасте 280–420 дней; ПК-3 для молодняка кур-несушек в возрасте 35–98 дней; ПК-4 для молодняка кур-несушек в период подготовки к яйцекладке; ПК-8 для петухов.

Экстракцию микотоксинов из навески корма массой 5 г проводили 20-ю мл раствора, приготовленного из смеси ацетонитрила, воды и уксусной кислоты в соотношении 79:20:1, с последующим встряхиванием на шейкере в течение 90 мин. Детектирование и количественное определение 36 микотоксинов выполняли методом высокоэффективной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС/МС) согласно общепринятым руководствам [3, 4] с применением комплекса оборудования, состоящего из хроматографа Agilent Infinity 1290 (Германия) и масс-спектрометра AB SCIEX Triple Quad 5500 (США). Для хроматографического разделения применялась колонка, заполненная обращенно-фазовым сорбентом C18 с размером частиц не более 5 мкм, длиной 150 мм и внутренним диаметром 4,6 мм (Gemini, Phenomenex, США). Для построения калибровочных графиков и в качестве внутренних стандартов использовали стандартные растворы микотоксинов серии Biopure (Romer Labs, Австрия).

Расчет средних и медиальных значений, доверительного интервала, максимального значения, статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel 2010. В качестве предельно допустимых концентраций

(ПДК) был выбран рекомендованный уровень, обозначенный в методических рекомендациях на с. 27–28 [5]. В данном случае ПДК микотоксинов соответствуют следующим значениям, мкг/кг корма: Т-2 токсин (Т-2) — 50,00; сумма Т-2 и НТ-2 токсинов (НТ-2) — 100,00; дезоксиниваленол (ДОН) — 500,00; фумонизин В1 (ФВ1) — 1000,00; афлатоксин В1 (АВ1) — 10,00; зеараленон (ЗЕН) — 250,00; охратоксин А (ОТА) — 10,00; стеригматоцистин (СТЕ) — 50,00; цитрин (ЦИТ) — 50,00; монилиформин (МОН) — 1000,00. Для микотоксинов, продуцируемых грибами рода *Alternaria* — альтернариол (АЛТ), альтернариол метиловый эфир (АЛТ-ме), тентоксин (ТЕН) и тенуазоновая кислота (ТА), максимально допустимых уровней или ПДК в кормах для сельскохозяйственной птицы не разработано.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ образцов показал, что комбикорма для родительского стада кур кросса Смена-9 были контаминированы в основном микотоксинами трихотеценового ряда, а также зеараленоном. Вторичные метаболиты грибов рода *Aspergillus* — афлатоксины В2, G1, G2, циклопiazоновая кислота, патулин — не обнаружены. В «следовых» количествах, или ниже пределов количественного определения (ПКО), наблюдалось содержание афлатоксина В1 и трихотеценовых микотоксинов: неосоланиола; Т-2 триола; диацетоксисициспренола; фузаренона Х; 3-ацетил-дезоксиниваленола; 15-ацетил-дезоксиниваленола; дезоксиниваленол-3-гликозида.

Данные о содержании микотоксинов в комбикормах от четырех комбикормовых заводов представлены в таблице 1. Они свидетельствуют о том, что превышения ПДК отмечались у трех производителей кормов и относились к охратоксину А, Т-2 токсину, сумме Т-2 и НТ-2 токсинов, дезоксиниваленолу, цитрину. Особенно критичной была ситуация у комбикормового завода №3, где в 18% образцов содержание дезоксиниваленола составляло более 500 мкг/кг. В отношении зеараленона ПДК не были превышены, однако корма всех производителей были на 100% контаминированы этим микотоксином. Причем с приблизительно одинаковой медианой — от 12,62 до 22,76 мкг/кг. Трихотеценовые микотоксины типа А Т-2 и НТ-2 токсины загрязняли от 90 до 100% кормов. По ним наблюдалось незначительное (от 1 до 3%) превышение ПДК у заводов №2 и №3. У заводов №1, №2 и №3 было больше, чем у №4, обнаружено микотоксинов, вырабатываемых в основном при хранении, — охратоксина А и цитрина. Монилиформин выявлялся почти у всех производителей, но его максимальное содержание 578,30 мкг/кг в кормах от производителя №3 было ниже допустимого уровня почти в два раза. Фумонизин В1, афлатоксин В1 и его химический предшественник стеригматоцистин были обнаружены в кормах от всех производителей, но в незначительных для здоровья и продуктивности птицы количествах.

Таблица 1. Содержание микотоксинов в комбикормах от четырех производителей (2024–2025 гг.)

Микотоксин	Количество контаминированных образцов, шт./%	Максимальное содержание микотоксина, мкг/кг	Медиана или среднее содержание микотоксина, мкг/кг	Доля образцов с содержанием микотоксинов выше ПДК, %
<i>Производитель №1</i>				
Т-2	30/97	28,68	11,52	0
НТ-2	28/90	74,90	29,90	0*
ДОН	31/100	273,79	70,30	0
ФВ1	6/19	81,95	4,02 ± 15,96	0
АВ1	1/3	менее ПКО	менее ПКО	0
ZEN	31/100	33,19	13,44	0
ОТА	25/81	10,93	2,53	6
СТЕ	11/35	2,96	0,16 ± 0,64	0
ЦИТ	6/19	24,20	1,37 ± 5,19	0
МОН	24/77	86,60	13,52	0
<i>Производитель №2</i>				
Т-2	139/92	43,06	11,21	0
НТ-2	146/97	79,51	29,44	3*
ДОН	143/95	872,70	67,30	3
ФВ1	102/68	77,40	8,45	0
АВ1	1/1	менее ПКО	менее ПКО	0
ZEN	151/100	126,63	13,25	0
ОТА	131/87	36,18	2,74	1
СТЕ	74/49	4,49	0,29 ± 0,62	0
ЦИТ	51/34	87,52	3,98 ± 10,93	1
МОН	150/99	146,86	44,94	0
<i>Производитель №3</i>				
Т-2	155/99	61,52	15,77	1
НТ-2	151/96	83,94	28,97	1*
ДОН	154/98	2747,16	119,30	18
ФВ1	81/52	196,97	9,68 ± 26,15	0
АВ1	44/28	2,37	0,05 ± 0,34	0
ZEN	157/100	111,28	12,62	0
ОТА	108/69	23,00	2,90	9
СТЕ	63/40	7,74	0,28 ± 0,89	0
ЦИТ	38/24	68,56	4,55 ± 14,04	3
МОН	156/99	578,30	74,86	0
<i>Производитель №4</i>				
Т-2	23/92	16,92	6,09	0
НТ-2	25/100	31,49	17,10	0*
ДОН	24/96	185,81	63,82	0
ФВ1	12/48	10,08	3,00 ± 4,04	0
АВ1	0/0	0	0	0
ZEN	25/100	86,64	22,76	0
ОТА	21/84	9,17	2,67	0
СТЕ	1/4	менее ПКО	менее ПКО	0
ЦИТ	0	0	0	0
МОН	25/100	119,25	32,56	0

*От суммы с Т-2 токсином.

Таблица 2. Содержание микотоксинов в комбикормах для различных возрастных групп птицы (2024–2025 гг.)

Микотоксин	Количество контаминированных образцов, шт./%	Максимальное содержание микотоксина, мкг/кг	Медиана или среднее содержание микотоксина, мкг/кг	Доля образцов с содержанием микотоксинов выше ПДК, %
<i>ПК-1-1 для кур-несушек в возрасте 160–279 дней</i>				
Т-2	48/98	61,52	18,21	2
НТ-2	49/100	72,48	29,50	2
ДОН	48/98	1393,87	124,42	12
ФВ1	30/61	125,86	6,30	0
АВ1	11/22	менее ПКО	0	0
ZEN	49/100	89,28	15,22	0
ОТА	37/76	13,93	3,87	0
СТЕ	13/27	7,74	0,31 ± 1,25	0
ЦИТ	7/14	26,13	0,86 ± 4,27	0
МОН	49/100	578,30	49,35	0
АЛТ	48/98	59,60	9,73	нет ПДК
АЛТ-ме	48/98	13,51	5,20	
ТЕН	49/100	50,87	15,27	
ТА	38/78	966,30	55,73	
<i>ПК-1-2 для кур-несушек в возрасте 280–420 дней</i>				
Т-2	46/96	41,21	15,02	0
НТ-2	46/96	61,23	26,28	4
ДОН	45/94	1612,80	96,71	4
ФВ1	29/60	196,97	7,53	0
АВ1	9/19	2,37	0,06 ± 0,37	0
ZEN	47/98	75,25	13,22	0
ОТА	36/75	15,17	3,48	6
СТЕ	17/35	3,46	0,21 ± 0,64	0
ЦИТ	5/10	менее ПКО	0	0
МОН	47/98	555,28	61,95	0
АЛТ	46/96	83,82	9,36	нет ПДК
АЛТ-ме	46/96	14,94	4,55	
ТЕН	47/98	63,59	12,10	
ТА	44/92	485,68	102,75	
<i>ПК-3 для молодняка кур-несушек возраста 35–98 дней</i>				
Т-2	23/85	62,48	7,54	4
НТ-2	27/100	61,64	22,72	4
ДОН	27/100	2747,16	133,51	11
ФВ1	8/30	10,06	1,71 ± 3,46	0
АВ1	2/7	менее ПКО	0	0
ZEN	27/100	126,63	17,09	0
ОТА	21/78	9,42	2,26	0
СТЕ	4/15	0,92	0,06 ± 0,22	0
ЦИТ	4/15	65,34	2,99 ± 13,13	4
МОН	27/100	233,53	49,63	0
АЛТ	27/100	73,15	16,40	нет ПДК
АЛТ-ме	27/100	17,19	7,00	
ТЕН	27/100	66,39	22,95	
ТА	24/89	934,69	143,51	



Продолжение таблицы 2

Микотоксин	Количество контаминированных образцов, шт / %	Максимальное содержание микотоксина, мкг / кг	Медиана или среднее содержание микотоксина, мкг / кг	Доля образцов с содержанием микотоксинов выше ПДК, %
ПК-4 для молодняка кур-несушек в период подготовки к яйцекладке				
T-2	20/77	18,64	7,05	0
HT-2	25/96	34,15	18,34	0
ДОН	26/100	2577,18	143,32	15
ФВ1	4/15	161,80	7,48 ± 31,74	0
AB1	1/4	менее ПКО	0	0
ZEN	26/100	98,70	22,90	0
ОТА	14/54	12,72	2,84 ± 4,12	12
СТЕ	5/19	1,95	0,09 ± 0,42	0
ЦИТ	4/15	менее ПКО	0	0
МОН	26/100	315,70	53,68	0
АЛТ	26/100	56,37	9,07	нет ПДК
АЛТ-ме	26/100	14,67	4,76	
ТЕН	26/100	58,29	15,38	
ТА	26/100	549,09	131,37	
ПК-8 для петухов				
T-2	24/86	41,22	10,89	0
HT-2	26/93	74,82	21,90	3
ДОН	28/100	1991,30	131,43	25
ФВ1	15/54	20,07	6,08 ± 7,58	0
AB1	9/32	2,09	0,10 ± 0,47	0
ZEN	28/100	74,24	22,34	0
ОТА	23/82	23,00	2,94	14
СТЕ	11/39	1,22	0,16 ± 0,35	0
ЦИТ	3/11	менее ПКО	0	0
МОН	28/100	207,47	60,96	0
АЛТ	28/100	59,29	17,47	нет ПДК
АЛТ-ме	28/100	17,24	5,94	
ТЕН	28/100	62,76	18,32	
ТА	27/96	499,26	125,91	

В таблице 2 представлены данные по содержанию микотоксинов в кормах для разных групп птицы. Наиболее загрязненными были ПК-4 и ПК-8. Во всех кормах присутствовали микотоксины, продуцируемые грибами рода *Alternaria*. Эти ксенобиотики — эмерджентные микотоксины, усиливающие влияние нормируемых микотоксинов. Однако предполагается, что альтернариол и его метиловый эфир могут оказывать генотоксическое, мутагенное и канцерогенное действие на организм потребителя загрязненной продукции. Тенуазоновая кислота является ингибитором синтеза белка и более токсична. В настоящее время предельно допустимые концентрации микотоксинов, продуцируемых грибами *Alternaria*, в зерне и кормах не регламентируются. В наших мониторинговых исследованиях установлено, что содержание этих микотоксинов в кормах находилось на среднем уровне [6]. Исходя из данных по медиане, наиболее контаминированными были комбикорма ПК-3, ПК-8 и ПК-4.

Выводы

Данные по контаминации комбикорма для родительского стада кур кросса Смена-9 свидетельствуют о том, что каждый из 364 образцов содержал не менее трех видов микотоксинов. Однако ситуацию можно назвать благополучной, принимая во внимание предельно допустимые концентрации и относительно невысокое содержание микотоксинов. При таких уровнях микотоксины не оказывают значительного воздействия на здоровье и продуктивность птицы даже вследствие их синергизма [7, 8, 9]. Но, учитывая факторы, влияющие на вариативность ситуации с безопасностью кормов, следует проводить исследования комбикормов для родительского стада кур кросса Смена-9 на постоянной основе, впрочем, как и для других видов высокопродуктивных сельскохозяйственных животных и птицы. Представленный анализ контроля и данных по содержанию микотоксинов в кормах, по нашему мнению, может стать полезным ориентиром для специалистов промышленного птицеводства при оценке рисков возникновения микотоксикозов.

Литература/Literature

1. Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» // СПС «Консультант Плюс»
2. ГОСТ Р 31674-2012 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности. — М.: Стандартинформ, 2014. — с. 9.
3. Malachová, A. Optimization and validation of a quantitative liquid chromatography–tandem mass spectrometric method covering 295 bacterial and fungal metabolites including all regulated mycotoxins in four model food matrices. / A. Malachová, M. Sulyok, E. Beltrán, F. Berthiller, R. Krska // Journal of Chromatography A, 2014. — Vol. 1362. — pp. 145–156. — DOI: 10.1016/j.chroma.2014.08.037.
4. ГОСТ 34140-2017 Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения микотоксинов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. — М.: Стандартинформ, 2017. — 20 с.
5. Семенов, Э. И. Методические рекомендации по диагностике, профилактике и лечению микотоксикозов животных / Э. И. Семенов, М. Я. Трemasов, К. Х. Папуниди [и др.]. — Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2017. — 68 с. — ISBN 978-5-7367-1225-0. — EDN DOCMHN.
6. Орина, А. С. Проблема контаминации зерна микотоксинами грибов *Alternaria* / А. С. Орина, О. П. Гаврилова, Т. Ю. Гагаева, Н. Н. Гогина // Успехи медицинской микологии. — 2023. — Т. 24. — С. 355–359. — EDN IDEIGD.
7. Дуарте Диаза. Микотоксины и микотоксикозы. — М.: Печатный Город. — 2006. — 382с.
8. Котик, А. Н. Микотоксикозы птиц / А. Н. Котик. — Борки. — 1999. — 267с.
9. Arcella, D. Scientific report on human and animal dietary exposure to T-2 and HT-2 toxin / D. Arcella, P. Gergelova, M. L. Innocenti, H. Steinkeller // EFSA Journal — 2017. — №15 (8) — P. 57. ■