

ВОЗДЕЙСТВИЕ МИКОТОКСИНОВОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРОСЯТ

Резюме. Изучена функциональная деятельность сердечно-сосудистой системы у поросят, рожденных от свиноматок, корм которых был контаминирован T-2 токсином в количестве до 0,2 мг/кг (1 группа) и двумя микотоксинами — T-2 токсином и охратоксином в количестве соответственно до 0,2 мг/кг и до 0,1 мг/кг (2 группа). До двухмесячного возраста поросята получали корм с таким же содержанием микотоксинов, что и их матери. Установлено, что у поросят-симпатотоников второй опытной группы показатели минутного объема крови (МОК) и сердечного индекса (СИ) были более высокими, достоверно более высокой была частота сердечных сокращений (ЧСС). Расход энергии на увеличение минутного объема крови (МОК) вырос за счет увеличения частоты сердечных сокращений (ЧСС), что более энергозатратно в сравнении с увеличением ударного объема крови (УОК).

Ключевые слова: свиноматки, поросята, токсигенные грибы, T-2 токсин, охратоксин, показатели системной гемодинамики, симпатикотония, эйтония, ваготония.

IMPACT OF MYCOTOXIN LOAD ON CARDIOVASCULAR PERFORMANCE PIGGLE ACTIVITIES

Abstract. We studied the functional activity of the cardiovascular system in piglets obtained from sows, in the feed of which T-2 toxin was present up to 0.2 mg/kg (group 1); T-2 toxin and ochratoxin in amounts up to 0.2 to 0.1 mg/kg of feed, respectively. Until the age of two months, the piglets received food with the same content of mycotoxins as their mothers. In sympathetic piglets from the second experimental group, the indicators of minute blood volume (MBC), cardiac index (CI) are higher, significantly higher heart rate (HR). The energy consumption of increasing the minute volume of blood (MBV) increased due to the increase in the heart rate (HR), which is more energy-consuming compared to the increase in stroke volume (SVB).

Key words: sows, piglets, toxigenic fungi, T-2 toxin, ochratoxin, indicators of systemic hemodynamics, sympathicotonia, eutonia, vagotonia.

УДК: 619:579.62

Научная статья

DOI 10.25741/2413-287X-2024-03-4-215

ОЛЬГА АНАТОЛЬЕВНА МИРОНОВА¹,
кандидат биологических наук, заведующая
базовой фитосанитарной биологии и безопасности
экосистем института экологии

ORCID: 0000-0002-3263-8100
E-mail: m2889888@mail.ru

АННА АНАТОЛЬЕВНА МИРОНОВА²,
доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник

ORCID 0000-0001-5487-8394
E-mail: aa_mironova@mail.ru

ЛЮДМИЛА ПАВЛОВНА МИРОНОВА³,

доктор ветеринарных наук,
профессор кафедры терапии и пропедевтики

ORCID: 0000-0001-7263-3307
E-mail: mironova_lp@mail.ru

¹ФГАУ «Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы»

117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6;

ФГБУ «Всероссийский центр карантина
растений»

140150, Россия, Московская область, г. Раменское,
р. п. Быково

²Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский ветеринарный институт —
филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский
аграрный научный центр»
346421, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск,
Ростовское шоссе, д. 0

³ФГБУ ВО «Донской государственный аграрный
университет»

346493, Россия, Ростовская область,
пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, д. 24

Поступила в редакцию:
08.02.2024

Одобрена после рецензирования:
12.03.2024

Принята в публикацию:
13.03.2024

Research article

DOI 10.25741/2413-287X-2024-03-4-215

OLGA A. MIRONOVA¹

ORCID: 0000-0002-3263-8100
E-mail: m2889888@mail.ru

ANNA A. MIRONOVA²

ORCID 0000-0001-5487-8394
E-mail: aa_mironova@mail.ru

LYUDMILA P. MIRONOVA³

ORCID: 0000-0001-7263-3307
E-mail: mironova_lp@mail.ru

¹Peoples' Friendship University of Russia named
after Patrice Lumumba

117198, Moscow, st. Miklouho-Maklaya, 6

FSBI «All-Russian Center plant quarantine»

140150, Russia, Moscow region, Ramenskoye,
R. Bykovo village

²North Caucasus Zonal Research Veterinary
Institute — branch of the FSBSI Federal Rostov
Agrarian Research Center»

Rostov region, Novocherkassk, Rostov highway, 0

³FSBI of Higher Education «Don State Agrarian
University»

Rostov region, pos. Persianovsky, st. Krivoshlykova, 24

Received by editor(i)q office:
02.08.2024

Accepted in revised:
03.12.2024

Accepted for publication:
03.13.2024



ВВЕДЕНИЕ

Одной из проблем, наносящих ощутимый вред животноводству, являются микотоксины. Они продуцируются во внешней среде токсигенными штаммами микроорганизмов, развивающимися при определенных условиях на растениях и в кормах; могут накапливаться в зерне, комбикормах и сельскохозяйственной продукции на всех этапах производства, хранения, переработки и транспортировки. Данный процесс не ограничен территорией и временем года [5]. Вследствие природно-климатических особенностей южных регионов нашей страны (с интенсивным ведением животноводства) пораженность кормовых культур плесневыми грибами — не редкость. Например, при проведении нами скрининговых исследований образцов кормов и кормового сырья, отобранных в хозяйствах Ростовской области, в 10,7% были обнаружены микотоксины, причем в 8% образцов выявлено совместное присутствие Т-2 токсина и охратоксина [3].

Потребление сельскохозяйственными животными кормов, загрязненных микотоксинами, приводит к тяжелым последствиям. У них развиваются острые и хронические отравления, сопровождаемые снижением естественной резистентности и иммунитета и, как следствие, ростом заболеваемости заразной и незаразной этиологии [1, 4]. Имеются сообщения, что при скармливании кормов, содержащих микотоксины в концентрациях даже ниже предельно допустимых, но на протяжении длительного времени, могут развиваться клинические признаки микотоксикозов. В связи с тем, что данная проблема из года в год приобретает все большие масштабы, вопрос влияния микотоксинов на различные системы живого организма требует углубленного изучения [2, 5], поиска путей профилактики отравлений.

Цель исследований — изучить влияние микотоксинов, присутствующих в корме свиноматок и в корме рожденных от них поросят, в количествах, которые соответствуют верхней границе ПДК, на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы поросят.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведены исследования частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД), ударного объема крови (УОК), минутного объема крови (МОК), общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС), удельного периферического сопротивления сосудов (УПСС), ударного индекса (УИ), сердечного индекса (СИ) при разном исходном вегетативном тоне (ИВТ): эйтония, симпатотония, ваготония. Данные показатели дают возможность установить различия в состоянии сердечно-сосудистой системы поросят, матери которых и они сами имели разную микотоксиновую нагрузку: Т-2 токсин — до 0,2 мг/кг корма (1 опытная группа); Т-2 токсин и охратоксин — соответственно до 0,2 и до 0,1 мг/кг корма (2 опытная группа); на уровне фоновых значений (контроль).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По достижении поросятами двухмесячного возраста у 20 особей из каждой группы с разным исходным вегетативным статусом были исследованы показатели деятельности сердечно-сосудистой системы (в покое). У поросят-симпатотоников контрольной группы показатели ударного и минутного объема крови были достоверно выше, чем у животных в состоянии эйтонии и ваготонии (табл. 1).

Таблица 1. Показатели системной гемодинамики у поросят контрольной группы (фоновые значения — корм без токсинов) при разном вегетативном тоне

Показатель, ед. измерения	Вегетативный тонус (Source vegetative tonus)		
	Симпатикотония (Sympathicotonia)	Эйтония (Eutonia)	Ваготония (Vagotonia)
СД, мм рт. ст. (систолическое давление)	134,40 ± 2,49	114,70 ± 2,44*	83,80 ± 4,61*
ДД, мм рт. ст. (диастолическое давление)	80,50 ± 3,38	69,30 ± 4,44*	42,30 ± 4,24*
САД, мм рт. ст. (систолическое артериальное давление)	113,30 ± 5,54	88,00 ± 3,41*	63,10 ± 2,21**
ЧСС, уд./мин (частота сердечных сокращений)	149,30 ± 6,17	121,10 ± 5,11*	114,45 ± 3,61**
УОК, мл (ударный объем крови)	5,46 ± 0,47	4,75 ± 0,21*	4,62 ± 0,25**
МОК, л (минутный объем крови)	0,76 ± 0,03	0,54 ± 0,07*	0,47 ± 0,06*
УИ, мл/м ² (ударный индекс)	13,97 ± 0,67	12,91 ± 0,57*	11,66 ± 0,13*
СИ, л/(мин • м ²) (сердечный индекс)	2,20 ± 0,01	1,82 ± 0,03*	1,60 ± 0,09*
УПСС, у. е. (удельное периферическое сопротивление сосудов)	2769,5 ± 369,4	3565,8 ± 453,3*	3324 ± 135,1*
КДДЛЖ, мм рт. ст. (конечно-диастолическое давление в левом желудочке)	7,60 ± 0,60	4,90 ± 0,33*	1,50 ± 0,71*

*P < 0,05; **P < 0,01.

Подобная тенденция отмечена и в отношении ударного и сердечного индексов, которые у поросят-симпатотоников наиболее высокие по сравнению с таковыми у поросят-эйтоников и поросят-ваготоников. При этом у поросят-симпатотоников удельное периферическое сопротивление сосудов, зависящее от состояния периферического сосудистого русла, оказалось ниже. Данный факт указывает на физиологическую сбалансированность (компенсаторно-приспособительный механизм) между периферическим сопротивлением сосудов и минутным объемом крови, находящимися в обратно пропорциональной связи. Относительное снижение ударного и минутного объема крови, сердечного индекса у поросят-эйтоников и поросят-ваготоников в контрольной группе, сопровождающееся более высокими значениями удельного периферического сопротивления сосудов, может указывать на преобладающую активность сосудистого ответа в регуляции артериального давления.

Согласно данным таблицы 2, у поросят первой опытной группы с симпатикотоническим вариантом исходного вегетативного тонуса показатели ударного и минутного объема крови были выше, чем у поросят с эйтоническим вариантом исходного вегетативного тонуса и поросят с ваготоническим вариантом исходного вегетативного тонуса. У поросят-симпатотоников рассматриваемой группы (Т-2 токсин до 0,2 мг/кг корма), как и у поросят контрольной группы (фоновые значения — корм без токсинов), минутный объем крови, ударный и сердечный индексы были выше, чем у поросят-эйтоников и поросят-ваготоников этой же опытной группы, и относительно ниже аналогичных показателей в контрольной группе согласно исходному вегетативному тону.

Итак, несмотря на более высокий исходный вегетативный тонус и показатели сердечно-сосудистой дея-

тельности, важнейшие показатели производительности сердечно-сосудистой системы у поросят первой опытной группы оказались несколько ниже по сравнению с таковыми у животных контрольной группы, что, по-видимому, связано с увеличением удельного периферического сопротивления сосудов, значение которого оказалось выше, чем в контроле. Уменьшение ударного и минутного объема крови, снижение общего периферического сопротивления сосудов у поросят, которые получали контаминированный Т-2 токсином корм в количестве до 0,2 мг/кг, сочетающихся с более высокими значениями удельного периферического сопротивления сосудов, свидетельствуют о более высокой активности сосудистого компонента в регуляции артериального давления, что, соответственно, увеличивает нагрузку на сердце.

У поросят-симпатотоников второй опытной группы, получавших с кормом Т-2 токсин (до 0,2 мг/кг) и охратоксин (до 0,1 мг/кг), значения ударного и минутного объема крови выше, чем у поросят с исходным вегетативным тонусом (эйтония) в пределах этой же опытной группы (табл. 3). У животных второй опытной группы ударный и сердечный индексы, как и предыдущие показатели, оказались самыми высокими в сравнении с таковыми в первой опытной группе и в контроле. Кроме того, нами отмечено, что высокие показатели минутного объема крови и сердечного индекса у животных с симпатотоническим исходным вегетативным тонусом второй опытной группы взаимосвязаны с самой высокой частотой сердечных сокращений.

Компенсаторные механизмы работы сердечно-сосудистой системы за счет учащения сердечных сокращений требуют более усиленного образования энергии организмом, нежели при компенсаторных процессах за счет увеличения ударного объема крови.

Таблица 2. Показатели системной гемодинамики у поросят первой опытной группы (Т-2 токсин до 0,2 мг/кг корма) при разном вегетативном тону

Показатель, ед. измерения	Вегетативный тонус (Source vegetative tonus)		
	Симпатикотония (Sympathicotonia)	Эйтония (Eutonia)	Ваготония (Vagotonia)
СД, мм рт. ст. (систолическое давление)	143,34 ± 4,88	117,92 ± 4,16*	87,48 ± 5,11*
ДД, мм рт. ст. (диастолическое давление)	82,11 ± 5,53	70,88 ± 4,66*	56,28 ± 5,33*
САД, мм рт. ст. (систолическое артериальное давление)	108,92 ± 5,42	96,18 ± 4,22*	67,15 ± 5,96**
ЧСС, уд./мин (частота сердечных сокращений)	136,29 ± 6,42	121,39 ± 6,32*	113,11 ± 5,17**
УОК, мл (ударный объем крови)	5,37 ± 0,55	4,75 ± 0,21*	4,52 ± 0,25**
МОК, л (минутный объем крови)	0,74 ± 0,08	0,55 ± 0,03*	0,48 ± 0,07*
УИ, мл/м ² (ударный индекс)	14,07 ± 0,74	13,03 ± 0,52*	11,13 ± 0,12*
СИ, л/(мин • м ²) (сердечный индекс)	2,11 ± 0,03	1,72 ± 0,05*	1,55 ± 0,07*
УПСС, у. е. (удельное периферическое сопротивление сосудов)	3167,43 ± 392,2	3715,95 ± 412,1*	3822,11 ± 353,0*
КДДЛЖ, мм рт. ст. (конечно-диастолическое давление в левом желудочке)	8,22 ± 0,85	6,92 ± 0,32*	3,24 ± 0,76*

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Таблица 3. Показатели системной гемодинамики у поросят второй опытной группы (Т-2 токсин до 0,2 мг/кг и охратоксин до 0,1 мг/кг корма) при разном вегетативном тоне

Показатель, ед. измерения	Вегетативный тонус (Source vegetative tonus)		
	Симпатикотония (Sympathicotonia)	Эйтония (Eutonia)	Ваготония (Vagotonia)
СД, мм рт. ст. (систолическое давление)	153,93 ± 3,22	139,02 ± 4,59*	—
ДД, мм рт. ст. (диастолическое давление)	101,54 ± 4,48	84,63 ± 5,36*	—
САД, мм рт. ст. (систолическое артериальное давление)	113,94 ± 6,20	108,38 ± 6,31*	—
ЧСС, уд./мин (частота сердечных сокращений)	166,74 ± 5,42	143,97 ± 5,17**	—
УОК, мл (ударный объем крови)	5,88 ± 0,65	5,31 ± 0,65*	—
МОК, л (минутный объем крови)	0,91 ± 0,14	0,71 ± 0,04**	—
УИ, мл/м ² (ударный индекс)	14,61 ± 0,89	13,76 ± 0,58*	—
СИ, л/(мин • м ²) (сердечный индекс)	2,52 ± 0,04	1,90 ± 0,04*	—
УПСС, у. е. (удельное периферическое сопротивление сосудов)	3798,52 ± 387,31	3240,11 ± 342,10*	—
КДДЛЖ, мм рт. ст. (конечно-диастолическое давление в левом желудочке)	8,72 ± 0,65	7,55 ± 0,32*	—

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

ВЫВОД

У поросят второй группы, получавших с кормом Т-2 токсин (до 0,2 мг/кг) и охратоксин (до 0,1 мг/кг), растут энергетические затраты для компенсации увеличения минутного объема крови (МОК) за счет увеличения частоты

сердечных сокращений (ЧСС), что в дальнейшем, если не устранить причину (микотоксикоз), приведет к сбою компенсаторных механизмов и снижению производительности сердечно-сосудистой системы (ССС) и, как следствие, к ранней выбраковке либо гибели животного.

Литература

1. Антипов, В. А. Микотоксикозы — важная проблема животноводства. / В. А. Антипов, В. Ф. Васильев // Ветеринария. — 2007. — №11. — С. 7–9.
2. Ле Бра, Э. Микотоксикозы. Профилактика и лечение / Э. Ле Бра // Комбикорма. — 2008. — №3. — С. 93–94.
3. Миронова, А. А. Распространение микотоксинов в кормах в условиях Ростовской области / А. А. Миронова, Л. П. Миронова, Ю. Г. Ковалева // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК». 24 декабря 2021. — Т.2. — С. 92–97.
4. О'Сулливан, Д. Микотоксины — бесшумная опасность / Д. О'Сулливан // Комбикорма. — 2005. — №5. — С. 54–56.
5. Сурай, П. Взаимодействие между микотоксинами, иммунитетом и антиоксидантной системой / П. Сурай, Ю. Дворская // Европейский семинар по микотоксинам «Оценка воздействия микотоксинов в Европе». — 2005. — С. 85–96.

Literature

1. Antipov, V. A. Mycotoxicosis is an important problem in animal husbandry. / V. A. Antipov, V. F. Vasiliev // Veterinary medicine. — 2007. — No. 11. — P. 7–9.
2. Le Bras, E. Mycotoxicoses. Prevention and treatment / E. Le Bras // Kombikorma. — 2008. — No. 3. — pp. 93–94.
3. Mironova, A. A. Distribution of mycotoxins in feed under the conditions of the Rostov region / A. A. Mironova, L. P. Mironova, Yu. G. Kovaleva // Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference «Priority directions for the development of agricultural science and practice in the agro-industrial complex.» December 24, 2021. — Vol.2. — pp. 92–97.
4. O'Sullivan, D. Mycotoxins — a silent danger / D. O'Sullivan // Kombikorma. — 2005. — No. 5. — pp. 54–56.
5. Suraj, P. Interaction between mycotoxins, immunity and the antioxidant system / P. Suraj, Yu. Dvorskaya // European seminar on mycotoxins «Assessment of exposure to mycotoxins in Europe». — 2005. — pp. 85–96. ■