ских исследований лекарственных средств (часть первая) под редакцией А. Н. Миронова / Научный центр экспертизы средств медицинского применения Минздравсоцразвития России. Том Часть 1. – Москва: Гриф и К, 2012. – 944 с.

DOI: 10.48612/sbornik-2026-1-34
УДК 615.9:547.491:636.085

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ, ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ ОТРАВЛЕНИЙ ЖИВОТНЫХ ЦИАНГЛИКОЗИДАМИ

Бабушкина Таисия Владимировна
Равилов Рустам Хаметович, д-р вет. наук
Фролов Геннадий Сергеевич, канд. с.-х. наук
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и животноводства им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Российская Федерация

В статье рассмотрена проблема отравлений сельскохозяйственных животных цианогенными гликозидами (нитрилгликозидами) в условиях современного агропромышленного комплекса. Проанализированы основные растения-носители, представляющие угрозу для крупного и мелкого рогатого скота, свиней и лошадей, включая кормовые культуры (сорго, вика, клевер) и дикорастущие виды. Представлены современные данные о механизме токсического действия синильной кислоты, клинической картине и патологоанатомических изменениях. Особое внимание уделено сравнительному анализу традиционных (натрия нитрит, натрия тиосульфат) и новых антидотов (гидроксокобаламин, кобинамид), появившихся в ветеринарной и медицинской практике за последние годы. Описаны актуальные методы профилактики, включая агротехнические приёмы и использование кормовых добавок.

Ключевые слова: сельскохозяйственные животные; циангликозиды; синильная кислота; отравление; антидоты; гидроксокобаламин; кобинамид; профилактика; корма

MODERN APPROACHES TO DIAGNOSIS, PREVENTION AND TREATMENT OF ANIMAL POISONING WITH CYANOGENIC GLYCOSIDES

Babushkina Taisiya Vladimirovna
Ravilov Rustam Khametovich, Dr. Vet. Sci.
Frolov Gennady Sergeevich, PhD Agr. Sci.
Kazan State Agrarian University, Bauman Institute of Veterinary Medicine and Animal Science, Kazan, Russian Federation

The review considers the problem of poisoning of farm animals with cyanogenic glycosides in modern agricultural complex. The main carrier plants posing a threat to cattle, small cattle, pigs and horses, including forage crops (sorghum, vetch, clover) and wild species are analyzed. Modern data on the mechanism of the toxic action of hydrocyanic acid, clinical picture and pathoanatomical changes are presented. Particular attention is paid to a comparative analysis of traditional (sodium nitrite, sodium thiosulfate) and new antidotes (hydroxocobalamin, cobinamide) that have appeared in veterinary and medical practice in recent years. Actual methods of prevention, including agrotechnical techniques and the use of feed additives, are described.

Keywords: farm animals; cyanogenic glycosides; hydrocyanic acid; poisoning; antidotes; hydroxocobalamin; cobinamide; prevention; feed

В современных условиях интенсификации животноводства и расширения кормовой базы проблема профилактики незаразных болезней, в частности кормовых отравлений, сохраняет высокую актуальность [10]. Несмотря на комплекс мероприятий, направленных на профилактику интоксикаций, в хозяйствах продолжают регистрировать случаи отравлений животных, в том числе веществами природного происхождения [4]. Цианогенные гликозиды (нитрилгликозиды, циангликозиды) являются вторичными метаболитами многих растений, широко распространённых в кормовых угодьях. Общее число цианогенных растений в природе превышает 2500 видов, при этом практическое ветеринарное значение имеют около 200 видов, способных вызывать отравления животных при определённых условиях [1]. Попадая в организм с кормом, эти вещества высвобождают синильную кислоту (HCN), которая относится к наиболее быстродействующим ядам, причём токсический эффект развивается в течение минут, что часто не оставляет времени для эффективного лечения [5]. В последние годы как в мировой, так и в отечественной ветеринарной токсикологии наметился переход к использованию новых антидотных средств, обладающих лучшей переносимостью и более широким терапевтическим окном, что обусловливает необходимость обобщения и систематизации современных данных по данной проблеме [6].

Методика исследований. Материалом для обзора послужили научные публикации в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, данные клинических и экспериментальных исследований, а также профильные руководства по ветеринарной токсикологии. Поиск литературы осуществлялся по ключевым словам: «циангликозиды», «синильная кислота», «отравление животных», «антидоты», «гидроксокобаламин», «сорго». Глубина поиска составила 20 лет, приоритет отдавался источникам последних 5–10 лет. В обзор включены данные о растениях-носителях, механизмах токсического действия, клинической картине, современных методах диагностики, лечения и профилактики.

Результаты исследований и их обсуждение. Синильная кислота (HCN) представляет собой легколетучую бесцветную жидкость с характерным запахом горького миндаля, относящуюся к наиболее сильным и быстродействующим ядам. В растениях она находится в связанной форме – в составе нитрилгликозидов. В целостном неповреждённом растении циангликозиды и ферменты, их расщепляющие (гликозидазы), пространственно разделены, однако при нарушении целостности растительной ткани (измельчение, замораживание, увядание, пережёвывание) или в кислой среде желудка происходит гидролиз с высвобождением HCN [1, 5]. В современных агроэкосистемах основными источниками цианогенных гликозидов являются кормовые и сорные растения. К наиболее значимым относятся кормовые культуры, такие как сорго всех видов, суданская трава, вика яровая, клевер луговой, лён посевной и люцерна, а также дикорастущие растения – черемуха, бобовник, бухарник шерстистый, лядвенец рогатый, манник водяной, триостренник и паслён чёрный; кроме того, опасность представляют листья и косточки плодовых культур (абрикоса, персика, вишни, сливы, горького миндаля) [1, 5]. Содержание цианогенных гликозидов подвержено значительным колебаниям под влиянием абиотических факторов: засуха, заморозки, а также механические повреждения растений способствуют накоплению этих соединений. Как отмечают в научных источниках, в современных условиях, на фоне меняющихся эпизоотологических рисков, особенно важным становится постоянный контроль кормовой базы, и активная разработка профилактических мер против кормовых интоксикаций. Это связано с тем, что изменение климата и интенсификация процессов производства кормов формируют новые предпосылки для отравлений животных. В частности, повышается вероятность распространения цианогенных растений в кормовых культурах, что создаёт прямую угрозу для здоровья поголовья. Поэтому системный мониторинг и заблаговременное внедрение защитных стратегий становятся ключевыми элементами устойчивого животноводства [6]. Подтверждением того, что эта проблема остаётся актуальной, являются недавние вспышки отравлений в Европе. В частности, в августе 2022 года на северо-западе Италии, в провинции Кунео, произошла массовая гибель крупного рогатого скота – 66 голов. Причиной стало выпасание животных на пастбищах с сорго (виды Sorghum bicolor и Sorghum halepense). Экстремальная

засуха и высокие температуры привели к критическому накоплению в растениях дуррина – цианогенного гликозида, характерного для сорго. Его концентрация превысила летальный порог в 200 мг/кг, что и вызвало отравление [8].

Синильная кислота быстро всасывается через слизистые оболочки ротовой полости, желудка и кишечника. Механизм токсического действия заключается в необратимом связывании иона CN^- с трёхвалентным железом (Fe^{3+}) цитохромоксидазы (цитохром а-$а_3$) – ключевого фермента митохондриальной дыхательной цепи, что приводит к блокаде тканевого дыхания и развитию гистотоксической гипоксии: клетки перестают усваивать кислород при его нормальном содержании в крови [1, 3]. Летальные дозы синильной кислоты для сельскохозяйственных животных составляют в среднем 1–1,5 мг/кг для крупного рогатого скота, овец, коз, свиней и лошадей [1]. Смертельная доза амигдалина для крупного рогатого скота составляет 4-8 мг/кг. Клиническая картина отравления развивается молниеносно или остро (в течение 15–30 минут). У животных отмечаются беспокойство, одышка, тахикардия, ярко-алая окраска слизистых оболочек (вследствие высокого содержания оксигемоглобина в венозной крови), судороги, атаксия, сменяющаяся коматозным состоянием и смертью от паралича дыхательного центра [1]. При патологоанатомическом вскрытии характерны ярко-алая несвёртывающаяся кровь, запах горького миндаля от содержимого желудочно-кишечного тракта, венозный застой внутренних органов, а также кровоизлияния под эпикардом и эндокардом. Диагноз ставится комплексно на основании эпизоотологических данных (анализ рациона, условия выпаса, массовость и быстрота заболевания), клинической картины, патологоанатомических изменений и результатов химико-токсикологического анализа кормов, содержимого рубца и крови на наличие синильной кислоты (реакция с пикратом натрия) [1].

Лечение отравлений циангликозидами должно быть экстренным и комплексным. Терапия при отравлении цианогенными растениями представляет собой комплекс мер, направленных на устранение токсина, поддержание жизненных функций и нейтрализацию яда. Лечебные мероприятия традиционно включают три ключевых направления.

Первое – это удаление токсина из желудочно-кишечного тракта. У крупного рогатого скота это может быть промывание рубца (руменотомия) или введение адсорбентов, чтобы предотвратить дальнейшее всасывание яда.

Второе направление – патогенетическая, или поддерживающая, терапия. Она направлена на борьбу с последствиями отравления и включает кислородотерапию для преодоления тканевой гипоксии, а также применение сердечно-сосудистых средств для стабилизации гемодинамики.

Третье и наиболее важное звено – специфическая антидотная терапия, направленная непосредственно на нейтрализацию цианида. Классическая схема, известная с середины XX века, основана на последовательном применении двух препаратов. Сначала вводится метгемоглобинообразователь, например, натрия нитрит. Он преобразует часть гемоглобина в метгемоглобин, который связывает цианид, отвлекая его от цитохромоксидазы – ключевого фермента клеточного дыхания. Затем вводится тиосульфат натрия, который служит донором серы для фермента родоназы. Этот фермент превращает цианид в относительно нетоксичный тиоцианат, который выводится почками.

Несмотря на свою эффективность, эта классическая схема имеет ряд недостатков, таких как риск развития метгемоглобинемии и гипотензии, что ограничивает её применение в полевых условиях или у пациентов с сопутствующими заболеваниями. Это подчёркивает актуальность разработки и внедрения более безопасных и удобных антидотов, таких как гидроксокобаламин и кобинамид [1]. Натрия нитрит окисляет гемоглобин в метгемоглобин, который связывает цианид в нетоксичный цианметгемоглобин, в то время как натрия тиосульфат служит донором серы для фермента роданазы, превращающего цианид в малотоксичный роданид (тиоцианат). Однако, как указывают Овсянников и соавторы [4], недостаточная эффективность общепринятых мер терапии, а также высокая стоимость и труднодоступность сырья обуславливают необходимость поиска новых более эффективных методов лечения животных при отравлениях. Кроме того, нитриты имеют узкое терапевтическое окно и способны вызывать опасную гипотензию и чрезмерный метгемоглобиноз, особенно у молодняка, а тиосульфат натрия действует медленно, что де-

лает его менее эффективным в качестве монотерапии при тяжёлых отравлениях [9].

Гидроксокобаламин (витамин B12a) стал важным шагом в лечении отравлений цианидом, действуя как прямой антидот. Он связывает цианид, превращая его в нетоксичный цианокобаламин, который затем выводится почками. Каждая молекула препарата нейтрализует одну молекулу яда, замещая гидроксогруппу на цианид. Эксперименты на собаках, получивших смертельную дозу цианида калия, показали 100 % выживаемость через 14 дней после введения гидроксокобаламина в дозе 150 мг/кг, тогда как в контрольной группе выжило лишь 18 %. Препарат также снижал концентрацию цианида в крови со 120 нмоль/мл до 30–40 нмоль/мл к концу инфузии. Клинические данные по 245 пациентам подтверждают эффективность: среди 144 пациентов без остановки сердца на момент введения выживаемость составила 82 %. В группе из 34 пациентов с потенциально летальной концентрацией цианида (≥100 мкмоль/л) выжило 62 % [9].

Гидроксокобаламин обладает высокой безопасностью: он не вызывает образования метгемоглобина и не приводит к падению артериального давления, а также действует быстро. Ещё более перспективным считается кобинамид — водорастворимый аналог гидроксокобаламина. Его ключевое преимущество в наличии двух сайтов связывания цианида, что позволяет одной молекуле нейтрализовать две молекулы токсина. В сравнительном исследовании на свиньях с острой остановкой дыхания, вызванной цианидом, кобинамид в дозе 12,5 мг/кг показал эффективность, аналогичную гидроксокобаламину в дозе 65 мг/кг. Время восстановления самостоятельного дыхания составило 1 минуту 49 секунд в группе кобинамида против 1 минуты 48 секунд в группе гидроксокобаламина. Выживаемость в обеих группах достигла 10 из 11 животных [7].

Эффективная доза кобинамида примерно в пять раз ниже, чем у гидроксокобаламина. Это делает его особенно удобным для внутримышечного применения в полевых условиях, где внутривенный доступ может быть затруднён.

Выводы. Проблема отравлений сельскохозяйственных животных цианогенными гликозидами остаётся актуальной в связи с широкой распространённостью растений-носителей и изменением агротехнологий, что подтверждается как отечественными, так и зарубежными исследованиями последних лет. Успех борьбы с этой патологией зависит от комплекса мер: грамотной профилактики (включающей контроль за кормовой базой, правильный выбор пастбищ и технологии заготовки кормов), ранней диагностики и своевременного применения эффективных антидотов. Традиционные антидоты (натрия нитрит, натрия тиосульфат), несмотря на доказанную эффективность, имеют существенные ограничения, связанные с токсичностью и медленным началом действия. Внедрение в практику гидроксокобаламина, а в перспективе – кобинамида, открывает новые возможности для лечения отравлений синильной кислотой. Эти препараты обладают лучшей переносимостью, более быстрым действием и могут быть использованы в более широком диапазоне доз. Разработка лекарственных форм кобинамида для внутримышечного введения является приоритетной задачей для повышения доступности антидотной помощи в условиях животноводческих ферм.

Список литературы

1. Жуленко В. Н. Ветеринарная токсикология : учебник и учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Н. Жуленко, М. И. Рабинович, Г. А. Таланов. – Москва : Колос, 2004. – 384 с.

2. Забашта Н. Н. Токсикология кормов и кормовых добавок : учебное пособие / Н. Н. Забашта, Е. Н. Головко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 112–118.

3. Конюхов Г. В. Токсикологическая характеристика цианогенных гликозидов кормовых растений / Г. В. Конюхов, Ю. А. Пономаренко, Е. Н. Хижняк // Ветеринарная патология. – 2020. – № 4. – С. 45–52.

4. Овсянников А. П. Эффективная схема лечения коров при отравлении гербицидом / А. П. Овсянников, Д. Д. Хайруллин, С. М. Домолазов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022.

5. Скобликов Н. Э. Особенности возрастной динамики бактериофагов E. coli кишечного микробиоценоза поросят / Н. Э. Скобликов, Н. Н. Забашта, А. А. Зимин // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-

исследовательского института животноводства. – 2012. – Вып. 1. – С. 22–26.

6. Фролов Г. С. Современные эпизоотологические вызовы и перспективы развития ветеринарной медицины / Г. С. Фролов, Т. М. Закиров, В. Р. Юсупова [и др.] // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930–2015), Чебоксары, 18 ноября 2025 года. – Чебоксары : Чувашский государственный аграрный университет, 2025. – С. 564–573.

7. Bebarta V. S. Intravenous Cobinamide Versus Hydroxocobalamin for Acute Treatment of Severe Cyanide Poisoning in a Swine (Sus scrofa) Model / V. S. Bebarta, D. A. Tanen, S. Boudreau [et al.] // Annals of Emergency Medicine. – 2014. – Vol. 64, No. 6. – P. 612–619. – DOI: 10.1016/j.annemergmed.2014.02.009.

8. Caprai E. Overview of Cyanide Poisoning in Cattle from Sorghum halepense and S. bicolor Cultivars in Northwest Italy / E. Caprai [et al.] // Animals. – 2024. – Vol. 14, No. 5. – P. 743. – DOI: 10.3390/ani14050743.

9. Hall A. H. Which Cyanide Antidote? / A. H. Hall, J. A. Saiers, F. J. Baud // Critical Reviews in Toxicology. – 2009. – Vol. 39, No. 7. – P. 541–552.

10. Yakimov O. A. The influence of feed additive of zeolite on micromorphology of certain organs of the digestive system of calves / O. A. Yakimov, M. K. Gainullina, G. A. Gasimova [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9, No. 6. – P. 1122–1129.

DOI: 10.48612/sbornik-2026-1-35
УДК 612.017.1:636.22/.28.03/.087.8

ВЛИЯНИЕ ХИТОЗАНА НА СОДЕРЖАНИЕ ИММУНОКОМПЕТЕНТНЫХ КЛЕТОК В КРОВИ ЖИВОТНЫХ

Бакаева Лариса Николаевна[1], канд. с.-х. наук
Сингариева Наталья Шукатовна[1], канд. вет. наук
Топурия Гоча Мирианович[2], д-р биол. наук
Болычевский Станислав Евгеньевич[2], канд. биол. наук
[1]ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, г. Оренбург, Российская Федерация
[2]ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России, г. Оренбург, Российская Федерация

Изучено влияние хитозана на иммунобиологический статус телят раннего возраста. Установлено, что использование препарата в дозе 30–90 мл способствует повышению в крови молодняка количества иммунокомпетентных клеток. В месячном возрасте у представителей опытных групп наблюдалось повышение в крови относительно животных контрольной группы абсолютного числа Т-лимфоцитов на 5,38–9,23 %, относительного – на 3,71–4,16 %. Наблюдалось и увеличение числа В-лимфоцитов на 4,77–11,90 % – абсолютного и на 7,98–8,59 % – относительного количества.

Ключевые слова: телята; кровь; иммунитет; Т-лимфоциты; В-лимфоциты

EFFECT OF CHITOSAN ON IMMUNOCOMPETENT CELL CONTENT IN ANIMAL BLOOD

Bakaeva Larisa Nikolaevna[1], PhD Agr. Sci.
Singarieva Natalia Shukatovna[1], PhD Vet. Sci.
Topuria Gocha Mirianovich[2], Dr. Biol. Sci.
Bolychevsky Stanislav Evgenievich[2], PhD. Biol. Sci.