

ЭНДОТОКСИНЫ: НЕВИДИМЫЕ, НО ОПАСНЫЕ. РАЗОБЛАЧЕНИЕ ЗАБЛУЖДЕНИЙ

С. ШАУМБЕРГЕР, компания «Биоин Холдинг ГмБХ», Австрия
М. ТАРАСОВ, ООО «Биоин», Россия

В отличие от микотоксинов количество бактерий в кормах и организме животного, а также и человека постоянно изменяется. И пока существует баланс между размножением и гибелью бактерий, все процессы в организме протекают нормально, но что произойдет, если этот баланс нарушить? Что произойдет, если численность бактерий превысит ту, с которой организм может справиться? В этом случае бактерии могут синтезировать такое количество вредных веществ, которое ослабит защитные силы организма и окажет на него разрушающее воздействие.

В зависимости от своих характеристик бактерии продуцируют эндо- или экзотоксины. Основные различия между этими видами токсинов представлены в таблице.

Экзотоксины нарушают нормальный обмен веществ в клетке, вызывают серьезные поражения в организме. Эти токсины могут как секретироваться, так и высвобождаться в результате лизиса клетки, подобно эндотоксинам. Экзотоксины, реагирующие с клетками эпителия тонкого кишечника и вызывающие диарею и гастроэнтерит, называются энтеротоксинами, которые в свою очередь продуцируются различными видами бактерий. Примерами энтеротоксигенных *E. coli* являются: энтеротоксическая *E. coli* (A) — ETEC; энтеропатогенная *E. coli* (B) — EPEC; энтероинвазивная *E. coli* (C) — EIEC; интеногеморрагическая *E. coli* (D) — EHEC (рис. 1). Каждый из этих штаммов может вызывать определенный вид диареи в зависимости от механизма инвазии. Например, ETEC, которую считают этиологическим фактором диареи путешественников, продуцирует опасные термостабильные токсины LT 1 и LT 2, а EHEC вызывает опасную кровавую диарею. В числе прочих экзотоксинов особое внимание заслуживают нейротоксины, продуцируемые бактериями *Clostridia spp.*, которые поражают центральную нервную систему и являются одним из самых опасных типов природных токсинов. Кроме того, к экзотоксинам относятся также гемотоксины (разрушающие эритроциты) и кардиотоксины (негативно влияющие на сердечную мышцу).

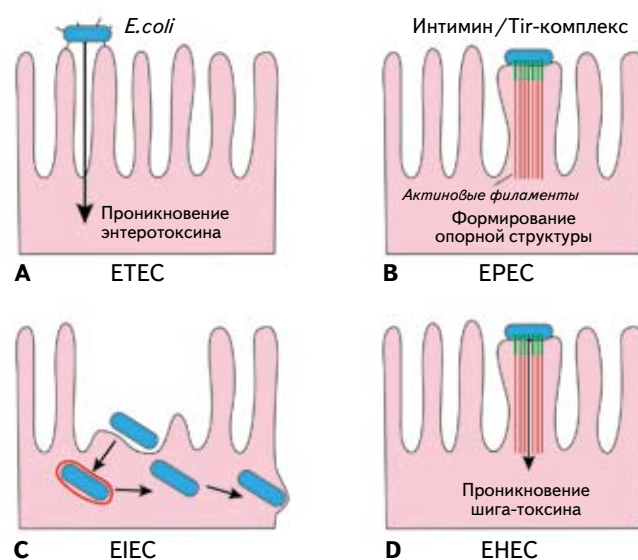


Рис. 1. Примеры энтеротоксинов *E. coli*

Эндотоксины — чрезвычайно интересные вещества. С одной стороны, они оказывают благоприятное стимулирующее влияние на иммунную систему, с другой — вызывают эндотоксический шок с летальным исходом. Несмотря на многочисленные исследования, проведенные в последние годы, все еще до конца неясно, где именно находится точка равновесия между позитивным (иммуномодулирующим) и негативным эффектами.

Особый интерес для свиноводства представляет причастность эндотоксинов к синдрому мастит-метрит-агалактия (ММА) у свиноматок, а также к синдрому внезапной смерти поросят. Но это всего лишь два примера, связанных с эндотоксинами, которые приводят к финансовым потерям и создают дополнительные проблемы для сельхозтоваропроизводителей.

Эндотоксины — главный компонент внешней наружной мембраны грамотрицательных бактерий (в том числе *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Pseudomonas*) независимо от того, является ли микроорганизм патогенным или нет. Исходя из химической структуры молекул, эндотоксины в научной литературе часто называют липополисахаридами (ЛПС). После высвобождения и по-

Основные различия между эндо- и экзотоксинами

Эндотоксины	Экзотоксины
Белковые комплексы, входящие в состав клеточной стенки грамотрицательных бактерий	Белки, экскретируемые грамотрицательными и грамположительными бактериями
Высвобождаются в результате гибели, лизиса или интенсивной пролиферации бактерий	Экскретируются живыми бактериями, грибами, водорослями и простейшими
Влияют на сложные процессы развития иммунного и воспалительного ответов в организме	Воздействуют на желудочно-кишечный тракт
Вызывают состояние лихорадки, инфлюэнцы, в тяжелых формах — шок и летальный исход	Вызывают диарею

падения в кровотоке, ЛПС связываются со специальными белками крови, транспортируются в печень и нейтрализуются гепатоцитами. Они также могут депонироваться в жировой ткани или выводиться из организма молочными железами, кишечником, легкими. Токсичным и неизменным компонентом ЛПС является липид А, одинаковый в составе всех клеточных стенок грамотрицательных бактерий (рис. 2). Поскольку липид А встроен в наружную мембрану бактериальной клетки, он может проявлять свои токсические свойства только после высвобождения. Например, во время клеточного деления или лизиса, в результате автолиза, поглощения и переваривания фагоцитами, а также в результате воздействия некоторых антибиотиков.

Основное отличие эндотоксинов от экзотоксинов в том, что эндотоксины взаимодействуют с белками крови, в том числе и с цитокинами, и оказывают иммуномодулирующее воздействие (рис. 3). После проникновения в клетку они связываются с липополисахаридом, связывающим протеин (ЛСП), и переносятся на белок кластера (CD14). Этот новый комплекс активирует рецептор (TLR4), что инициирует развитие врожденного иммунного ответа (3а).

В случае нарушения барьерной функции кишечника (при пониженной перистальтике) повышается проницаемость микробов, и в это время организму необходимо справиться с большим количеством эндотоксинов. До тех пор пока печень и другие органы здоровы, организм способен противостоять ЛПС. Но если достигнуто такое состояние, при котором печень не может оказывать сопротивление высокой эндотоксической нагрузке, иммунная и эндокринная системы активизируются. Со стороны иммунной системы включаются реакции воспаления: ЛПС связываются с белками плазмы крови и распознаются моноцитами, которые в свою очередь начинают вырабатывать противовоспалительные цитокины. Как следствие, это приводит в лучшем случае к истощению, а в худшем — даже к смерти.

Одним из основных признаков интоксикации организма эндотоксинами является повышение температуры.

Факторы, способствующие развитию эндотоксин-ассоциированных заболеваний у свиней: стресс, связан-

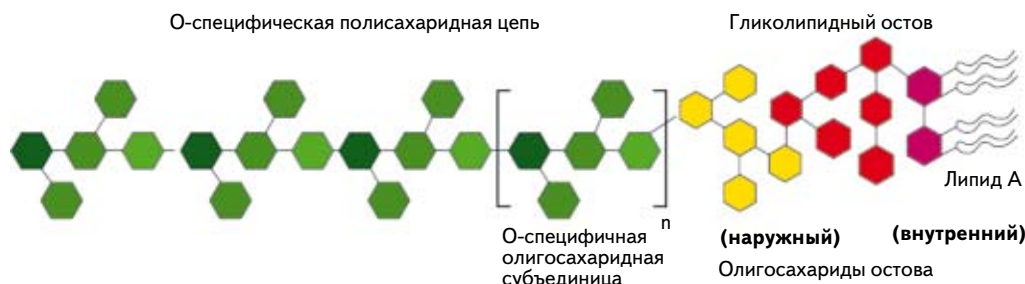


Рис. 2. Структура эндотоксина (ЛПС) грамотрицательных бактерий

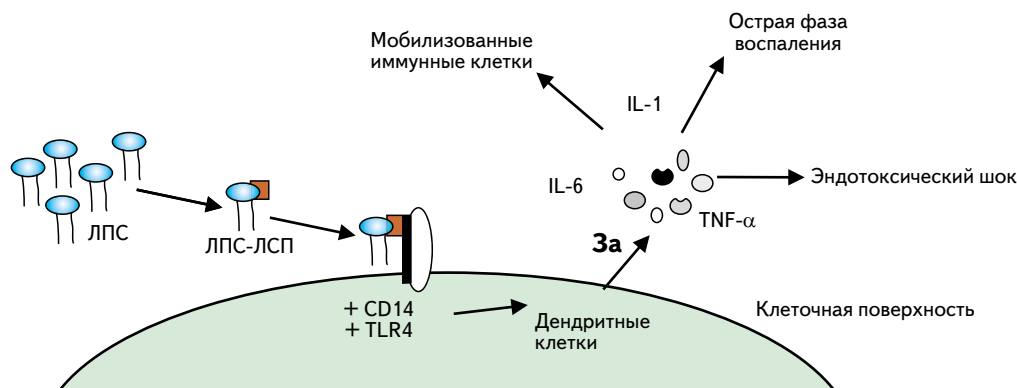


Рис. 3. Механизм ответа организма хозяина на эндотоксины

ный с повышением температуры окружающего воздуха, с плохой экологией; несбалансированный рацион; запор из-за пониженной перистальтики; нарушение баланса микрофлоры кишечника — дисбиоз; некрозы слизистой кишечника, вызванные бактериями, вирусами; нарушение правил гигиены; применение антибиотиков.

Меры профилактики при отравлении свиней эндотоксинами: поддержание кишечника в здоровом состоянии — правильное составление рационов; применение антибиотиков совместно с противовоспалительными препаратами для лечения ММА и сходных заболеваний; контроль температуры тела (лихорадка — это ранний защитный механизм); содержание станков и животных в чистоте (например, мытье животных до перевода в другое помещение).

Продукты линии Микофикс® представляют собой комплексно-стратегическое решение проблем, вызываемых не только микотоксинами, но и эндотоксинами.

Адсорбирующий компонент способен надежно связывать эндотоксины. Помимо этого, биологические компоненты стимулируют выработку противовоспалительных цитокинов IL-10, повышают активность макрофагов и подавляют синтез противовоспалительных цитокинов IL-6 и TNF-α. Более того, экстракт водорослей, входящий в состав Микофикс®, также характеризуется высокой эффективностью в ингибировании продуцирования противовоспалительных цитокинов IL-6 и TNF-α. ■

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

ЕСЛИ ВЫ ОПОЗДАЛИ ПОДПИСАТЬСЯ НА НАШ ЖУРНАЛ НА 2012 ГОД В АГЕНТСТВЕ РОСПЕЧАТЬ

(ИНДЕКСЫ: НА ГОД 71379, НА ПОЛУГОДИЕ 70435).

ТО ВЫ МОЖЕТЕ ЭТО СДЕЛАТЬ В РЕДАКЦИИ, ОТПРАВИВ ЗАЯВКУ ПО ТЕЛ./ФАКСАМ, А ТАКЖЕ ПО E-MAIL

Тел./факсы: (499) 977-65-87, 977-48-92; e-mail: red-kombikorma@yandex.ru