

Практические аспекты использования современных методов типирования сальмонеллы на производстве и в научных целях



ЧЕРКИЗОВО

С 1974



Возбудитель

Сальмонеллы – грамотрицательные гаммапротеобактерии, принадлежащие к семейству *Enterobacteriaceae*. Род *Salmonella* делится на 2 вида: *S. enterica* и *S. bongori*, которые включают в себя > 2600 известных серотипов.

Сальмонеллез был зарегистрирован во всех странах, но нетифозная инфекция, по-видимому, наиболее распространена в районах интенсивного животноводства, особенно домашней птицы и свиней [1].

Многие животные, особенно домашняя птица и свиньи, а также крупный рогатый скот и овцы, могут быть инфицированы без проявления клинических признаков. Такие животные играют центральную роль в распространении инфекции между стадами и внутри них.

Степень тяжести болезни зависит от факторов, связанных с хозяином, и от серотипа.

Согласно ВОЗ нетифоидные сальмонеллы являются причиной, ежегодных потерь в 4,07 миллиона лет жизни с поправкой на инвалидность (DALY) [2].



Генетическое и серотипическое разнообразие

В настоящее время известно более 2600 сероваров, но существует также ряд стабильных монофазных вариантов клонов нескольких сероваров, причем список сероваров не обновлялся более 10 лет.

Наиболее распространенные серовары, вызывающие инфекции у человека и сельскохозяйственных животных, относятся к подвиду *enterica*. Серовары других подвидов чаще встречаются у хладнокровных животных и в окружающей среде, но иногда связаны с заболеваниями человека. Некоторые серовары подвидов *arizonae* и подвидов *diarizonae* могут вызывать заболевание у индеек и овец, а другие могут переноситься рептилиями и амфибиями [1].



Задачи, решаемые типированием сальмонеллы

- Детекция серотипов, специфичных к организму хозяина и/или способных вызывать инфекцию
- Прослеживание источника вспышки/распространения определенных серотипов, дифференциация вакцинных штаммов
- Определение антибиотикоустойчивости
- Исключение серотипов, способных вызывать заболевания у людей
- ***В перспективе:*** адаптация законодательной практики регулирования сальмонеллы под современные условия производства с учетом достижений науки



Серотипы, обычно ассоциированные с инфекцией [8]

Salmonella Serovars Commonly Associated with Clinical Disease by Animal Species

Animal Species	<i>Salmonella</i> serovar
Cattle	<i>S</i> Typhimurium, <i>S</i> Dublin, <i>S</i> Newport
Sheep and goats	<i>S</i> Typhimurium, <i>S</i> Diarizonae, <i>S</i> Abortusovis, <i>S</i> Hindmarsh, <i>S</i> Brandenburg
Pigs	<i>S</i> Typhimurium, <i>S</i> Choleraesuis, <i>S</i> Typhisuis, <i>S</i> Heidelberg, <i>S</i> Derby
Horses	<i>S</i> Typhimurium, <i>S</i> Agona, <i>S</i> Anatum
Poultry	<i>S</i> Pullorum, <i>S</i> Gallinarum, <i>S</i> Typhimurium, <i>S</i> Enteritidis



Прослеживание источника

В научной литературе показано, что типирование сальмонеллы позволяет проследить источник ее распространения [3-5]. Данная информация позволяет более эффективно планировать процесс эрадикации сальмонеллы за счет выявления «проблемных точек».

Источники инфекции:

- больная и переболевшая птица;
- другие животные-сальмонеллоносители;
- рабочий персонал;
- корма животного происхождения (мясо-костная и рыбная мука) и растительного происхождения.

Определение вакцинных штаммов

В Россию было завезено 10 вакцин против сальмонеллеза, включая **три живые вакцины** против сальмонеллеза (AviPro® Salmonella Vac E, AviPro® Salmonella Vac T, AviPro® Salmonella Duo)



Определение антибиотикоустойчивости

Устойчивость к противомикробным препаратам – проблема общественного здравоохранения, вызывающая озабоченность во всем мире, и *Salmonella* входит в число микроорганизмов, у которых появилось определенное количество устойчивых серотипов, встречающихся в пищевой цепи.

Также: устойчивость к антибактериальным препаратам влияет на эффективность методов эрадикации.

Главный механизм устойчивости – это точечные мутации бактериальной хромосомы, вследствие чего значительно изменяется фенотип бактерии. Другой предполагаемый механизм – снижение проницаемости бактериальной клетки к дезинфектантам и антибиотикам.



Законодательная практика

Российская Федерация:

УТВЕРЖДЕН
Решением Комиссии
Таможенного союза
от 9 декабря 2011 г. № 880



**ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ
ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА**

ТР ТС 021/2011

О безопасности пищевой продукции

Микробиологические нормативы безопасности (патогенные)

Показатель	Группа продуктов	Масса продукта (г), в которой не допускается
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	Мясо и мясная продукция; субпродукты, шпик свинной и продукты из него	25
	Яйца птицы и продукты их переработки	25 125 г - яйца сырые (5 образцов по 25г каждый); анализ проводится в желтках
	Молоко и молочная продукция (кроме продуктов стерилизованных, ультрапастеризованных с асептическим фасованием), питательные среды для заквасок, молокосвёртывающие препараты, смеси сухие для мороженого	25 (50 – для концентрата лактулозы, белка молочного, казеина)
	Закваски	100 (жидкие), 10 (сухие)
	Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них (кроме рыбного жира)	25

Законодательная практика

Страны Персидского залива:

هيئة التقييس لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية
STANDARDIZATION ORGANIZATION FOR G.C.C (GSO)

Final Draft

GSO /FDS 1016 / 2014

المعايير الميكروبيولوجية للسلع والمواد الغذائية
MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR
FOODSTUFFS

THIS STANDARD IS A DRAFT GULF STANDARD CIRCULATED FOR COMMENTS. IT IS, THEREFORE, SUBJECT TO CHANGE AND MAY NOT BE REFERRED TO AS A GULF STANDARD UNTIL APPROVED BY THE BOARD OF DIRECTORS.

GSO STANDARD

GSO 1016/2014

3. Meat, Poultry and its Products

Item	Microorganisms	Limit per gram or cm ² *			
		n	c	m	M
Raw meat (chilled/frozen); whole or half carcasses; pieces with or without bones	- Aerobic plate count	5	2	10 ³	10 ⁵
	- <i>Salmonella</i>	5	0	0	-
	- <i>Escherichia coli</i> O157	5	0	0	-
Fresh poultry (chilled/frozen)	- Aerobic plate count	5	3	5x10 ³	5x10 ⁵
	- <i>Salmonella</i> **	5	1	0	-
	- <i>Campylobacter jejuni</i> ***	5	0	0	-
Raw minced (meat and poultry), chilled/frozen	- Aerobic plate count****	5	2	5x10 ³	5x10 ⁵
	- Enterobacteriaceae	5	2	10 ²	10 ⁴
	- <i>Salmonella</i>	5	0	0	-
	- <i>Escherichia coli</i> O157	5	0	0	-
	- <i>Staphylococcus aureus</i> ***	5	2	10 ³	10 ³
	- <i>Clostridium perfringens</i> *****	5	2	10 ³	10 ⁴
Raw minced/pieces meat (chilled/frozen) with soy or marinated (e.g. kabba; meat balls, fresh sausage, meat burgers)	- Aerobic plate count	5	3	10 ⁶	10 ⁷
	- <i>Salmonella</i>	5	0	0	-
	- <i>Escherichia coli</i> O157	5	0	0	-
	- <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	5x10 ²	10 ³
	- <i>Clostridium perfringens</i>	5	2	10 ²	10 ⁴
Raw edible offal (chilled/frozen) e.g. liver testes, kidney, gizzard	- Aerobic plate count	5	2	10 ⁵	10 ⁶
	- <i>Salmonella</i>	5	0	0	-
Cured and/or smoked meat, mortadella, luncheon meat, basterma	- Aerobic plate count	5	3	5x10 ³	5x10 ⁶
	- <i>Salmonella</i>	10	0	0	-
	- <i>Escherichia coli</i> O157	5	0	0	-
	- <i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	0	-
	- <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	5x10 ³	5x10 ³
	- <i>Bacillus cereus</i>	5	2	10 ³	10 ³
Cured and/or smoked poultry meat, mortadella, frankfurters, turkey, smoked turkey breast	- Aerobic plate count	5	3	10 ⁴	10 ⁵
	- <i>Salmonella</i>	10	0	0	-
	- <i>Campylobacter jejuni</i>	5	0	0	-
	- <i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	0	-
	- <i>Staphylococcus aureus</i>	10	2	10 ³	10 ⁴
	- <i>Bacillus cereus</i>	5	2	10 ³	10 ³
- <i>Clostridium perfringens</i>	5	2	10 ⁴	10 ⁴	

*Limit per cm² in case of red meat only

** Sample is rejected if the sample unit is positive to *Salmonella typhimurium* and *Salmonella enteritidis* test.

*** In case of chilled minced meat and chilled poultry.

**** This criterion shall not apply to minced meat produced at retail level when the shelf-life of the product is less than 24 hours.

***** Optional.



Законодательная практика

Китай:

GB

Государственный стандарт Китайской Народной Республики
GB 29921-2021



中华人民共和国国家标准

GB 14881-2013

National Food Safety Standard
General Hygienic Regulation for Food
Production

Государственный стандарт безопасности пищевых продуктов
Предельное содержание патогенных микробов в расфасованных
пищевых продуктах

2013-05-24 发布

2014-06-01 实施

Дата публикации: 07.09.2021

Вступает в силу: 22.11.2021

Опубликовано Государственным комитетом КНР по вопросам
гигиены и здравоохранения

Главное управление КНР по контролю и регулированию рынка

Chinese Standard: GB 14881-2013

Категория пищевых продуктов	Показатели патогенных микробов	Способы отбора образцов и предельное содержание (если не указано, выражено в 25 г или 25 мл)				Методы проверки
		n	c	m	M	
Молочные продукты	Сальмонелла	5	0	0	—	GB 4789. 4
	Золотистый стафилококк	5	0	0	—	GB 4789. 10
		5	2	100 КОЕ/г	1 000 КОЕ/г	
		5	2	10 КОЕ/г	100 КОЕ/г	
Листерия	5	0	0	—	GB 4789. 30	
Мясная продукция	Сальмонелла	5	0	0	—	GB 4789. 4
	Листерия	5	0	0	—	GB 4789. 30
	Золотистый стафилококк	5	1	100 КОЕ/г	1 000 КОЕ/г	GB 4789. 10
	Кишечная палочка, вызывающая диарею	5	0	0	—	GB 4789. 6

Законодательная практика

ЕС:

COMMISSION REGULATION (EU) No 1086/2011

of 27 October 2011

amending Annex II to Regulation (EC) No 2160/2003 of the European Parliament and of the Council and Annex I to Commission Regulation (EC) No 2073/2005 as regards *salmonella* in fresh poultry meat

(Text with EEA relevance)

(8) In accordance with Commission Decision 2005/636/EC of 1 September 2005 concerning a financial contribution of the Community towards a baseline survey on the prevalence of *Salmonella* spp. in broiler flocks of *Gallus gallus* to be carried out in the Member States ⁽¹⁾, Commission Decision 2006/662/EC of 29 September 2006 concerning a financial contribution from the Community towards a baseline survey on the prevalence of salmonella in turkeys to be carried out in the Member States ⁽²⁾ and Commission Decision 2007/516/EC of 19 July 2007 concerning a financial contribution from the Community towards a survey on the prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp. in broiler flocks and on the prevalence of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in broiler carcasses to be carried out in the Member States ⁽³⁾ information was collected on the prevalence of salmonella in broiler flocks, turkey flocks and broiler carcasses, respectively. The results of these surveys, as well as preliminary results of the first year of national salmonella control programmes in broilers (2009) in accordance with Article 5 of Regulation (EC) No 2160/2003 show that salmonella prevalence in flocks of broilers and turkeys is still high ⁽⁴⁾. In addition, national salmonella control programmes in turkeys in accordance with Regulation (EC) No 2160/2003 only became mandatory from 2010 onwards. The application of the criterion to all salmonella serotypes before a notable reduction of the prevalence of salmonella in flocks of broilers and turkeys has been demonstrated may result in a disproportionate economic impact for the industry. Chapter I of Annex I to Regulation (EC) No 2073/2005 should therefore be amended.

(9) According to the Community Summary Report on trends and sources of zoonoses, and zoonotic agents and food-borne outbreaks in the European Union in 2008 ⁽⁵⁾ by the European Food Safety Authority approximately 80 % of human salmonellosis cases are caused by *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium* which is similar to preceding years. Poultry meat remains a major source of human salmonellosis.

(10) Setting a criterion for *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium* would provide the best balance between reducing human salmonellosis attributed to the consumption of poultry meat and the economic consequences of the application of that criterion. At the same time, it would encourage food business operators to take measures at previous stages of poultry production that may contribute to the reduction of all serotypes of salmonella with public health significance. Focusing on those two serotypes would also be consistent with the Union targets set for primary production of poultry.



Законодательная практика

США:

Salmonella in Not-Ready-To-Eat Breaded Stuffed Chicken Products

DOCKET NUMBER

Docket No. FSIS-2022-0013

FINAL RULE DATE

May 01, 2024

FSIS is announcing its final determination that not ready-to-eat (NRTE) breaded stuffed chicken products that contain *Salmonella* at levels of 1 Colony Forming Unit per gram (hereinafter, “1 CFU/g”) or higher are adulterated within the meaning of the Poultry Products Inspection Act (PPIA). FSIS is also announcing that it intends to carry out verification procedures, including sampling and testing of the raw incoming chicken components used to produce NRTE breaded stuffed chicken products prior to stuffing and breading.

USDA FY 2022-2026 Food Safety Key Performance Indicator



Reduction in the proportion of poultry samples with Salmonella serotypes commonly associated with human illness

A key performance indicator (KPI) is a measure that is used to evaluate FSIS' progress towards reaching its objectives and goals identified in both Agency and USDA strategic plans and will serve as a metric for success for the USDA Fiscal Year (FY) 2022-2026 Strategic Plan.

The Agency analyzed historical [FSIS sampling data](#), in addition to [FoodNet Fast](#) data from the Centers for Disease Control and Prevention, to determine the *Salmonella* serotypes commonly associated with human illness for this measure, which are **Infantis**, **Enteritidis**, and **Typhimurium**.



Законодательная практика

США:

Performance Standards Salmonella Verification Program for Raw Poultry Products

FSIS DIRECTIVE

10250.2

ISSUE DATE

Mar 02, 2021

Table 1. *Salmonella* Poultry Performance Standards announced in a 2016 Federal Register Notice ([81 FR 7285](#))

Product	Performance Standard*	Maximum Acceptable Percent Positive	Minimum Number of Samples to Assess Process Control**
Broiler Carcasses	5 of 51	9.8%	11
Turkey Carcasses	4 of 56	7.1%	14
Comminuted Chicken	13 of 52	25%	10
Comminuted Turkey	7 of 52	13.5%	10
Chicken Parts	8 of 52	15.4%	10

*THE PERFORMANCE STANDARD IS REPRESENTED AS A FRACTION OF MAXIMUM ALLOWABLE POSITIVES OVER THE TARGET NUMBER OF SAMPLES COLLECTED AND ANALYZED IN A 52-WEEK WINDOW.

**FSIS MUST ANALYZE AT LEAST THIS NUMBER OF SAMPLES IN A SINGLE 52-WEEK WINDOW IN ORDER TO CATEGORIZE AN ESTABLISHMENT FOR THE STANDARD LISTED.



Исключение серотипов, способных вызывать заболевания у людей

Согласно **Министерству Здравоохранения РФ** для диагностики сальмонеллеза у людей из более чем 2600 сероваров, выявленных на данный момент, практическое значение имеют 10-15 серотипов, которые обуславливают до 90% заболеваемости в мире [9]. К ним относятся:

- S. Enteritidis
- S. Typhimurium
- S. Derby
- S. Newport
- S. Heidelberg
- S. Panama
- S. London
- S. Infantis
- S. Anatum



Методы типирования

Микробиологические:

Определение антибиотикочувствительности (метод Кирби-Бауэра), оценка эффективности бактериофагов

Основанные на определении отличий в белках:

- Серологические: в соответствии со схемой Кауфмана—Уайта
- Масс-спектрометрия: MALDI Biotyper

Молекулярно-биологические:

- ПЦР;
- ДНК-чипы;
- MLST (секвенирование по Сэнгеру, полногеномное секвенирование)
- Ряд других методов (PFGE, MLVA, RAPD и т.д.)

Этапы типирования подразумевают:

- 1. Предварительное накопление** (на селективных средах для серологических методов, ДНК-чипов или секвенирования, для ПЦР допустимо использовать неселективное накопление на жидкой питательной среде)
2. Собственно исследование



Методы типирования

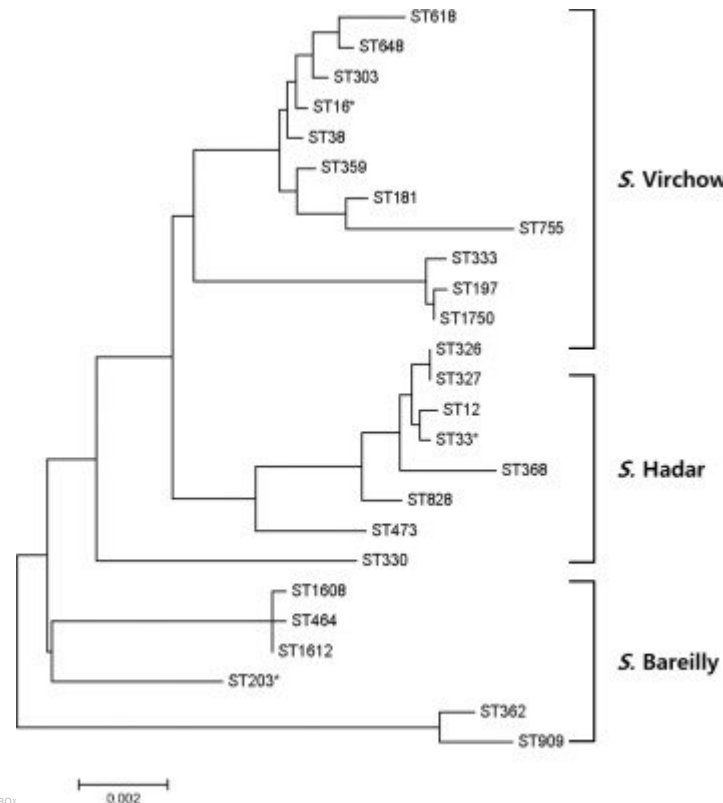
Задача	Метод
Детекция серотипов, специфичных к организму хозяина и способных вызывать инфекцию	ПЦР ДНК-чипы, MLST-секвенирование Серологические Масс-спектрометрия
Прослеживание источника вспышки/распространения определенных серотипов	ДНК-чипы, MLST-секвенирование Серологические
Определение антибиотикоустойчивости, подбор иных противомикробных средств	Микробиологические методы ПЦР, Секвенирование
Исключение серотипов, способных вызывать заболевания у людей	ПЦР ДНК-чипы, MLST-секвенирование Серологические

Молекулярно-биологические методы

Мишень метода: геном микроорганизма

Позволяют решать задачу определения серотипа и дифференциации вакцинных и полевых штаммов; позволяют идентифицировать источники распространения [3-5]

Внутри серотипов выделяют **отдельные геномные группы**: типирование с большей степенью дифференциации [6, 7].





ПЦР

Типирование осуществляется на основании амплификации короткого фрагмента НК – 100-200 п.н.

Особенности:

1. Быстрота получения результата – до 1 рабочего дня.
2. Позволяет дифференцировать вакцинные и полевые штаммы.
3. Возможность одновременного определения серотипов ограничена.

Идеальный метод в тех случаях, когда необходимо исключить ограниченное число конкретных серотипов.

В настоящее время в рутинную лабораторную практику могут быть внедрены валидированные методики:

контроль SE, ST, SI, SGP, S. Hadar, S. Virchow, S. Paratyphi B, S. Choleraesuis;
дифференциация вакцинных и полевых штаммов (для ряда вакцин SE/ST, используемых в птицеводстве).

Будущие перспективы внедрения:

контроль других серотипов, способных вызвать инфекцию у конкретных видов животных.



MLST

Метод основан на секвенировании сразу нескольких генов и анализа получаемого в совокупности профиля.

Может проводиться методом секвенирования по Сэнгеру, либо полногеномным секвенированием.

Этапы:

1. Накопление культуры на твердой питательной среде;
2. Выделение ДНК;
3. Амплификация и секвенирование по Сэнгеру нескольких участков (генов), либо получение сиквенса полного генома.
4. Анализ результатов (требует биоинформатической обработки).



MLST

Секвенирование по Сэнгеру	Полногеномное секвенирование
<ul style="list-style-type: none">- Легко реализуется в лабораториях- Позволяет определить сиквенсовый тип (дополнительная дифференциация внутри серотипа)- Типирование на основе 7 генов- Определение всех серотипов, вошедших в базу данных профилей MLST	<ul style="list-style-type: none">- Типирование на основе сиквенса всего генома- Определение всех известных серотипов- Дифференциация полевых и вакцинных штаммов- Одновременное определение генов антибиотикорезистентности- Дорогой метод, пока не внедренный в рутинную лабораторную практику; однако, есть ряд работ, демонстрирующих допустимость применения метода в аккредитованных лабораториях [10]; применение целесообразно при необходимости решения сразу нескольких задач [11]



Серотипическое разнообразия (практический опыт, MLST + Чипы, 2022-2024 гг.)

Корм, мкм	Внешняя среда	Мясо	Внутренние органы	Яйцо	Меконий
<ul style="list-style-type: none"> • Infantis • Derby • Kedougou • Muenchen • Isangi • Schwarzengrund • Montevideo • Mbandaka • Falkensee • Rissen • Senftenberg 	<ul style="list-style-type: none"> • Kedougou • Falkensee • Infantis • Bredeney • Derby • Reading • Schwarzengrund • Hadar • Agona • Senftenberg • Muenchen • Enteritidis • Give • Typhimurium 	<ul style="list-style-type: none"> • Infantis • Bredeney • Kedougou • Hadar • Schwarzengrund • Derby • Falkensee • Rissen • Enteritidis • Reading • Muenchen • Alachua • Bovismorbificans • Brandenburg • Kentucky • Manhattan • Uganda 	<ul style="list-style-type: none"> • Kedougou • Falkensee • Alachua • Derby • Bredeney • Infantis • Reading • Hadar • Muenchen • Schwarzengrund • Senftenberg • Rissen • Bovismorbificans • Give • Kentucky • Meleagridis • Saintpaul • Typhimurium • Typhimurium monophasic 	<ul style="list-style-type: none"> • Kedougou • Infantis • Hadar • Enteritidis • Rissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kedougou • Reading • Senftenberg



Серотипическое разнообразия (практический опыт, MLST + Чипы, 2022-2024 гг.)

Корм, мкм	Внешняя среда	Мясо	Внутренние органы	Яйцо	Меконий
Infantis	Infantis	Infantis	Infantis	Infantis	
Derby	Derby	Derby	Derby		
Kedougou	Kedougou	Kedougou	Kedougou	Kedougou	Kedougou
Muenchen	Muenchen	Muenchen	Muenchen		
Isangi					
Schwarzengrund	Schwarzengrund	Schwarzengrund	Schwarzengrund		
Montevideo					
Mbandaka					
Falkensee	Falkensee	Falkensee	Falkensee		
Rissen		Rissen	Rissen	Rissen	
Senftenberg	Senftenberg		Senftenberg		Senftenberg
	Agona				
	Bredeney	Bredeney	Bredeney		
	Enteritidis	Enteritidis		Enteritidis	
	Give		Give		
	Hadar	Hadar	Hadar	Hadar	
	Reading	Reading	Reading		Reading
	Typhimurium		Typhimurium		
			Typhimurium monophasic		
		Alachua	Alachua		
		Bovismorbificans	Bovismorbificans		
		Brandenburg			
		Kentucky	Kentucky		
		Manhattan			
		Uganda			
			Meleagridis		
			Saintpaul		

Список литературы

1. WOAH Terrestrial Manual 2022. Chapter 3.10.7. – Salmonellosis
2. Kirk MD, Pires SM, Black RE, Caipo M, Crump JA, Devleeschauwer B, et al. (2015) World Health Organization Estimates of the Global and Regional Disease Burden of 22 Foodborne Bacterial, Protozoal, and Viral Diseases, 2010: A Data Synthesis. *PLoS Med* 12(12): e1001921. doi:10.1371/journal.pmed.1001921
3. Eriksson H, Söderlund R, Ernholm L, Melin L, Jansson DS. Diagnostics, epidemiological observations and genomic subtyping in an outbreak of pullorum disease in non-commercial chickens. *Vet Microbiol.* 2018 Apr;217:47-52. doi: 10.1016/j.vetmic.2018.02.025. Epub 2018 Feb 24. PMID: 29615255.
4. Kirchner M, Marier E, Miller A, Snow L, McLaren I, Davies RH, Clifton-Hadley FA, Cook AJ. Application of variable number of tandem repeat analysis to track *Salmonella enterica* ssp. *enterica* serovar Typhimurium infection of pigs reared on three British farms through the production cycle to the abattoir. *J Appl Microbiol.* 2011 Oct;111(4):960-70. doi: 10.1111/j.1365-2672.2011.05096.x. Epub 2011 Aug 18. PMID: 21722278.
5. García-Soto S, Tomaso H, Linde J, Methner U. Epidemiological Analysis of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovar Dublin in German Cattle Herds Using Whole-Genome Sequencing. *Microbiol Spectr.* 2021 Oct 31;9(2):e0033221. doi: 10.1128/Spectrum.00332-21. Epub 2021 Sep 15. PMID: 34523945; PMCID: PMC8557873.
6. Park JH, Kim HS, Yim JH, Kim YJ, Kim DH, Chon JW, Kim H, Om AS, Seo KH. Comparison of the isolation rates and characteristics of *Salmonella* isolated from antibiotic-free and conventional chicken meat samples. *Poult Sci.* 2017 Aug 1;96(8):2831-2838. doi: 10.3382/ps/pex055. PMID: 28482031.
7. Liebana E, Garcia-Migura L, Breslin MF, Davies RH, Woodward MJ. Diversity of strains of *Salmonella enterica* serotype enteritidis from English poultry farms assessed by multiple genetic fingerprinting. *J Clin Microbiol.* 2001 Jan;39(1):154-61. doi: 10.1128/JCM.39.1.154-161.2001. PMID: 11136764; PMCID: PMC87695.
8. MSD Veterinary Manual <https://www.msdvetermanual.com/>
9. "Клинические рекомендации "Сальмонеллез у взрослых" (одобрены Минздравом России)
10. Chattaway, M.A.; Painset, A.; Godbole, G.; Gharbia, S.; Jenkins, C. Evaluation of Genomic Typing Methods in the *Salmonella* Reference Laboratory in Public Health, England, 2012–2020. *Pathogens* **2023**, *12*, 223. <https://doi.org/10.3390/pathogens12020223>
11. Rakitin AL, Yushina YK, Zaiko EV, Bataeva DS, Kuznetsova OA, Semenova AA, Ermolaeva SA, Beletskiy AV, Kolganova TV, Mardanov AV, et al. Evaluation of Antibiotic Resistance of *Salmonella* Serotypes and Whole-Genome Sequencing of Multiresistant Strains Isolated from Food Products in Russia. *Antibiotics.* 2022; 11(1):1. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010001>

Благодарим Вас за внимание!

Россия 125047, г. Москва
Ул. Лесная 5В

Офисный центр
«Белая площадь»

T: +7 495 660 24 40
F: +7 495 660 24 43

E: info@cherkizovo.com
www.cherkizovo.com