



Антимикробна резистентност при *Escherichia coli* и *Salmonella* spp., предавани чрез храна от животински произход

Широко разпространената употреба на антибиотици при животни, отглеждани за производство на храни, с цел терапия и профилактика, ускорява селекцията и разпространението на устойчиви/резистентни микроорганизми и гени за устойчивост/резистентност по цялата хранителна верига. Антимикробната устойчивост/резистентност (AMP) при чревни патогени като *Escherichia coli* и *Salmonella* spp. се очертава като критично глобално здравно предизвикателство, засягащо както хората, така и животните. Храните от животински произход (месо, мляко, яйца и риба) представляват важни източници на предаване на мултирезистентни организми и гени за AMP на хората, което представлява значителен проблем в контекста на подхода „Едно здраве“. Данните от Глобалната система за наблюдение на антимикробната резистентност на Световната здравна организация (Global Antimicrobial Resistance Surveillance System of WHO), Европейския орган за безопасност на храните (EFSA) и Световната организация за здравеопазване на животните (WOAH, основана като OIE) разкриват широко разпространена мултирезистентност сред зооозните патогени, особено срещу критично важни антимикробни средства като флуорохинолони и цефалоспорини от трето поколение. Центърът за оценка на риска по хранителната верига (ЦОРХВ) представя общ преглед на разпространението, молекулярни механизми и пътища на предаване на AMP от *E. coli* и *Salmonella*, изолирани от храни от животински произход, въз основа на статия на казахстански изследовател [1].

1. Въведение

Хранителните заболявания, причинени от микроорганизми представляват сериозно предизвикателство за общественото здраве в световен мащаб. Центровете за контрол и превенция на заболяванията¹ идентифицират *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, продуцираща Shiga токсин, *Shigella*, *Vibrio* и *Yersinia* като водещи патогени, отговорни за проява на хранителни взривове. Сред тях *Salmonella* spp. остава преобладаващ причинител на хранителни инфекции, значителна заболеваемост и смъртност. Всяка година инфекциите със *Salmonella* причиняват между 200 милиона и над 1 милиард случая в световен мащаб, включително около 93 милиона случая на гастроентерит и около 155 000 смъртни случая [1].

Антимикробната резистентност се очертава като критична заплаха за общественото здраве през 21-ви век, като превръща някога лечими хранителни инфекции в състояния, които са все по-трудни за управление и контрол. Резистентността може да бъде вродена или придобита, като последната представлява много по-голяма загриженост. Коменсалните

¹ Центровете за контрол и превенция на заболяванията (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) са водещата национална агенция за общественото здраве в САЩ.

микроорганизми² като *E. coli* и *Staphylococcus aureus* могат да придобият гени за резистентност чрез мобилни генетични елементи – плазмиди³, транспозони⁴ и интегрони⁵. Въпреки че повечето щамове на *E. coli* не представляват заплаха, патогенните варианти (avian pathogenic *E. coli*, АРЕС), причиняват значителни заболявания, особено при домашни птици, което води до големи икономически загуби [1].

Последните проучвания от Казахстан [1] съобщават за тревожни модели на резистентност, както при домашни любимци, така и при изолати (патогени), пренасяни с храна. Щамовете на *E. coli* проявяват резистентност към тетрациклини, доксициклин, флуорохинолони и пеницилиновите антибиотици (имат гени за производство на β -лактамази). Изследванията установяват замърсяване на сирене с патогенна *E. coli* O157:H7 и птичи продукти с мултирезистентна *Salmonella enterica*, което представлява сериозен риск за общественото здраве.

Продължаващата еволюция на резистентни патогени изпреварва разработването на нови антибиотици, засилвайки кризата с АМР. Според СЗО, „глобалният портфейл от нови антибактериални лекарства“ остава критично ограничен, като много малко нови лекарства са в процес на разработка. Икономическите ограничения и задълженията за упражняване на надзор допълнително забавят иновациите, което води до подновен интерес към алтернативни стратегии като терапия с бактериофаги, пробиотици и сериозни ветеринарни програми за управление на антимикробните средства [1].

2. Източници и механизми на предаване на патогени, резистентни към антимикробни средства

2.1. Храни от животински произход

Храните от животински произход (месо, мляко, млечни продукти, яйца и продукти от аквакултури) са един от основните източници на бактерии и гени за резистентност при хората. Замърсяването може да възникне на множество етапи от веригата на производство и доставки, от отглеждането и клането на животни до преработката, съхранението и дистрибуцията на дребно. Подходът „от фермата до трапезата“ представлява ключов елемент от подхода „Едно здраве“ за АМР, като свързва селскостопанските практики директно с ефектите върху общественото здраве [1].

2.1.1. Птиче месо

Сред всички хранителни продукти, птичето месо представлява един от най-често съобщаваните източници на мултирезистентни патогени. Щамовете *S. enterica* и АРЕС, изолирани от месо от бройлери и пуйки, обикновено показват резистентност към флуорохинолони, β -лактами и тетрациклини. Според EFSA, резистентността към ципрофлоксацин в изолати *Salmonella* от бройлери надхвърля 60% в някои страни от

² Коменсалните микроорганизми живеят в или върху тялото на гостоприемника, без да му причиняват вреда, но и без да му носят съществена полза (въпреки че в много случаи, като при чревната микрофлора, отношенията са по-скоро взаимноизгодни/мутуалистични).

³ Плазмидът е физически разделен от бактериалната хромозома генетичен елемент, способен да съществува устойчиво и да се реплицира самостоятелно.

⁴ Транспозоните представляват ДНК-секвенции, които могат да се движат в рамките на генома на една отделна клетка, заемайки различни позиции в него.

⁵ Интегроните са уникални бактериални генетични елементи, които позволяват на бактериите да улавят, обменят и експресират нови гени, най-вече такива, осигуряващи антибиотична резистентност.

Европейския съюз (ЕС) през 2023 г., което отразява стесняващ се спектър от ефективни терапевтични възможности.

В Съединените щати продуктите от пилешко месо многократно са свързвани с наличие на мултирезистентна *Salmonella* Heidelberg и *E. coli*, продуцираща β -лактамаза с разширен спектър (extended-spectrum β -lactamase ESBL). Тези наблюдения подчертават ролята на птичето месо като основен източник на резистентни чревни бактерии в рамките на световната хранителна верига [1].

2.1.2. Мляко и млечни продукти

Суровото мляко и непастеризирани млечни продукти са доказани източници на резистентни бактерии, включително *E. coli* ESBL и метицилин-резистентен *Staphylococcus aureus*. Тези изолати често показват резистентност към критични антимикуробни средства, като цефалоспоринови от трето поколение. В статията [1] се съобщава, че в Централна Азия приблизително 31% от пробите сирене са замърсени с *E. coli*, включително серотип O157:H7, който проявява резистентност към β -лактами, сулфонамиди и хинолони. Това откритие разкрива значителен риск за безопасността на храните и подчертава необходимостта от ефективни регулаторни рамки за наблюдение на сурови млечни продукти.

2.1.3. Яйца

Преобладаващият патоген, носител на АМР, свързан с яйца и продукти от тях, остава *Salmonella* Enteritidis. Нейното постоянство в хранителната верига се обуславя както от вертикално предаване (от заразени кокошки до яйца), така и от хоризонтално замърсяване (по време на събиране, обработка и съхранение). Изолатите често проявяват резистентност към хинолони и сулфонамиди, което усложнява контрола и лечението на огнищата на заболявания. Тези факти подчертават значението на биосигурността във фермите, редовния скрининг и ефективното управление на хигиената за предотвратяване на резистентността и предаването на устойчиви патогени [1].

2.1.4. Рибa и аквакултури

Производството на аквакултури все повече се очертава като потенциална гореща точка за разпространение на АМР поради употреба на антибиотици в рибовъдството с профилактична⁶ и терапевтична цел. Мултирезистентни видове *Aeromonas* и *Vibrio*, открити в риба и миди, предназначени за консумация от човека, често са носители на преносими гени за резистентност. Това показва, че без строга антимикуробна регулация и мониторинг на околната среда, аквакултурите биха могли да се превърнат в основен фактор за разпространението на АМР във водните и сухоземните екосистеми.

Преглед на ключови хранителни източници, свързани с резистентни патогени и профили на резистентност е обобщен в Таблица 1 [1].

2.2. Резервоари на резистентни патогени

Предаването на АМР от животни, отглеждани за производство на храни, на хора се осъществява чрез сложен, многопластов процес, който обхваща всички етапи от първичното производство във фермите до международната търговия с храни. Изясняването на тези

⁶ Антимикуробните лекарствени продукти не се използват за профилактика, освен в изключителни случаи, за прилагане на отделно животно или на ограничен брой животни, когато рискът от инфекция или инфекциозна болест е много висок и има вероятност последиците да бъдат сериозни според Чл. 107, ал. 3 от Регламент (ЕС) 2019/6 на Европейския парламент и на Съвета от 11 декември 2018 година относно ветеринарните лекарствени продукти и за отмяна на Директива 2001/82/ЕО, *ОВ L 4, 7.1.2019 г., стр. 43–167*

взаимосвързани пътища на предаване е от съществено значение за точната оценка на рисковете за общественото здраве и разработването на ефективни интервенции в контекста на подхода „Едно здраве“ [1].

Таблица 1. Храни от животински произход като източници на резистентни патогени [1]

Хранителен продукт	Основен патоген	Профил на резистентност/гени	Регион
Птиче месо	<i>Salmonella enterica</i> , АРЕС	Флуорохинолони, β -лактами, тетрациклини	ЕС, САЩ и Азия
Мляко	ESBL- <i>Escherichia coli</i> и MRSA*	β -лактамазни гени (bla _{STX} -м, bla _{TEM} и mecA)	Централна Азия, Африка и ЕС
Яйца	<i>Salmonella Enteritidis</i>	Хинолони и сулфонамиди	ЕС, Азия
Риба и аквакултури	<i>Aeromonas</i> and <i>Vibrio</i> spp.	Тетрациклин и хинолони	Азия и Латинска Америка

* MRSA = Метицилин-резистентен *Staphylococcus aureus*

2.2.1. Етап ферма

Широко разпространената и често безразборна употреба на антимикробни средства за терапевтични и профилактични цели при отглеждане на животни за производство на храни оказва силен селективен натиск върху микробните популации. Този натиск води до появата и разпространението на резистентни бактерии като *E. coli* и *Salmonella* spp., които могат да колонизират червата на животните, да се задържат в чревната микробиота и да се екскретират чрез изпражненията. Тези резистентни организми след това служат като основни източници на замърсяване на околната среда и потенциално зоонозно предаване [1].

2.2.2. Етап околна среда

Околната среда служи като критичен вторичен резервоар и начин за разпространение на резистентност – чрез животински тор, отпадъчни води и замърсена почва, както и чрез улеснен хоризонтален трансфер на гени между различни микробни общности. Това замърсяване на околната среда увеличава риска от предаване на резистентност към култури, диви животни и повърхностни или подземни води, засилвайки цикличния характер на разпространението на АМР между животни, хора и екосистеми [1].

2.2.3. Етап хранителна верига

Производството и преработката на храни представляват най-прекия път на експозиция на човека. Замърсяване може да настъпи както по време на клане на животни, така и по време на преработка, обработка и съхранение на храни от животински произход. Неадекватните хигиенни практики, неправилното готвене и кръстосаното замърсяване в домашни или търговски кухни допълнително увеличават риска от инфекция на хора. По този начин храната действа не само като среда за развитие на резистентни патогени, но и като връзка между селскостопанските практики и отражението им върху общественото здраве [1].

2.2.4. Етап търговия и пазарно ниво

Както националните, така и международните пазари на храни служат като фактор за разпространение на АМР. Глобализираната търговия с храни от животински произход улеснява трансграничното преминаване на резистентни бактерии и техните мобилни генетични елементи, което усложнява усилията за наблюдение и ограничаване. В много страни с ниски и средни доходи, неформалните и слабо регулирани търговски мрежи засилват разпространението, като заобикалят установените системи за безопасност и мониторинг на храните [1].

2.2.5. Етап интеграция и контролни точки

На всеки етап по веригата ферма – околна среда – храна – търговия съществуват условия за образуване на резервоари на резистентни патогени. Те включват прекомерна употреба на антимикробни средства на ниво ферма, неадекватно управление на отпадъците в околната среда, недостатъчни мерки за хигиена и биосигурност при преработката на храни и фрагментиран мониторинг на ниво търговия. Справянето с тези критични проблеми изисква координирани действия, интегриране на системи за наблюдение, политика и изграждане на капацитет в секторите на селското стопанство, общественото здравеопазване и търговията в рамките на подхода „Едно здраве“ [1].

Критичните етапи за формиране на факторите на резистентност на патогени са илюстрирани на Фигура 1.



Фигура 1. Резервоари и източници на АМР по цялата хранителна верига.

2.3. Начини за предаване на АМР по хранителната верига

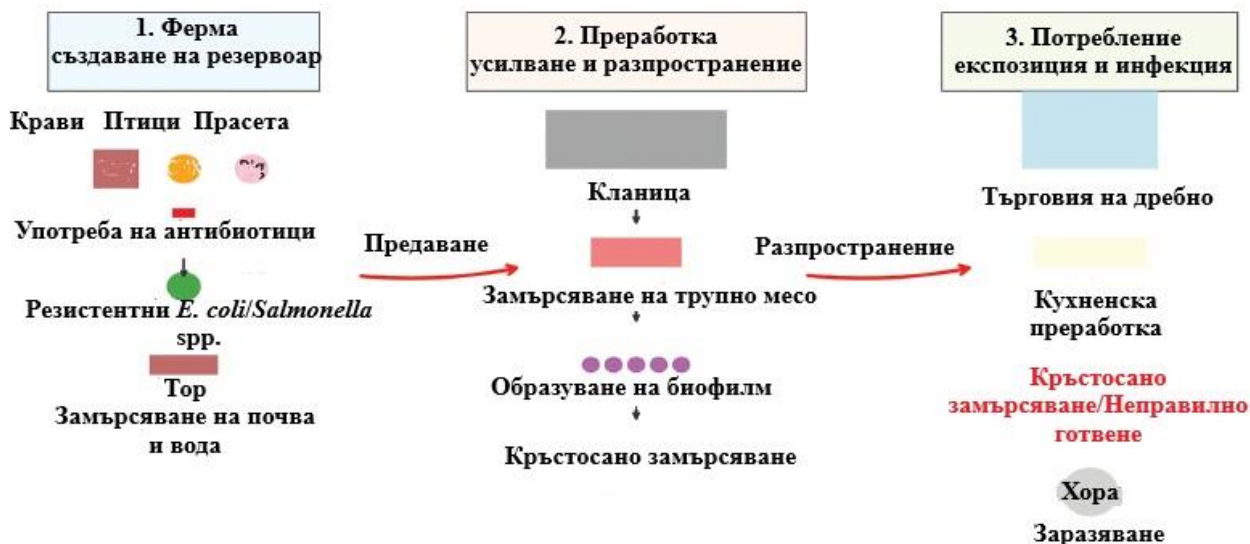
Разпространението на АМР от животни, отглеждани за производство на храни, към хора е сложен, многоетапен процес, протичащ по цялата верига за производството на храни. Моделът „от фермата до трапезата“ (Фигура 2.) илюстрира как резистентните бактерии и техните гени преминават от селскостопанска среда към потребителите [1].

2.3.1. Начален етап ферма

Във фермите може да се поддържат условия за експозиция и последващо предаване на резистентност, което ги превръща в устойчив първичен резервоар [1].

2.3.2. Разпространение и усилване по време на клане и преработка

Кланиците представляват критични контролни точки, в които замърсяването често се усилва. По време на процесите на обработка, чревното съдържимо, съдържащо резистентни бактерии, може да се разпространи върху трупове, оборудването и работните повърхности. Резистентните *E. coli* и *Salmonella* лесно образуват биофилми върху конвейерни ленти, ножове и канали, което им позволява да се задържат въпреки усилията за дезинфекция. Тези биофилми действат като постоянни източници на замърсяване, което прави етапите на клане и преработка сред най-слабите звена във веригата за безопасност на храните [1].



Фигура 2. Схематично представяне на трите критични нива на предаване на АМР: (1) Създаване на резистентни резервоари на ниво ферма; (2) Усилване (амплификация) и разпространение по време на клане и преработка и (3) Окончателна експозиция и потенциална инфекция на ниво потребител. Тази рамка осигурява визуална основа за последващ подробен анализ на ключовите патогени.

2.3.3. Експозиция на ниво търговия на дребно и потребител

На ниво търговия на дребно, потребителите са изправени пред директен риск от експозиция чрез замърсени продукти. Неадекватното охлаждане, неправилната обработка и съхранение могат да улеснят разпространението на бактерии. Кръстосаното замърсяване (при използване на едни и същи прибори или дъски за рязане за сурово месо и готови за консумация храни), допълнително увеличава вероятността от предаване. Недостатъчната температура при готвене също може да не успее да елиминира резистентни патогени, което води до колонизация или инфекция [1].

3. Глобални системи за наблюдение на АМР и пропуски в данните

Световната организация за здравеопазване на животните предоставя стандартизирана платформа за събиране и споделяне на данни за антимикробна резистентност в различните страни. Европейският съюз управлява най-всеобхватната регионална рамка за мониторинг на АМР чрез EFSA и Европейския център за превенция и контрол на заболяванията (ECDC). Тези агенции публикуват съвместно годишни доклади, които интегрират данни за АМР от хора, животни и храни, осигурявайки солидна основа за разработване на политики [1].

Основните недостатъци на данните са:

- липса на стандартизирани протоколи за вземане на проби и лабораторен капацитет в страните с ниски и средни доходи;
- липса на интегрирани бази данни, свързващи наблюдението на хора, животни и околната среда;
- ограничено наблюдение на нововъзникващи или редки механизми на резистентност;
- слаба координация между органите на общественото здравеопазване и ветеринарните органи.

Тези несъответствия продължават да възпрепятстват глобалното разбиране на АМР, тъй като фрагментират цялостната картина на АМР по хранителната верига, което води до подценяване на истинската тежест и забавяне на международните усилия за реагиране [1].

4. Разпространение на резистентна *E. coli* по хранителната верига

Бактерията *E. coli* е повсеместно разпространена при хора и животни. Забележителната ѝ способност за хоризонтален трансфер на гени я прави ключов двигател на разпространението на АМР между видове, среди и географски граници. Статията [1] посочва, че антимикробната резистентност при *E. coli* следва специфични за всеки регион модели, повлияни от местните практики на употреба на антимикробни средства, като резистентността към тетрациклин, е особено разпространена при изолати от домашни птици, свине и едри преживни животни. Освен към тетрациклини, *E. coli* от животински източници често съдържа плазмид-медирирани гени за резистентност към хинолони. Те водят до бързо хоризонтално разпространение на намалена чувствителност към флуорохинолони и цефалоспорици, установявайки мултирезистентни профили, които проникват в хранителната верига. Критичен фактор, засилващ устойчивостта на *E. coli*, е способността ѝ да образува биофилми, структурирани микробни съобщества, прилепнали към повърхности по цялата хранителна верига, от селскостопанско оборудване до съоръжения за преработка на храни. Бактериите, свързани с биофилм, показват повишена толерантност към дезинфектанти и антибиотици, което позволява на резистентните щамове да издържат на санитарни процедури. Щамовете, резистентни на ампицилин и тетрациклин, често показват превъзходен капацитет за образуване на биофилм, а това повишава резистентността и потенциала за колонизация, особено в ESBL изолати. Тези биофилми представляват резервоари, които поддържат циклите на замърсяване и усложняват усилията за отстраняване и това води до трудни за лечение инфекции. Устойчивостта и разпространението на резистентни *E. coli* от животински произход чрез храна и вода представляват значителен проблем за общественото здраве в световен мащаб. Тези щамове бактерии все по-често се свързват с неуспехи при лечение на инфекции на кръвта, стомашно-чревни инфекции и лоши резултати от флуорохинолонова профилактика при пациенти с хематологични заболявания [1].

5. Наличие на резистентна *Salmonella spp.* по хранителната верига

Сред най-важните бактериални причинители на хранителни заболявания в световен мащаб, остава *Salmonella spp.*, отговорна за милиони случаи на заболявания и стотици хиляди смъртни случая годишно. Инфекцията при хора обикновено е резултат от консумацията на замърсени храни от животински произход, като птичето месо и яйцата са доминиращи източници в повечето региони. Птицевъдството заема важно място в световното производство на храни и

представлява основен резервоар на резистентни *Salmonella* spp. Този епидемиологичен модел е постоянен в световен мащаб и очертава *Salmonella* като типичен патоген в контекста на „Едно здраве“. Глобализацията на търговията с животни, отглеждани за производство на храни, допълнително улеснява международното разпространение на успешни мултирезистентни клонинги, като *Salmonella* Enteritidis и *Salmonella* Typhimurium, превръщайки локалните проблеми с антимикробна резистентност на общественото здраве в глобални [1].

Видът *Salmonella* проявява забележителна способност да придобива и разпространява гени за резистентност чрез мобилни генетични елементи, като плазмиди и транспозони. Хромозомните мутации придават резистентност към флуорохинолони, докато плазмид-медираните гени водят до резистентност към ампицилин, тетрациклин и хинолони, често се откриват в изолати от месо и проби от околната среда. Тези мобилни генетични елементи позволяват хоризонтален трансфер на гени между видовете бактерии както в червата на животните, така и по време на преработката на храна и в хранителните матрици. Следователно, хранителната верига представлява не само път за придвижване на резистентни патогени, но и резервоар на преносими гени за резистентност [1].

Тенденциите в резистентността на отделните серотипове *Salmonella* варират географски, отразяват местните практики на употреба на антибиотици и възможностите за наблюдение:

- *Salmonella* Enteritidis традиционно се счита за по-чувствителна, но към настоящия момент показва нарастваща резистентност, особено към налидиксова киселина и флуорохинолони, в изолати, получени от домашни птици от множество страни.

- *Salmonella* Typhimurium, особено нейният пента-резистентен щам (DT104 клон с ACSSuT фенотип), остава силно свързан с мултирезистентни профили при свинско, говеждо и птиче месо по целия свят.

- *Salmonella* Infantis се очертава като доминиращ мултирезистентен серотип в птицевъдството в Европа, Северна и Южна Америка и Близкия изток, често съдържащ големи плазмиди, носещи множество гени за резистентност.

- *Salmonella* Heidelberg, изолирана от птиче месо, често показва резистентност към цефалоспорици с широк спектър на действие и флуорохинолони.

Тези променящи се сероварни модели и ескалиращи профили на резистентност отразяват не само микробната адаптация, но и селскостопанските практики, които утвърждават селекционния натиск, превръщайки **антимикробната резистентност при *Salmonella* в биологичен индикатор за злоупотреба с антимикробни средства [1].**

Въпреки напредъка на научните проучвания, има и някои пропуски, които ограничават пълното изясняване на АМР при *Salmonella* в рамките на световната хранителна система.

- *Различни начини за наблюдение:* много страни с ниски и средни доходи нямат хармонизирани програми за мониторинг на АМР при животни, отглеждани за производство на храни, което води до недостатъчно отчитане на нововъзникващи мултирезистентни клонинги.

- *Динамика на предаване:* остава слабо изяснена ролята на екологичните пътища за предаване на резистентност (замърсена вода за напояване, почва и някои хранителни източници).

- *Стратегии за интервенция*: Ефективността на алтернативните мерки за контрол изисква допълнително валидиране на място [1].

Контролът на *Salmonella* по хранителната верига се простира отвъд унищожаването на отделен патоген; той включва разрушаване на динамичен резервоар от гени за резистентност, способни да преминават екологични и географски граници. Справянето с тази глобална заплаха от антимикробна резистентност изисква хармонизирани, трансгранични системи за наблюдение, способни да проследяват резистентни клонинги и мобилни генетични елементи от фермата до потребителя. Интегрирането на геномно наблюдение, политики за рационална употреба на антимикробни средства и интервенции, основани на принципа „Едно здраве“, е от съществено значение за смекчаване на нарастващото въздействие върху общественото здраве от инфекциите със *Salmonella*, предавани чрез храна [1].

6. Методи за откриване и наблюдение на АМР

Ефективното наблюдение на АМР разчита на комбинация от фенотипни и генотипни подходи за идентифициране на резистентни патогени и проследяване на нововъзникващи тенденции по хранителната верига. Интегрирането на фенотипни и генотипни методи в рамките на глобални и национални програми е от съществено значение за генериране на сравними, основани на доказателства набори от данни за тенденциите в АМР при зоонозни патогени от храни от животински произход [1].

7. Алтернативни терапии и стратегии за управление за контрол на АМР

Използването на антимикробни средства остават крайъгълен камък в глобалните усилия за смекчаване на АМР. Във ветеринарната практика и отглеждането на животни за производство на храни се насърчава отговорната употреба на антибиотици чрез ветеринарен надзор, целенасочено предписване и регулаторни ограничения върху стимулаторите на растежа. За да се запази ефективността на съществуващите лекарства е жизненоважно да се прилага многостранен подход, който съчетава целенасочени антимикробни интервенции със строги принципи на управление. Само по себе си управлението не може да успее без допълнителни мерки, които намаляват инфекциозния натиск и търсенето на антибиотици. Намаляващата ефикасност на конвенционалните антибиотици засилва усилията за разработване на алтернативни, неантибиотични стратегии за контрол на АМР при хранителни патогени. Интегрирането на алтернативни терапии може значително да намали зависимостта от антибиотици в цялата производствена верига [1].

Употребата на **бактериофаги** показва окуражаващи резултати в намаляването на колонизацията на *Salmonella* и *E. coli* при домашни птици и селскостопански животни, и има успешни приложения в страни като Грузия и Полша. Този метод предлага висока специфичност, насочена към патогенни бактерии, като същевременно щади полезната микробиота. Фагите могат да еволюират заедно със своите гостоприемници и по този начин минимизират развитието на резистентност. Предизвикателствата обаче включват тесен кръг от гостоприемници, регулаторна несигурност и стандартизация на производствените протоколи [1].

Пробиотиците, пребиотиците и синбиотиците намаляват пренасянето на патогени чрез подобряване на здравето на червата. Мета-анализите отчитат до 45% намаление на разпространението на *Salmonella* и намалено отделяне на резистентна *E. coli* при домашни птици. Въпреки това, тяхната ефикасност зависи от избора на щам, вида гостоприемник и други условия, което подчертава необходимостта от локално адаптирани формулировки [1].

Ваксините намаляват честотата на инфекциите и търсенето на антибиотици, докато **антимикробните пептиди, етеричните масла, органичните киселини и наноносителите** предлагат нови системи за доставяне и синергични антимикробни ефекти. Данните на терен обаче остават оскъдни [1].

Фитогенните фуражни добавки и фитотерапията използват регионално достъпни лечебни растения, предлагат достъпна опция, въпреки че ефикасността им в полеви условия остава до голяма степен непотвърдена [1].

Неантибиотичните интервенции се различават по механизми, ефикасност и мащаб. Взети заедно, тези алтернативи предлагат разнообразен набор от инструменти за намаляване на антимикробната зависимост в животновъдните системи. Докато пробиотиците, фитогенните добавки и ваксинациите набират скорост, подходите, базирани на фаги и нанотехнологии, остават до голяма степен експериментални. Въпреки потенциала си, тези подходи се сблъскват с икономически, регулаторни и осведомителни бариери, което подчертава необходимостта от специфични за контекста, основани на доказателства стратегии за постигане на устойчиво прилагане. Основните бариери включват цена, променлива ефикасност и слаб регулаторен капацитет, особено в развиващите се икономики. Неантибиотичните терапии трябва да се разглеждат не като заместители, а като допълващи инструменти, които укрепват рамките на алтернативните земеделски методи. Тяхната успешна интеграция изисква координирани усилия между учени, ветеринарни лекари, политици и производители за превръщане на лабораторните иновации в устойчиви земеделски практики. Предизвикателствата са доказателство, че нито един подход не може да замени изцяло антибиотиците. Прилагането на синергична стратегия, основана на принципа „Едно здраве“, може да създаде многопластова защита срещу резистентни патогени. За да бъде успешна тази стратегия е необходимо повече държави да:

- засилят интегрираното наблюдение, съобразено с регулаторните правила;
- разработят икономически стимули за производство и валидиране на ветеринарни алтернативи;
- хармонизират регулаторните пътища за одобрение и комерсиализация на алтернативи;
- насърчават обучението и изграждането на капацитет на фермерите, за да се гарантира правилното прилагане на антимикробни средства [1].

8. Изводи и заключения

Антимикробната резистентност при хранителни патогени като *E. coli* и *Salmonella* spp. представлява критична заплаха за здравето на хората и животните в световен мащаб. Храните от животински произход – особено месо, мляко, яйца и риба – са основни резервоари и пътища за предаване на резистентни бактерии по цялата верига „от фермата до трапезата“. Фактори като неправилна употреба на антимикробни средства във фермите, лоша биосигурност и хигиена по време на клане и преработка, както и неподходяща обработка или готвене на

потребителско ниво, допринасят за разпространението на резистентни организми. Данните от наблюдението на АМР остават непълни в много региони на света, което подчертава неотложната необходимост от интегриран, междусекторен мониторинг в рамките на подхода „Едно здраве“, свързващ ветеринарните, хранителните, екологичните и здравните системи. В страните с високи доходи, включително от ЕС, САЩ и Океания, **хармонизираното наблюдение, строгите ветеринарномедицински разпоредби и целенасочените програми за АМР водят до измерим спад в разпространението на АМР в храни, получени от селскостопански животни.** Въпреки това, някои страни продължават да се сблъскват със сериозни предизвикателства, включително **нерегулирани продажби на антимикробни средства, неадекватна диагностична инфраструктура и недостатъчен мониторинг на храни от животински произход** [1].

Освен опасения за общественото здраве, АМР при селскостопанските животни налага значителна икономическа тежест. Свързаните с това разходи включват увеличени ветеринарни разходи, намалена производителност поради заболяемост и смъртност и потенциални търговски ограничения върху замърсени или несъответстващи на изискванията животински продукти. Тези фактори заедно заплашват продоволствената сигурност и достъпа до международните пазари. Бъдещите изследвания трябва да включат анализи на икономическото въздействие, за да информират разработването на политики, да приоритизират разпределението на ресурсите и да подкрепят устойчивите системи за животновъдство [1].

Ключово ограничение в глобалните усилия за контрол на АМР е **ограничената интеграция на данни в секторите на общественото здравеопазване, здравеопазването на животните и опазването на околната среда.** Необходимо е **хармонизиране на методите за събиране на данни, оперативно съвместими бази данни и споделени инструменти за оценка на риска, за да се постигне цялостен мониторинг на АМР в реално време.** Настоящите данни сочат, че напредъкът в смекчаването на АМР остава неравномерен в различните региони на света, което отразява различията в качеството на наблюдението, прилагането на политиките и приемането на алтернативни интервенции. Ефективният контрол на АМР изисква съгласуване между наблюдение, регулиране и иновации, като се обърне внимание не само на механизмите на микробна резистентност, но и на по-широките социално-икономически и екологични определители на предаването на АМР чрез храни от животински произход. Укрепването на трансграничното сътрудничество, хармонизирането на регулаторните стандарти и както и **насърчаването на местния изследователски капацитет** ще бъдат от ключово значение за намаляване на глобалното бреме на АМР и за опазване както на здравето на животните, така и на общественото здраве [1].

Подходът „от фермата до трапезата“ подчертава, че **антимикробната резистентност не е просто микробиологичен проблем, а проблем на системно ниво, обхващащ селското стопанство, хранително-вкусовата промишленост и домакинствата.** Превантивните мерки за контрол трябва да се прилагат на всеки етап – биосигурност във фермите, санитарни практики по време на клане и преработка, а хигиена на храните – на потребителско ниво. Въпреки това, пропуските във всеки един момент могат да спрат напредъка на друг етап. Това подчертава неотложната необходимост от хармонизирани интегрирани системи за наблюдение, които да събират данни от фермата, околната среда и хранителната верига в рамките на „Едно здраве“, за да се обхване пълната динамика на предаването на АМР по хранителната верига [1].

9. Значение за България

През 2026 г. в България е приета Национална програма за действие срещу антимикробната резистентност 2026 – 2029 г.⁷, като в рамките на четиригодишния период на изпълнение, целите, които се очаква да бъдат постигнати, са:

- Увеличаване на общата осведоменост на населението по въпросите, свързани с АМР и употребата на антибиотици с не по-малко от 30%;
- Намаляване на заболяемостта (на 100 000 души) от инфекции на кръвта, причинени от резистентни бактерии в сравнение с нивата, регистрирани през 2019 г. както следва:
 - метицилин- резистентни *Staphylococcus aureus* (MRSA) – с не по-малко от 3%;
 - карбапенем-резистентни *Klebsiella pneumoniae* – с не по-малко от 4%.
- Намаляване на общото потребление на антибиотици и конкретно на цефалоспорини от трета генерация в обществения, болничния сектор и заведенията за дългосрочни грижи с не по-малко от 18%.
- Не по-малко от 65% от общото потребление на антибиотици при хората да бъде потребление на антибиотици от групата Access, както е определено в AWaRe (Access, Watch, Reserve) класификацията на СЗО⁸.
- Увеличаване на броя на провежданите изследвания за определяне на антимикробна чувствителност с 20%.
- Намаляване на общите продажби на антимикробни средства в животновъдството с 25%.

Във връзка с обезпокоителната информация от общодостъпната научна литература и целите, интегрирани бази данни, свързващи наблюдението на хора, животни и околната среда поставени в Националната програма, страната ни трябва да постигне сериозно намаление на употребата на антимикробни средства, координация между органите на общественото здравеопазване и ветеринарните органи. За да се постигне намаляване на общите продажби на антимикробни средства в животновъдството, ЦОРХВ препоръчва да се завиши контрола:

- при употреба на антимикробни средства при отглеждане на селскостопански животни, отглеждани за производство на храни и аквакултури;

⁷ Национална програма за действие срещу антимикробната резистентност 2026 – 2029, приета с Решение № 63 от 21 януари 2026 година

https://www.mzh.government.bg/media/filer_public/2026/02/06/rms_63_21-01-2026-amr.pdf

⁸ Класификацията AWaRe на СЗО категоризира антибиотиците в групи „Достъп“, „Наблюдение“ и „Резерв“, за да подобри управлението, да намали резистентността и да насочи подходящата употреба. Въпреки че е предназначена за човешкото здраве, нейните принципи са все по-съгласувани с усилията на Световната организация за здравеопазване на животните (WOAH) за осигуряване на отговорна употреба на антимикробни средства при животните съгласно подхода „Едно здраве“. Ключови аспекти на AWaRe и WOAH:

Достъп: Антибиотици от първи избор за често срещани инфекции, предлагащи най-добра терапевтична стойност с нисък риск от резистентност.

Наблюдение: Антибиотици с по-висок потенциал за резистентност; употребата трябва да се наблюдава и ограничава.

Резерв: Крайна мярка за специфични, мултирезистентни инфекции.

Внедряване на WOAH (преди OIE): WOAH предоставя списък с антимикробни средства с ветеринарно значение, за да се предотврати злоупотребата с критични лекарства при животните.

<https://www.woah.org/app/uploads/2021/06/202501-en-woah-trd-list.pdf>

- при производство на медикаментозни фуражи за наличие на съответствие с ветеринарните рецепти и спазване на карентните срокове;
- при издаване и изпълнение на ветеринарни рецепти за антимикробни средства (ветеринарни аптеки и складове и онлайн);
- за предотвратяване на нерегламентирано предлагане на антимикробни средства;
- върху хранителни продукти от животински произход, като се предвидят проби и подходящи методи за анализ на наличие на гени на антимикробна резистентност при изолати от хранителни продукти от животински произход, местно производство и внос.

Само с незабавна мобилизация на обществените институции и цялото общество, с целенасочени усилия и поемане на отговорност, може да се постигнат резултатите от Национална програма за действие срещу антимикробната резистентност 2026 – 2029 г. и да се предотвратят опасенията за разпространение на антибиотична резистентност и възникване на рискове за общественото здраве.



Други информации в областта на замърсители по хранителната верига, остатъци от ветеринарни лекарствени продукти, здраве на животните и хуманно отношение към тях, фуражи и фуражни добавки могат да бъдат намерени на интернет страницата на ЦОПХВ: – <https://corhv.government.bg/>.

Изготвил:

д-р Виктория Монева, главен експерт, дирекция ОРХВ, ЦОПХВ, дата: 11.03.2026 г.

Източник:

[1] Dushayeva LZ. Antimicrobial resistance in foodborne Escherichia coli and Salmonella spp. from animal-origin foods: Transmission pathways, global surveillance gaps, and alternative therapeutic strategies. Vet World. 2025 Nov;18(11):3288-3305. doi: 10.14202/vetworld.2025.3288-3305. Epub 2025 Nov 6. PMID: 41472774; PMCID: PMC12745026.