Vol. 18(1): ; Mai - Iunie 2024

Dinamica antibiorezistenței celor mai frecvent izolate bacterii cu potențial patogen din sectorul alimentar

Antibiotic resistance dynamics of the most frequently isolated potentially pathogenic bacteria from the food sector

Adrian Rădulescu[1,2], Maria Crivineanu[1], Diana Mihaela Alexandru[1,*]

1. Universitatea de Ştiinţe Agronomice şi Medicină Veterinară, Facultatea de Medicină Veterinară, Bucureşti, România
2. Direcţia Sanitar Veterinară şi pentru Siguranţa Alimentelor Vrancea, România

***Corresponding author:** albu.dm@gmail.com

Cuvinte cheie: *antibiorezistenţă, substanţe antibacteriene, sănătate publică, bacterii patogene, izolate bacteriene*
Keywords: *antibiotic resistance, antibacterial substances, public health, pathogenic bacteria, bacterial isolates*

Rezumat

Antibiorezistența reprezintă o amenințare semnificativă la adresa sănătății umane, iar sectorul alimentar servește adesea ca un important rezervor de bacterii cu potențial patogen. În acest context, este importantă investigarea şi cunoaşterea dinamicii antibiorezistenței la nivelul celor mai frecvente izolate bacterii din sectorul alimentar. Scopul acestui studiu a fost de a evidenţia implicarea antibiorezistenţei în sectorul alimentar pentru a proteja sănătatea publică și pentru a contracara amenințările emergente generate de biorezistență în sectorul alimentar. Astfel, am prezentat rolul sectorului alimentar în răspândirea biorezistenţei, metolodogia necesară investigării antibioriseteţei în sectorul alimentar şi importanţa indentificării rezistenței la antibiotice în bacteriile izolate din alimente.

Abstract

Antibiotic resistance is a significant threat to human health, and the food sector often serves as an important reservoir of potentially pathogenic bacteria. In this context, it is important to investigate and know the dynamics of antibiotic resistance at the level of the most frequently isolated bacteria from the food sector. The aim of this study was to highlight the implication of antibiotic resistance in the food sector to protect public health and to counter the emerging threats generated by bioresistance in the food sector. Thus, we presented the role of the food sector in the spread of bioresistance, the methodology necessary to investigate antibiotic resistance in the food sector and the importance of identifying antibiotic resistance in bacteria isolated from food.

Introducere

Biorezistența, definită ca şi capacitatea bacteriilor de a supraviețui expunerii la medicamente, reprezintă o provocare majoră pentru sănătatea umană și pentru eficacitatea tratamentelor medicale.

Sectorul alimentar, prin natura sa complexă și diversă, poate să servească ca un important rezervor pentru bacteriile cu potențial patogen și, implicit, pentru dezvoltarea și răspândirea rezistenței la antibiotice (2, 7).

Această lucrare prezintă dinamica antibiorezistenței în cazul celor mai frecvent izolate bacterii din sectorul alimentar (Figura 1).

Obiectivul principal constă în evidenţierea sensibilitaţii acestor bacterii la diverse antibiotice și identificarea potențialelor mecanisme de rezistență.

Prin înțelegerea acestor aspecte, ne propunem să contribuim la dezvoltarea unor

strategii eficiente pentru gestionarea biorezistenței în industria alimentară.

Prin colectarea și analiza eșantioanelor provenite din surse alimentare variate, ne propunem să oferim o perspectivă detaliată asupra situației actuale a rezistenței la antibiotice în acest domeniu critic.

Identificarea şi prezentarea acestor aspecte ar putea servi drept bază pentru implementarea unor practici agricole și alimentare mai responsabile, reducând astfel riscul de răspândire a biorezistenței și protejând sănătatea publică (10, 13).

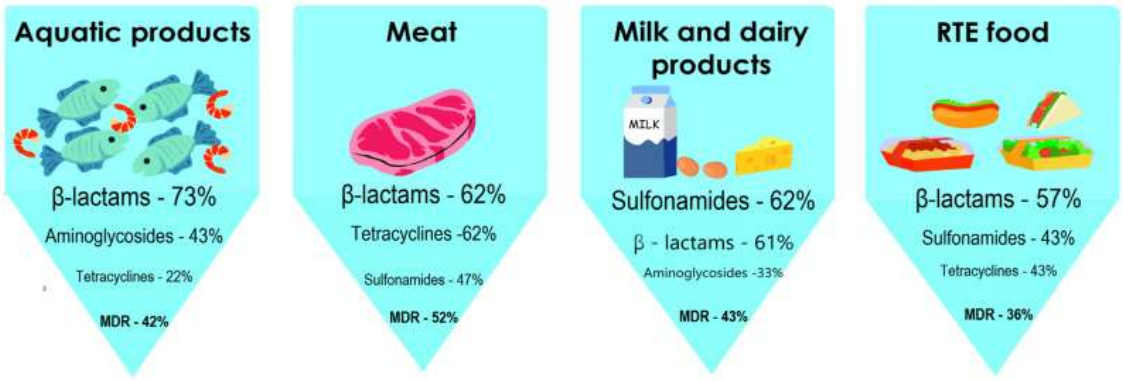

Figura 1. Cele mai comune tipuri de rezistență la antibiotice în funcție de tipul de produs alimentar (Sursa: Grudlewska-Buda, K. şi colb., 2023)

Această lucrare se bazează pe convingerea că înțelegerea mecanismelor și a pattern-urilor de rezistență la antibiotice în bacteriile alimentare este esențială pentru a implementa măsuri de gestionare eficiente.

Analizând profilurile de sensibilitate la antibiotice, vom putea identifica antibioticele care încă mai sunt eficiente și, în același timp, vom evidenția zonele de creștere a rezistenței (9, 11, 15). Aceste informații sunt cruciale pentru adaptarea și optimizarea regimurilor de tratament.

De asemenea, variabilitatea semnificativă între diferite surse alimentare ne atrage atenția asupra unor posibile influențe ale factorilor de mediu, tehnologici sau geografici asupra dezvoltării rezistenței la antibiotice (11, 16, 18, 28).

Un alt aspect cheie al acestei lucrări este evidențierea importanței practicilor agricole responsabile.

Utilizarea excesivă și necorespunzătoare a antibioticelor în agricultură poate contribui semnificativ la creșterea rezistenței bacteriilor alimentare.

Prin identificarea legăturilor dintre practicile agricole și nivelurile de rezistență, putem dezvolta linii directoare și regulamente pentru a promova un echilibru între nevoile agricole și necesitatea de a proteja sănătatea umană.

Promovarea utilizării responsabile a antibioticelor și implementarea unor practici durabile în sectorul alimentar sunt esențiale pentru a asigura că această problemă globală de sănătate publică este abordată într-un mod eficient și sustenabil (17, 24, 26).

În contextul unei amenințări tot mai mari la adresa eficacității tratamentelor medicale, este esenţială cunoaşterea dinamicii antibiorezistenței în sectorul alimentar, oferind astfel informații valoroase pentru elaborarea unor strategii de intervenție și control eficiente.

Biorezistența și implicațiile asupra sănătății umane

Biorezistența, ca fenomen biologic, a evoluat în ultimele decenii ca o problemă complexă și presantă în domeniul sănătății umane.

Conceptul de biorezistență se referă la abilitatea microorganismelor de a rezista la acțiunea substanțelor medicamentoase, în special fiind întâlnită rezistenţa la antibiotice, ceea ce generează dificultăți semnificative în tratamentul infecțiilor (2,3).

Implicațiile biorezistenței asupra sănătății umane sunt multiple și adânc îngrijorătoare. În primul rând, capacitatea bacteriilor de a evolua și de a dezvolta rezistență la antibiotice reduce eficacitatea tratamentelor medicale, expunând pacienții la riscuri crescut de complicații și chiar deces.

De asemenea, biorezistența are un impact negativ asupra duratei tratamentului și costurilor asociate cu îngrijirea medicală. Răspândirea rezistenței la antibiotice în comunitatea medicală subliniază necesitatea unei abordări globale și coordonate pentru a gestiona această problemă și pentru a asigura disponibilitatea terapiei eficiente în fața infecțiilor bacteriene (4,5,8).

Totodată, biorezistența are implicații directe asupra sănătății publice la nivel global. Fenomenul este susceptibil de a facilita răspândirea infecțiilor rezistente la nivel mondial, din cauza mobilității crescute a populației și a contactelor internaționale.

Această perspectivă subliniază necesitatea unei cooperări internaționale consolidate pentru a dezvolta strategii eficiente de control și prevenire a biorezistenței (1,10,14).

Rolul sectorului alimentar în răspândirea biorezistenței

Sectorul alimentar joacă un rol semnificativ în răspândirea biorezistenței, oferind un cadru propice pentru dezvoltarea și transmiterea genelor de rezistență la antibiotice în diferite medii și organisme.

Acest fenomen complex implică interacțiuni multiple între microorganismele prezente în alimente, mediul înconjurător și practicile agricole și alimentare (22,26).

Cele mai importante asepcte care influenţează răspândirea antibiorezistenţei îm sectorul alimentar sunt:

- **Utilizarea extensivă a antibioticelor în agricultură:** antibioticele sunt adesea utilizate în practicile agricole pentru a promova creșterea animalelor și a preveni infecțiile. Această utilizare extensivă poate crea un mediu propice pentru dezvoltarea și selecția bacteriilor rezistente la antibiotice.

- **Transferul genelor de rezistență prin lanțul alimentar:** bacteriile rezistente la antibiotice și genele de rezistență pot fi transferate de la animalele tratate cu antibiotice la oameni prin consumul de produse alimentare contaminate. Acest fenomen contribuie la creșterea incidenței rezistenței la antibiotice la nivel uman (19).

- **Mediul înconjurător și contaminarea alimentelor:** Mediul în care sunt crescute animalele și procesele de producție alimentară pot facilita contaminarea cu bacterii rezistente. Acest lucru poate include contaminarea apei de irigare, solul și alte resurse naturale folosite în producția alimentară.
- **Comerțul internațional de produse alimentare:** în contextul globalizării, produsele alimentare pot călători între țări și continente. Acest schimb comercial poate contribui la răspândirea bacteriilor rezistente la antibiotice și a genelor asociate la nivel mondial.

- **Practici inadecvate de igienă alimentară:** Practicile inadecvate de igienă în procesarea și manipularea alimentelor pot facilita contaminarea cu bacterii rezistente. Aceasta poate include nerespectarea normelor de igienă în fermele agricole, abatoare sau în procesul de producție alimentară.

Sectorul alimentar reprezintă un mediu în care biorezistența poate să prospere și să se răspândească. Abordarea acestei probleme necesită o atenție deosebită asupra practicilor agricole și alimentare, promovând utilizarea responsabilă a antibioticelor, îmbunătățirea igienei alimentare și dezvoltarea unor strategii de control la nivel global (12,23).

Metodologia investigării antibiorezistenţei

Investigarea dinamicii antibiorezistenţei în sectorul alimentar necesită o metodologie

riguroasă de colectare a eşantioanelor şi de evaluare a sesnibilităţii bacteriilor identificate.

Selecția surselor alimentare: identificarea și selecția surselor alimentare se realizează în funcție de relevanța lor în ceea ce privește potențialul de transmitere a bacteriilor patogene către consumatori.

Aceasta include produse de origine animală și vegetală, produse procesate și crude, acoperind astfel o gamă largă de alimente consumate în mod obișnuit.

Procesul de eșantionare: eșantionarea se efectuează în mod aleatoriu în diferite locații geografice și unități de producție alimentară pentru a asigura o reprezentativitate adecvată.

Eșantioanele trebuie colectate de personal specializat folosind tehnicile aprobate de laborator. Fiecare eșantion trebuie identificat corespunzător și înregistrat în funcție de tipul de aliment și locul de prelevare.

Prelevarea eșantioanelor se realizează cu instrumente sterile pentru a minimiza riscul de contaminare. În cazul alimentelor ambalate, se asigură intactitatea ambalajului pentru a evita contaminarea ulterioară.

Pentru produsele alimentare crude, prelevarea se realizează în puncte multiple pentru a acoperi diversitatea bacteriană în diferite regiuni ale produsului.

Transportul și stocarea eșantioanelor: după colectare, eșantioanele trebuie transportate la laborator în condiții controlate de temperatură pentru a menține integritatea bacteriologică.

La sosire, acestea sunt stocate conform standardelor de laborator pentru a evita contaminarea și degradarea materialului biologic.

Identificarea și documentarea eșantioanelor: La laborator, fiecare eșantion trebuie supus unui proces riguros de identificare și documentare.

Datele relevante, cum ar fi tipul de aliment, data și locul de colectare, sunt înregistrate pentru a asigura o urmărire precisă și corelată a rezultatelor cu sursele specifice.

Analiza profilurilor de sensibilitate la antibiotice

Analiza profilurilor de sensibilitate la antibiotice se realizează pentru a obține o înțelegere detaliată a rezistenței bacteriilor izolate din eșantioanele alimentare.

Procedura implică mai multe etape bine definite, pentru a asigura acuratețea și relevanța rezultatelor, şi anume:

Izolarea și Identificarea bacteriilor: înainte de a efectua testele de sensibilitate la antibiotice, bacteriile trebuie izolate și identificate în mod corespunzător la nivel de specii.

Această etapă implcă utilizarea tehnologiilor moleculare și biochimice pentru a confirma prezența bacteriilor patogene și a asigura uniformitatea lotului de eșantioane.

Stabilirea concentrațiilor de antibiotice: concentrațiile exacte ale antibioticelor folosite în teste trebuie stabilite conform ghidurilor CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) sau a altor normative internaționale relevante.

Tehnici de susceptibilitate la antibiotice: testele de susceptibilitate la antibiotice se realizează folosind metode standardizate, precum difuzia în agar, diluția în medii lichide sau metode automate, în funcție de specificul bacteriilor și de antibioticele testate. Trebuie acordată o atenție deosebită standardelor CLSI pentru asigurarea comparabilității rezultatelor.

Interpretarea și documentarea rezultatelor: rezultatele testelor se interpretează conform valorilor de referință stabilite de organizațiile internaționale.

Analiza detaliată a profilurilor de sensibilitate la antibiotice furnizează date esențiale pentru înțelegerea extinderii și diversității rezistenței la nivelul bacteriilor din sectorul alimentar și poate servi drept bază pentru recomandări privind utilizarea responsabilă a antibioticelor în practicile agricole și alimentare (25, 27).

Identificarea genelor de rezistență și a mecanismelor implicate

Pentru a înțelege mai bine biorezistența la nivel molecular și pentru a identifica genelor de rezistență și mecanismele implicate în bacteriile izolate din sectorul alimentar se pot efectua următoarele etape:

Extracția ADN-ului bacterian: ADN-ul bacterian se extrage din eșantioanele izolate folosind tehnici specializate de extracție, asigurând puritatea și integritatea materialului genetic.

Acest proces este esențial pentru a obține secvențe genetice fiabile și reprezentative.

Secvențierea genomică: ADN-ul extras se supune secvențierii genomice pentru a obține o imagine completă a materialului genetic al bacteriilor.

Analiza bioinformatică: datele secvențelor se analizează folosind software bioinformatic pentru a identifica genele de rezistență la antibiotice și a determina eventualele mutații asociate.

Această analiză include și compararea cu baze de date de referință pentru confirmarea identificării genelor.

Validarea experimentală: pentru a valida rezultatele analizei bioinformatică, se realizează teste experimentale, cum ar fi PCR (Reacția de Polimerizare în Lanț), pentru amplificarea și identificarea genelor specifice. Această etapă este esențială pentru confirmarea prezenței genelor de rezistență identificate prin secvențierea genomică.

Caracterizarea mecanismelor de rezistență: pe baza informațiilor obținute din analiza bioinformatică și a validării experimentale, se caracterizează mecanismele specifice de rezistență la antibiotice.

Aceasta include identificarea tipului de rezistență (eflux, modificări enzimatice etc.) și evaluarea gradului de expresie a genelor respective.

Interpretarea și corelarea cu profilurile de sensibilitate: rezultatele obținute în identificarea genelor de rezistență și a mecanismelor implicate se corelează cu profilurile de sensibilitate la antibiotice.

Această integrare a datelor oferă o imagine comprehensivă asupra relațiilor dintre caracteristicile genomice și fenotipice ale bacteriilor izolate.

Această abordare integrată a identificării genelor de rezistență și a mecanismelor implicate aduce o contribuție semnificativă în înțelegerea biorezistenței la nivel molecular și poate oferi informații cruciale pentru dezvoltarea de strategii precise și orientate în gestionarea biorezistenței în sectorul alimentar (25).

Extinderea rezistenței la antibiotice în bacteriile alimentare

Extinderea rezistenței la antibiotice în bacteriile alimentare indică o presiune persistentă asupra acestor microorganisme, subliniind nevoia unei abordări comprehensive și aprofundate în gestionarea acestui fenomen.

Mecanismele identificate de rezistență oferă o imagine detaliată a modului în care bacteriile se adaptează la presiunea antibioticelor, facilitând dezvoltarea de strategii de combatere eficiente (26).

Extinderea rezistenței la antibiotice în bacteriile alimentare reprezintă o amenințare majoră la adresa sănătății umane, cu potențialul de a afecta eficacitatea tratamentelor și de a crește riscul de complicații.

Este necesară o monitorizare și reglementare atentă pentru a reduce utilizarea nejustificată a antibioticelor în agricultură și pentru a promova practici alimentare responsabile (21,24).

Analiza variabilității rezistenței între sursele alimentare a identificat factori contribuitori importanți la acest fenomen.

Practicile agricole, inclusiv utilizarea antibioticelor în creșterea animalelor, au fost identificate ca factori semnificativi.

De asemenea, diferențele în procesele de producție și igiena alimentară au contribuit la variația rezistenței între categoriile de alimente.

Această înțelegere detaliată a factorilor contribuitori furnizează baza necesară pentru a dezvolta strategii eficiente de intervenție, orientate spre reducerea biorezistenței în sectorul alimentar (14,16,19).

Implicații pentru sănătatea publică și practicile alimentare

Antibiorezistentă în sectorul alimentar are implicaţii semnificative pentru sănătatea publică și practicile alimentare.

Extinderea rezistenței la antibiotice în bacteriile alimentare reprezintă o amenințare majoră la adresa sănătății umane, cu potențialul de a afecta eficacitatea tratamentelor și de a crește riscul de complicații.

Este necesară o monitorizare și reglementare atentă pentru a reduce utilizarea nejustificată a antibioticelor în agricultură și pentru a promova practici alimentare responsabile (9, 15).

Există numeroase studii anterioare care au adus contribuții semnificative în înțelegerea biorezistenței în sectorul alimentar.

Aceste cercetări au examinat diverse aspecte, inclusiv profilurile de rezistență la antibiotice ale bacteriilor izolate din alimente, impactul practicilor agricole asupra dezvoltării rezistenței și implicațiile acestei rezistențe pentru sănătatea umană.

Studiul efectuat de Elder şi colab. în 2016, explorează rezistența la antibiotice în patogenii transmitați prin alimente, subliniind necesitatea unei abordări globale pentru a gestiona această problemă.

Autorii evidențiază legăturile dintre utilizarea antibioticelor în agricultură și răspândirea rezistenței la nivel mondial (9).

De asemenea, Mukherjee şi colab. (2020) investighează în cercetarea lor impactul practicilor agricole, în special a irigării solului, asupra dezvoltării rezistenței la antibiotice în *Escherichia coli*, explorând conexiunile între utilizarea apei de irigare și apariția rezistenței (20).

Cercetările asupra rezistenţei antibioticelor la *E. coli* sunt completate de Caruso în 2018, care analizează rezistența la antibiotice în Escherichia coli izolată de la animalele de fermă, examinând evoluția rezistenței la diverse clase de antibiotice și subliniind importanța monitorizării constante în sectorul agricol (6).

Un alt studiu care a contribuit la înțelegerea biorezistenței în sectorul alimentar este "*Antibiotic Resistance in Foodborne Bacteria - An Emerging Public Health Problem*", în care Komolafe examinează biorezistența în bacteriile transmitate prin alimente și subliniază amploarea problemei ca o amenințare emergentă la adresa sănătății publice, evidențiând necesitatea unei abordări interdisciplinare pentru a contracara această problemă (17).

Concluzii

Înţelegerea dinamicii antibiorezistenţei în sectorul alimentar este esenţială pentru a implementa noi stategii în vedera gestionării biorezistenţei.

Este necesară adoptarea practicilor agricole responsabile și a unei utilizări raționale a antibioticelor pentru a reduce presiunea selectivă asupra bacteriilor, minimizând astfel riscul extinderii rezistenței.

Aceste măsuri sunt imperative pentru protejarea sănătății publice și pentru gestionarea eficientă a unui fenomen care evoluează într-un context alimentar în continuă schimbare.

Monitorizarea continuă a rezistenței la antibiotice în sectorul alimentar reprezintă un element cheie în eforturile noastre de a anticipa și de a gestiona aceste amenințări emergente pentru sănătatea umană.

Bibliografie

1. **Abdelrazik E., El-Hadidi M.** (2023). Tracking Antibiotic Resistance from the Environment to Human Health. *Methods Mol Biol*, 2649:289-301. doi: 10.1007/978-1-0716-3072-3_15.
2. **Anderson, J.M.** (2018). Antibiotic Resistance in Foodborne Pathogens: A Comprehensive Review Ed. Academică, Metropolis.

3. **Andersson, D.I., Hughes, D.** (2014). Microbiological effects of sublethal levels of antibiotics. *Nature Reviews Microbiology,* 12(7), 465-478.
4. **Bush, K., Courvalin, P., Dantas, G., Davies, J., Eisenstein, B., Huovinen, P., Paterson, D.L.** (2011). Tackling antibiotic resistance. *Nature Reviews Microbiology*, 9(12), 894-896.
5. **Carlet, J., Pulcini, C., Piddock, L.J., & members of the WHO Advisory Group on Integrated Surveillance of Antimicrobial Resistance** (2018). Antibiotic resistance: a geopolitical issue. *Clinical Microbiology and Infection*, 24(9), 808-810.
6. **Caruso, G.** (2018). Antibiotic Resistance in Escherichia coli from Farm Livestock and Related Analytical Methods: A Review. *Journal of AOAC International*, 101, 4, 916–922, https://doi.org/10.5740/jaoacint.17-0445
7. **Clark, R.L.** (2019). Sustainable Practices in Agriculture: Mitigating Antibiotic Resistance in Livestock Editura EcoSolutions, Ecotown.
8. **Cristina, R.T.** (2023). Despre: antibiorezistenţa în medicina Veterinară. *Veterianry Drug*, 17(2), 3-8.
9. **Elder, D.P., Kuentz, M., Holm, R.** (2016). Antibiotic Resistance: The Need For a Global Strategy. *J Pharm Sci.*, 105(8):2278-87. doi: 10.1016/j.xphs.2016.06.002. Epub 2016 Jul 7. PMID: 27397433.
10. **Garcia, A.P.** (2017). Emerging Trends in Antibiotic Resistance: Implications for Food Safety Editura Global Science, Megacity.
11. **Grudlewska-Buda, K., Bauza-Kaszewska, J., Wiktorczyk-Kapischke, N., Budzyńska, A., Gospodarek-Komkowska, E., Skowron, K.** (2023). Antibiotic Resistance in Selected Emerging Bacterial Foodborne Pathogens-An Issue of Concern? *Antibiotics (Basel)*, 9, 12(5):880. doi: 10.3390/antibiotics12050880. PMID: 37237783; PMCID: PMC10215942.
12. **Harrison, S.K.** (2016). Agricultural Antibiotics and Human Health: A Cross-Disciplinary Perspective Editura Harmony Press, Nexus City.
13. **Holmes, A.H., Moore, L.S., Sundsfjord, A., Steinbakk, M., Regmi, S., Karkey, A., Piddock, L.J.** (2016). Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *The Lancet*, 387(10014), 176-187.
14. **Huemer M., Mairpady Shambat S., Brugger S.D., Zinkernagel A.S.** (2020). Antibiotic resistance and persistence-Implications for human health and treatment perspectives. *EMBO Rep.*, 21(12), e51034. doi: 10.15252/embr.202051034.
15. **Jones, M.E.** (2020). From Farm to Fork: Understanding Antibiotic Resistance in the Food Supply Chain Editura AgriTech, Agriville.
16. **King, L.N.** (2018). Regulatory Approaches to Antibiotic Use in Agriculture: Global Perspectives Editura RegulareBooks, Capitol City.
17. **Komolafe, O.O.** (2003). Antibiotic resistance in bacteria - an emerging public health problem. *Malawi Med J*, 15(2):63-7. doi: 10.4314/mmj.v15i2.10780. PMID: 27528961; PMCID: PMC3345436.
18. **Larsson D.G.J., Flach C.F.** (2022). Antibiotic resistance in the environment. *Nat Rev Microbiol,* 20(5), 257-269. doi: 10.1038/s41579-021-00649-x.
19. **Miller, P.R.** (2017). Microbial Ecology of Antibiotic Resistance Genes in Agroecosystems Editura BioDynamics, Bioville.
20. **Mukherjee, M., Gentry, T., Mjelde, H., Brooks, J.P., Harmel, D., Gregory, L., Wagner, K.** (2020). Escherichia coli Antimicrobial Resistance Variability in Water Runoff and Soil from a Remnant Native Prairie, an Improved Pasture, and a Cultivated Agricultural Watershed. *Water*. 12(5):1251. https://doi.org/10.3390/w12051251
21. **O'Neill, J.** (2016). Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and

Recommendations. *Review on Antimicrobial Resistance.*

22. **Prestinaci, F., Pezzotti, P., Pantosti, A.** (2015). Antimicrobial resistance: a global multifaceted phenomenon. *Pathogens and Global Health*, 109(7), 309-318.
23. **Roberts, H.Q.** (2019). One Health Strategies for Combating Antibiotic Resistance: Integrating Human and Animal Health Editura OneHealth Publishing, Unity Town.
24. **Smith, D.F.** (2020). Antibiotic Stewardship in Food Production: Challenges and Opportunities Editura SustainPrint, Greenburg.
25. **Spellberg, B., Blaser, M., Guidos, R.J., Boucher, H.W., Bradley, J.S., Eisenstein, B.I., Gilbert, D.N.** (2016). Combating Antimicrobial Resistance: Policy Recommendations to Save Lives. *Clinical Infectious Diseases*, 62(4), 479-483.
26. **Taylor, E. S.** (2016). Genomic Insights into Antibiotic Resistance Mechanisms in Foodborne Bacteria Editura GenomeHub, Genetropolis, 2016.
27. **Ventola, C.L.** (2015). The Antibiotic Resistance Crisis: Part 2: Management Strategies and New Agents. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(5), 344.
28. **Xiao R., Huang D., Du L., Song B., Yin L., Chen Y., Gao L., Li R., Huang H., Zeng G.** (2023). Antibiotic resistance in soil-plant systems: A review of the source, dissemination, influence factors, and potential exposure risks. *Sci Total Environ*. Apr 15, 869:161855. doi: 10.1016/ j.scitotenv.2023.161855.