

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului

„Regele Mihai I al României” din Timișoara



Facultatea de Medicină Veterinară

GAȘPAR M. CRISTINA-MIRABELA

TEZĂ DE DOCTORAT

**IMPACTUL POLUĂRII DOMESTICE ASUPRA MEDIULUI ȘI
SĂNĂTĂȚII OMULUI**

Conducător științific
Prof. Dr. ȚIBRU IOAN

Timișoara
2020

Prezenta teză de doctorat conține:

- Rezumat (română, engleză);
- Introducere;
- Cercetări bibliografice (23 de pagini, 5 figuri);
- Cercetări proprii (96 de pagini, 19 tabele, 51 de figuri);
- Concluzii generale;
- Bibliografie (263 de titluri bibliografice);
- Lista lucrărilor științifice publicate.

REZUMATUL

Tezei de doctorat

IMPACTUL POLUĂRII DOMESTICE ASUPRA MEDIULUI ȘI SĂNĂTĂȚII OMULUI

Teza de doctorat este structurată în două părți: **Cercetări bibliografice** și **Cercetări proprii**, la care se adaugă **considerațiile introductive** și cele finale, sub forma **concluziilor generale**.

Lucrarea debutează cu o **Introducere** care prezintă semnificația poluării domestice, de-a lungul evoluției umanității, până în prezent, urmată de expunerea motivației ce a determinat aceste cercetări și a obiectivelor specifice realizate.

Cercetările bibliografice cuprind două capitole:

- Cap. 1 Noțiuni generale și principii legislative referitoare la protecția mediului și la poluarea domestică.
- Cap. 2 Tehnicile actuale de gestionare a deșeurilor menajere.

În *primul capitol*, sunt prezentate noțiunile de bază din domeniul protecției mediului și sunt enumerate principalele tipuri de poluare, descrise de-a lungul timpului, în literatura de specialitate, acordându-se un spațiu mai larg poluării domestice. Aceasta este rezultatul gestionării necorespunzătoare a reziduurilor ce provin din activitățile casnice cotidiene și/ sau proprii existenței umane (hrănire, catabolism, practici de igienă personală și a locuinței etc.), reziduuri pe care le regăsim sub forma apelor uzate fecaloid-menajere și a diferitelor tipuri de deșeuri solide. În cel dintâi subcapitol *Principii de salubritate în România, la sfârșitul secolului al XIX-lea și început de secol XX*, sunt analizate primele reglementări, elaborate pe teritoriul actual al României moderne, cu referire la organizarea sistemului sanitar și a serviciilor locale de salubritate responsabile de gestionarea reziduurilor rezultate în gospodărie, dar și situația concretă din teritoriu, în ceea ce privește implementarea acestor prevederi legale. În subcapitolul al doilea *Legislație europeană și națională privind protecția mediului și gestionarea reziduurilor de proveniență domestică*, sunt prezentate și analizate cele mai importante dintre actele normative actuale, care stabilesc principii în domeniul protecției mediului, cu referire la aer, apă și sol, precum și acelea care reglementează modul de gestionare a deșeurilor menajere. În ceea ce privește protecția aerului atmosferic, în România, nu există prevederi pentru indicatorii microbiologici de calitate, nici măcar pentru zonele unde, prin specificul activității desfășurate, încărcătura microbiană a aerului înconjurător este de așteptat a fi ridicată și/ sau potențial periculoasă (arealele din apropierea stațiilor de epurare a apelor uzate fecaloid-menajere sau a unităților de tratare/ depozitare a deșeurilor). Același parametru dispăre și din prevederile legislative cu referire la condițiile de calitate ale apelor uzate, ceea ce permite deversarea în emisari naturali, a apelor cu încărcătură microbiană necontrolată. În fine, administrarea deșeurilor rămâne încă o problemă nerezolvată, la nivel național, în ciuda existenței unui cadru legislativ complet și a sancțiunilor din partea UE, ce decurg din nerealizarea obiectivelor.

Capitolul doi debutează cu prezentarea succintă a celor mai răspândite tehnici de gestionare a deșeurilor, la nivel european și național: principiile care stau la baza reducerii cantității generate și impunerea obligației de a colecta selectiv deșeurile menajere, astfel încât celelalte tehnici de tratare propriu-zisă (compostarea, fermentarea anaerobă, tratarea mecanico-biologică și incinerarea), să poată fi aplicate cu succes, în scopul de a facilita renunțarea la practica depozitării deșeurilor, cea mai indezirabilă, dar în continuare, cea mai răspândită metodă, în multe țări europene. În final, în subcapitolul *Impactul tehnicilor de tratare a deșeurilor asupra sănătății omului și mediului*, sunt prezentate rezultatele celor mai recente cercetări cu privire la posibilul impact al acestor

tehnică de tratare, asupra sănătății populației care locuiește în apropierea unor astfel de amplasamente și asupra sănătății angajaților ce își desfășoară activitatea în aceste unități sau îndeplinesc servicii precum colectarea deșeurilor.

Cercetările proprii sunt organizate în cinci capitole:

Cap. 3 Modul de implementare, în spațiul urban, a legislației în vigoare cu referire la protecția mediului și a sănătății populației.

Cap. 4 Determinarea încărcăturii microbiene a materialelor absorbante din ambalajele produselor din carne.

Cap. 5 Controlul microbiologic al apelor uzate urbane – istorie sau necesitate?

Cap. 6 Determinarea reziduurilor de antibiotice β -lactamice din apă.

Cap. 7 Susceptibilitatea la antimicrobiene a tulpinilor de stafilococi și *E. coli* izolate din mediile acvatice și de pe suprafețe expuse frecvent contactului.

Capitolul trei cuprinde două subcapitole. Obiectivul primului subcapitol *Evaluarea amplasamentelor destinate depozitării recipientelor de colectare a deșeurilor menajere*, a fost de a verifica dacă locurile special amenajate pentru depozitarea pubelelor sau containerelor de precolectare secundară, din apropierea blocurilor de locuințe, îndeplinesc cerințele impuse de Ordinul ministrului sănătății nr. 119/2014, pentru aprobarea Normelor de igienă și sănătate publică privind mediul de viață al populației.

Pentru aceasta, au fost luate în studiu două reședințe de județ din România, A și B, situate în vestul și sud-vestul țării și s-a conceput un chestionar, cu cinci criterii, care să permită evaluarea tuturor prevederilor cuprinse în Capitolul I – Norme de igienă referitoare la zonele de locuit, Art. 4, punctul a), al Ordinului ministrului sănătății nr. 119/2014 și anume: 1. amplasarea la minim 10 metri de ferestrele locuințelor; 2. existența împrejmuirii; 3. impermeabilizarea (dacă pubele sunt amplasate pe suprafețe betonate); 4. existența pantei de scurgere spre sistemul de canalizare; 5. dotarea cu sistem de spălare și cu sifon de scurgere racordat la rețeaua de canalizare. În orașul A, au fost supuse observației 200 de platforme, iar în orașul B, 120 și analizate conform chestionarului.

S-a constatat că, în orașul A, doar 16% dintre punctele de precolectare secundară evaluate sunt, de fapt, organizate sub forma unei platforme, acestea fiind cele împrejmuite cu ziduri din beton. În restul cazurilor, pubelele sunt depuse pe trotuar și foarte aproape de ferestrele locuințelor, pe spațiul verde sau pe zona de trecere dinspre trotuar spre partea carosabilă

În orașul B, s-a observat o frecvență mai ridicată a platformelor conforme cu trei dintre cele cinci prevederi urmărite și anume: distanța de amplasare (100%), existența împrejmuirii (100%) și impermeabilizarea (60%), față de orașul A, unde aceste criterii au fost îndeplinite de către 43%, 16% și respectiv, 48% dintre platformele luate în studiu.

În ceea ce privește existența pantei de scurgere spre sistemul de canalizare, frecvența platformelor conforme a fost de 22% în orașul A și de 0% în orașul B.

Niciuna dintre platformele luate în studiu nu au fost dotate cu sistem propriu de spălare.

Inexistența unor platforme propriu-zise în orașul A și neîndeplinirea cerințelor legale de amplasare și dotare a platformelor, acolo unde ele există, în ambele orașe, pot fi puse pe seama constrângerilor de spațiu din mediul urban și a faptului că toate blocurile de locuințe vizate, în prezentul studiu, au fost construite cu mult înaintea intrării în vigoare a acestor prevederi.

Din rezultatele obținute în cadrul prezentului capitol, s-a concluzionat că nerespectarea prevederilor Ordinului ministrului sănătății nr. 119/2014, în ceea ce privește amplasarea și dotarea platformelor pentru recipientele de precolectare secundară a gunoiului menajer, în mediul urban, poate conduce la apariția poluării domestice.

În cadrul celui de-al doilea subcapitol *Evaluarea gradului de contaminare a recipientelor de precolectare secundară a deșeurilor menajere*, ne-am propus aprecierea gradului de salubritate a amplasamentelor și pubelelor luate în studiu în subcapitolul anterior, prin determinarea încărcăturii totale de germeni mezofili aerobi, a coliformilor totali și a coliformilor termotoleranți (fecali), de pe suprafața acestora.

În toate cele 150 de probe recoltate din orașul A (iarna și vara), s-a urmărit evidențierea încărcăturii totale de germeni mezofili aerobi (NTGMA), iar cele 100 de probe, recoltate în timpul iernii, au fost prelucrate și în vederea identificării prezenței bacteriilor coliforme totale și termotolerante. În orașul B, recoltarea probelor s-a

desfășurat în patru zile de iarnă. Au fost alese 10 platforme de colectare a gunoiului menajer, iar recoltarea s-a făcut, la fiecare platformă, de pe suprafața recipientelor din plastic și a grilajului metalic, însumându-se un total de 80 de probe, pentru care s-a determinat încărcătura totală de germeni. Din cele 80 de probe, 40 au fost testate pentru prezența bacteriilor coliforme totale și a celor termotolerante, iar încă 20, doar pentru prezența coliformilor termotoleranți.

Raportate la unitatea de suprafață (1 cm^2), valorile NTGMA au variat, în cazul tomberoanelor din plastic, de la 18,48 la $1,18 \times 10^4$ ufc/cm² iarna și vara, de la 90,92 la $1,22 \times 10^2$ ufc/cm² și în cazul grilajului metalic, de la $1,6 \times 10^2$ la $2,07 \times 10^3$ ufc/cm², astfel că, pornind de la constatarea lui Scott și col. (1982), care consideră că existența a peste 4 ufc/cm² constituie o contaminare majoră [191] și noi apreciem că gradul de contaminare al acestor suprafețe a fost ridicat.

Tipul substratului și temperatura acestuia, au avut un efect semnificativ asupra variației NTGMA, în orașul B:

- la aceeași temperatură a substratului, NTGMA a fost mai mare pe suprafața tomberoanelor;
- există o corelație negativă între temperatura substratului și NTGMA;
- variația NTGMA de pe suprafața tomberoanelor a depins într-o mai mare măsură de variația temperaturii substratului, decât variația NTGMA de pe suprafața grilajului metalic.

Indiferent de anotimp (vară sau iarnă), variația temperaturii substratului nu a putut fi asociată cu variația NTGMA de pe suprafața tomberoanelor, în orașul A.

Anotimpul a influențat însă, dezvoltarea germenilor pe suprafața tomberoanelor, în orașul A, întrucât la intervale asemănătoare de temperatură a substratului, NTGMA a fost mai mare în timpul verii.

În orașul A, în timpul verii, cele mai mari valori ale NTGMA s-au înregistrat la intervalul de temperatură al substratului cuprins între 22 și 37°C și cele mai scăzute, în ziua de recoltare caracterizată prin prezența precipitațiilor în aversă.

În timpul iernii, pe același substrat (tomberon din plastic) și la aceeași temperatură a substratului, valorile NTGMA au fost semnificativ mai mari în orașul B, decât în orașul A.

Tipul substratului și parametrii meteorologici ai zilei de recoltare, au avut un efect semnificativ asupra variației NTGMA în orașul B, în timpul iernii:

- în aceleași condiții atmosferice, NTGMA a fost mai mare pe suprafața tomberoanelor;
- pe suprafața tomberoanelor, NTGMA s-a corelat pozitiv cu umiditatea relativă și negativ, cu temperatura aerului atmosferic și cu amplitudinea termică diurnă; variația NTGMA a depins în mai mare măsură de umiditatea relativă a aerului atmosferic, decât de ceilalți parametri;
- pe suprafața grilajelor metalice, NTGMA s-a corelat pozitiv cu prezența precipitațiilor în cantități reduse și negativ, cu viteza vântului; variația NTGMA a depins în mai mare măsură de precipitații, decât de viteza vântului;

Parametrii meteorologici ai zilei de recoltare nu au avut un efect semnificativ asupra variației NTGMA, pe suprafața tomberoanelor, în orașul A, în timpul iernii; deși s-a remarcat aceeași tendință a NTGMA de a oscila în funcție de variațiile umidității relative și temperaturii aerului atmosferic, ca și în orașul B, nu au putut fi stabilite corelații cu acești parametri.

În timpul verii, în orașul A, NTGMA s-a corelat pozitiv cu viteza vântului și negativ cu precipitațiile sub formă de averse, însă variația acestui indicator microbiologic a depins în mică măsură (sub 10%) de acești doi parametri meteorologici.

În timpul iernii, pe același substrat (tomberon din plastic) și în condiții atmosferice similare, valorile NTGMA au fost semnificativ mai mari în orașul B, decât în orașul A.

Prevalența coliformilor totali și fecali a fost de aproape două ori, respectiv de peste șase ori, mai ridicată, pe suprafețele din orașul B decât pe cele din orașul A.

În orașul B, prevalența coliformilor totali și fecali, a fost mai ridicată pe suprafața tomberoanelor decât pe grilajele metalice.

În orașul A, sistematizarea subiectivă a zonelor de recoltare în funcție de gradul de curățenie apreciat vizual, a fost confirmată de valorile și prevalența indicatorilor microbiologici.

Capitolul patru prezintă rezultatele evaluării încărcăturii microbiene și prezenței unor bacterii potențial patogene pentru om, pe suprafața materialelor absorbante (notate în continuare MA) plasate în recipientele de ambalare a cărnii proaspete de pui și a celei măcinate, comercializate în unitățile de tip hipermarket din

România. Am considerat important acest demers întrucât principiile colectării selective a deșeurilor, obligă consumatorul să îndepărteze aceste materiale existente în recipientul din plastic sau polistiren, în care este ambalată carnea (recipient care va fi asimilat deșeurilor reciclabile) și să le colecteze împreună cu deșeurile reziduale și biodegradabile, existând astfel riscul contaminării încrucișate în momentul manipulării. Pe de altă parte, faptul că au o încărcătură bacteriană necunoscută și ajung în același recipient de colectare cu alte deșeuri de ambalaje, cu urme de materie organică și cu resturile alimentare, la temperatura din interiorul locuinței, constituie și acesta un risc microbiologic.

Au fost analizate 24 de probe, după cum urmează: la 15 dintre ele, s-a urmărit cuantificarea germenilor din familia *Enterobacteriaceae*, a germenilor coliformi și a *Escherichia coli*, precum și identificarea stafilococilor coagulază-pozitivi și a *Salmonella* spp; 22 probe (inclusiv cele 15 mai sus amintite, cu excepția MA din ambalajul cărnii de vită), au fost analizate, în vederea decelării fenotipice a tulpinilor de *E. coli* potențial patogene, pe baza capacității acestora de a exprima factori de adeziune de tipul fibrelor curli, formațiuni proteice ce prezintă afinitate chimică pentru colorantul roșu de Congo; în toate cele 24 de probe, s-a urmărit identificarea stafilococilor formatori de biofilm, prin capacitatea acestora de a forma colonii de culoare neagră, pe mediu de cultură, ce are în compoziție colorant roșu de Congo.

Valorile obținute, au variat după cum urmează: pentru enterobacteriacee, între 91 ufc/ml (47 ufc/cm²) și 9x10⁶ ufc/ml (4,7x10⁶ ufc/cm²); pentru coliformi, între 47 ufc/ml (24 ufc/cm²) și 2,6x10⁶ ufc/ml (1,4x10⁶ ufc/cm²); pentru *E. coli*, între <4 ufc/ml (<2 ufc/cm²) și 6x10² ufc/ml (3,1x10² ufc/cm²). În cazul tuturor indicatorilor, valorile cele mai mari s-au găsit pe suprafața MA preluate din caserolele cu produse de pui cu piele, iar valorile cele mai mici, pe suprafața MA din ambalajele cu carne măcinată.

Între loturi nu s-au constatat diferențe semnificative (p>0,05) în ceea ce privește încărcătura în enterobacteriacee și germeni coliformi. În schimb, încărcătura în *E. coli*, a MA preluate din ambalajele cu carne măcinată, a fost semnificativ mai redusă (p<0,05) decât a celorlalte MA.

În cadrul fiecărui lot, la toate cele trei loturi de probe (MA din ambalajele cu produse cu piele, fără piele și carne măcinată), valoarea indicatorului *E. coli* a fost semnificativ mai redusă (p<0,05) decât cea a coliformilor sau enterobacteriaceelor, fără a exista diferențe considerabile, între valorile acestora din urmă (p>0,05).

Prevalența stafilococilor coagulază-pozitivi, în probele analizate, a fost de 40%. În cazul MA preluate din caserolele cu carne de pui cu piele și celor preluate din cele cu pui fără piele, s-a înregistrat o prevalență de 33%, iar în cazul celor pe care a fost așezată carnea măcinată, de 67%.

Tulpini de *E. coli*, fixatoare de roșu de Congo au fost identificate în 8 probe din 22 testate (36%). Astfel, pe suprafața MA provenite din caserolele cu pui fără piele, prevalența a fost de 46% (6 probe pozitive din 13 testate) și de 25%, pe suprafața MA preluate din recipientele cu pui cu piele (2 probe pozitive din 8 testate). Nu au fost identificate astfel de tulpini pe suprafața singurului MA din caserola cu carne măcinată de pui.

În niciuna dintre probele analizate, nu au fost identificați stafilococi formatori de biofilm, prin metoda fenotipică folosită.

Salmonella spp. a fost prezentă pe suprafața unui singur MA, acesta aparținând unei caserole cu carne de pui cu piele. În urma serotipizării, s-a identificat *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *infantis*.

Capitolul cinci redă rezultatele obținute în urma examenului microbiologic (coliformi totali, coliformi termotoleranți, streptococi fecali și *Salmonella* spp.) al apelor uzate urbane și din zona rurală: în punctele de deversare în rețeaua de canalizare, în influent și efluent, precum și al emisarilor naturali, în amonte și în aval de stațiile de epurare.

S-au recoltat probe de apă uzată din trei stații de epurare (SE) ce deservește localități urbane (A și B) (șase probe din influent și șase, din efluent) și din mediul rural (C) (două probe din influent și două, din efluent), din județul Timiș; din rețeaua de canalizare a localităților și din emisarul natural, în care stația C, deversează efluentul. Din rețeaua de canalizare, s-au recoltat câte șase probe, din zone cu blocuri, cu centre comerciale și cu spitale, în orașele A și B. Recoltările din emisarul natural, de la o distanță de aproximativ 50 de metri în amonte (n12) și în aval (n12) de stația de epurare, s-au efectuat atât în perioada de funcționare a SE (n6), cât și atunci când aceasta era oprită (n6).

În cazul SEA și SEB, diferențele dintre influent și efluent, privind încărcătură microbiană, au fost în toate cazurile, distinct semnificative (p<0,01), pentru toți cei trei indicatori bacteriologici. Între încărcăturile microbiene ale influențelor celor două stații, nu s-au evidențiat diferențe semnificative (p>0,05), chiar dacă numărul probabil de streptococi fecali (SF) a fost aproape dublu în SEA (2,44x10⁶/100 ml), față de SEB

($1,26 \times 10^6/100$ ml) ($p < 0,05$). SF au avut valorile cele mai mari, urmați de coliformii totali (CT) și în final, de coliformii fecali (CF). Între efluenții celor două stații, diferențele sunt distinct semnificative ($p < 0,01$) pentru toți indicatorii, ceea ce explică și eficiența de epurare diferită. În cazul ambelor stații, eficiența de epurare a depășit 90% (reducere de $1 \log_{10}$), pentru aproape toți indicatorii, variind de la 94,01% (coliformi fecali în SEB) până la 98,92% (streptococi fecali în SEA). Cea mai redusă eficiență de epurare, de sub 90% (reducere de $0 \log_{10}$), a fost cea a coliformilor totali, în SEB, iar cea mai mare, de peste 99% (reducere de $2 \log_{10}$), cea a streptococilor fecali, tot în SEB. În cazul ambelor stații, eficiența de epurare cea mai ridicată a fost pentru SF, urmând în ordine descrescătoare, CF și CT. De asemenea, s-a constatat o eficiență mai mare a SEA, în reducerea CT și CF ($p < 0,01$), comparativ cu SEB. În ceea ce privește reducerea streptococilor fecali, eficiența mai mare a avut-o SEB ($p < 0,01$).

Din cauza numărului redus de determinări efectuate (două), SEC nu a putut fi inclusă în analiza statistică. Valorile CT și CF din influentul SEC au fost mai mari decât cele din influenții stațiilor din zonele urbane, în timp ce încărcătura în ST a fost mult mai scăzută. Când stația a funcționat, s-a remarcat o eficiență de epurare extrem de redusă (6,45%) pentru CT, o reducere de $0 \log_{10}$ (sub 90%) a CF și o reducere de $1 \log_{10}$ (97,41%) a SF. În momentul în care a fost oprită, s-a constatat că valorile tuturor indicatorilor bacteriologici cresc de câteva ori în efluent, față de influent. Acesta este motivul pentru care SEC a rămas un obiectiv al prezentului studiu, mai ales în condițiile în care deversarea efluentului în emisarul natural era continuă, indiferent de starea de funcționare a stației.

Calitatea apei din amonte de SEC nu a fost influențată de funcționarea stației, în ceea ce privește CT și CF ($p > 0,05$). În schimb, diferențe distinct semnificative s-au constatat în cazul SF ($p < 0,01$), din cauza faptului că în momentele când stația era oprită, în nici una dintre probele de apă recoltate din amonte, nu au fost evidențiați SF. Calitatea apei din aval de SEC a fost însă influențată de starea de funcționare a acesteia, valorile tuturor indicatorilor fiind distinct semnificativ ($p < 0,01$) mai crescute atunci când stația era oprită. Încărcătura microbiană în aval a fost semnificativ mai ridicată decât în amonte, în cazul tuturor indicatorilor și indiferent de starea de funcționare a stației ($p < 0,01$).

Diferențele au fost distinct semnificative ($p < 0,01$), în cazul tuturor indicatorilor, între spitale, blocuri de locuințe și centre comerciale. Între spitale și centrele comerciale, nu au existat diferențe semnificative ($p > 0,05$) în cazul nici unui indicator, dar între blocuri și centrele comerciale, diferențele au fost distinct semnificative ($p < 0,01$), pentru toți indicatorii. Între spitale și blocuri, diferențe distinct semnificative ($p < 0,01$) s-au constatat pentru CF și SF, valorile indicatorilor fiind mai mari în probele prelevate din punctele de canalizare ce deservește blocuri. Cele mai mari valori ale tuturor indicatorilor s-au obținut în probele recoltate din rețeaua de canalizare ce deservește blocurile. Cei mai puțini CT și SF s-au găsit în apa provenită de la centrele comerciale, iar cei mai puțini CF, în cea provenită de la spitale.

Salmonella spp. a fost identificată doar în două dintre probele prelevate din influentul stațiilor, o probă din SEA și cealaltă din SEB, fiind nedecelabilă în nici una dintre probele de efluent, precum și nici în cele prelevate din emisarul natural sau din rețeaua de canalizare.

Capitolul șase prezintă rezultatele obținute în urma analizării apelor de suprafață (râuri) și de mică și mare adâncime, care constituie surse publice sau particulare de apă potabilă sau servesc la adăparea animalelor, ori la irigarea culturilor de legume, precum și a apelor uzate urbane, din zona de vest a României, în vederea depistării reziduurilor de antibiotice beta-lactamice, prin tehnica imunoenzimatică (ELISA).

Au fost analizate 42 de probe de apă, recoltate și prelucrate în două etape (RI și RII). Cea de-a doua etapă de recoltări (RII) s-a desfășurat într-o perioadă cu precipitații abundente, când debitul apelor de suprafață, dar și al celor de adâncime, a fost crescut.

Din totalul probelor analizate (42), 25 (59%) au avut valori peste limita minimă de cuantificare (0,08ng/ml). Nici o probă nu s-a situat sub limita de detecție (0,04 ng/ml). Restul de 17 probe au avut valori cuprinse între 0,055 și 0,079 ng/ml. Numărul cel mai ridicat de probe cuantificabile, s-a obținut pentru apele uzate, urmate de apele de suprafață, iar cel mai scăzut a fost cel al apelor de adâncime.

Pentru apele de suprafață, procentul de probe cuantificabile a fost de 69%, cu valori cuprinse între 0,087 ng/ml (87 ng/L), pentru apa recoltată din râul Bega, din centrul orașului Timișoara, în prima etapă de recoltare (R I) și 0,115 ng/ml (115 ng/L), pentru râul Bistra, în a doua etapă de recoltare (R II), caracterizată prin precipitații abundente și creșterea debitului râurilor. Patru din cele 13 probe au avut valori apropiate de limita de cuantificare, între 0,072 și 0,079 ng/ml.

Probele de apă uzată au fost cuantificabile în proporție de 71%. Singurele probe care au avut valori sub limita de cuantificare, au fost cele recoltate din stația de epurare ce deservește localitatea Dudești Noi: 0,072ng/ml în influent și 0,055 ng/ml în efluent. Se constată că reziduul de antibiotice beta-lactamice, se reduce în urma procesului de epurare, valorile din efluent, fiind inferioare celor din influent, în cazul tuturor stațiilor luate în studiu. Cea mai mare valoare, în influent, a fost de 0,528 ng/ml (528 ng/L), pentru stația de epurare din Timișoara, iar cea mai mare, în efluent, a fost de 0,148 ng/ml (148 ng/L), pentru stația de epurare din Jimbolia. În efluentul stației de epurare de la Lugoj, s-au găsit 0,094 ng/ml (94 ng/L) reziduuri de antibiotice beta-lactamice. Eficiența de epurare a stațiilor luate în studiu, a fost: 75% la Timișoara, 68% la Jimbolia și 23% la Dudești.

Cele două probe de apă potabilă din rețea, provenită din surse de suprafață, au fost recoltate din orașele Lugoj și Timișoara. În timp ce valoarea probei din Lugoj a fost sub limita de cuantificare, pentru apa de rețea, din Timișoara, concentrația reziduurilor a fost de 0,276 ng/ml (276 ng/L), cea mai ridicată valoare, după cele înregistrate în influenții stațiilor de epurare.

În 50% din sursele de apă potabilă de adâncime, au fost identificate concentrații cuantificabile de reziduuri. Cea mai mare valoare a avut-o apa minerală naturală din stațiunea balneoclimaterică Buziaș (196ng/L), urmată de apa de rețea a Jimboliei, obținută prin ozonarea apei de adâncime (153ng/L). Restul valorilor cuantificabile s-au situat între 82 ng/L (forajul de mică adâncime și apa de rețea din localitatea Ohaba-Forgaci, județul Timiș) și 138 ng/L, la una dintre fântânile din localitatea Ciuta, județul Caraș Severin.

Pentru o mai facilă prezentare a rezultatelor, forajele de mică adâncime din localitățile Dudești (75 ng/L) și Ohaba-Forgaci (82 ng/L), au fost incluse în categoria apelor potabile, deși ele servesc la adăparea animalelor din gospodării și la irigarea culturilor din grădini. Valoarea înregistrată pentru proba de apă din Ohaba-Forgaci este cuantificabilă. De asemenea, în cazul acestor localități, s-a observat că valorile găsite în probele de foraj, de mică adâncime (maxim 10 metri), sunt identice cu cele obținute în probele de apă de rețea, pentru care, conform autorităților locale, s-au efectuat foraje mai adânci (minim 100 metri).

Capitolul șapte prezintă rezultatele testării susceptibilității la antibiotice (alese în conformitate cu WHO CIA List, recomandările EUCAST și WHO EML), prin metoda disc-difuzimetrică (metoda Kirby-Bauer), în acord cu metodologia propusă de EUCAST, a tulpinilor de stafilococi (n112) și *E. coli* (n246), izolate din apele uzate, din apele de suprafață și din cele de mică adâncime, precum și de pe diferite suprafețe și obiecte, frecvent expuse contactului uman.

În rândul tulpinilor de stafilococi, frecvențe ale antibioretistenței de peste 50%, s-au manifestat, în ordine descrescătoare, față de: oxacilină, acid fusidic, norfloxacină, cefoxitin și linezolid.

Frecvențe ale antibioretistenței mai mici de 50%, s-au manifestat, în ordine descrescătoare, față de: gentamicină, eritromicină, tetraciclină, sulfametoxazol/trimetoprim și clindamicină.

Tulpinile izolate de pe suprafața materialelor absorbante din ambalajele produselor din carne de pui, au prezentat o frecvență mai ridicată a rezistenței la șapte din cele 10 antibiotice față de care s-a manifestat acest comportament, comparativ cu tulpinile izolate de pe tomberoane; cele șapte includ toate antibioticele de importanță critică testate; rezistența la linezolid a fost semnificativ mai ridicată decât în rândul tulpinilor izolate de pe tomberoane.

Tulpinile izolate de pe suprafața tomberoanelor, au manifestat o frecvență mai ridicată a antibioretistenței față de cefoxitin, tetraciclină și oxacilină; rezistența la oxacilină a fost semnificativ mai ridicată decât în rândul tulpinilor izolate de pe suprafața materialelor absorbante din ambalajele produselor din carne de pui.

Frecvența de manifestare a antibiosensibilității, la regim de expunere crescut (comportamentul intermediar), în ordine descrescătoare, a fost următoarea: clindamicină, tetraciclină, rifampicină, sulfametoxazol/trimetoprim și eritromicină.

Tulpinile izolate de pe suprafața materialelor absorbante din ambalajele produselor din carne de pui, au prezentat o frecvență mai ridicată a comportamentului intermediar față de trei din cele cinci antibiotice, față de care s-a manifestat acest comportament, comparativ cu tulpinile izolate de pe tomberoane și anume: eritromicină, tetraciclină și sulfametoxazol/trimetoprim, cu diferență semnificativă în cazul eritromicinei.

Tulpinile izolate de pe suprafața tomberoanelor, au prezentat o frecvență mai ridicată a comportamentului intermediar față de rifampicină și clindamicină, cu diferență semnificativă în cazul rifampicinei.

Tulpinile de stafilococi au manifestat cea mai ridicată susceptibilitate față de sulfametoxazol/trimetoprim (64,2%), urmat de eritromicină (59,8%) și gentamicină (53,5%), iar la rifampicină, nu a fost semnalată rezistență.

Din totalul tulpinilor de stafilococi testate (112), 79,4% au prezentat rezistență multiplă la antibiotice (MDR); 52% (59 tulpini) au fost rezistente la cefoxitin (CX_R), comportament predictiv pentru rezistența la toate antibioticele beta-lactamice și 26% (30 tulpini) au fost rezistente la minim trei antibiotice din minim trei clase diferite și sensibile la cefoxitin ($MDR_{\geq 3}$); prevalența tulpinilor MDR a fost mai ridicată, dar ne semnificativ din punct de vedere statistic, pe suprafața tomberoanelor, decât pe suprafața materialelor absorbante.

Rezistența la cefoxitin se asociază cu rezistența la oxacilină și tinde să se asocieze și cu rezistența la gentamicină și tetraciclină; la tulpinile CX_R de pe suprafața tomberoanelor, frecvența antibioretistenței față de tetraciclină a fost semnificativ mai ridicată decât în cazul tulpinilor $MDR_{\geq 3}$, ceea ce indică o asociere între acest comportament și rezistența la cefoxitin.

Rezistența multiplă, dar cu păstrarea sensibilității față de cefoxitin, tinde să se asocieze cu rezistența la norfloxacină.

Proporția stafilococilor cu rezistență multiplă, rezistenți la oxacilină, a fost semnificativ mai mare pe suprafața tomberoanelor, decât pe suprafața materialelor absorbante, în timp ce proporția celor rezistenți la linezolid și gentamicină, a fost semnificativ mai mare pe suprafața materialelor absorbante.

Proporția stafilococilor $MDR_{\geq 3}$ rezistenți la oxacilină a fost semnificativ mai mare pe suprafața tomberoanelor, în timp ce proporția celor rezistenți la linezolid, a fost semnificativ mai mare pe suprafața materialelor absorbante.

Proporția stafilococilor CX_R rezistenți la linezolid și gentamicină a fost semnificativ mai mare pe suprafața materialelor absorbante.

Tulpinile $MDR_{\geq 3}$ rezistente la trei și patru antibiotice, au fost mai frecvente pe suprafața tomberoanelor, în timp ce acelea rezistente la cinci, șase și șapte antibiotice, au fost mai frecvente pe suprafața materialelor absorbante.

Tulpinile rezistente la cefoxitin (CX_R) și la încă unul, două și cinci antibiotice, au predominat pe suprafața tomberoanelor, în timp ce acelea rezistente la încă șase, șapte și opt antibiotice, s-au regăsit cu frecvență mai mare pe suprafața materialelor absorbante.

De pe suprafața materialelor absorbante, s-a izolat singura tulpină sensibilă față de toate antibioticele testate, dar și singura tulpină rezistentă la 10 antibiotice din 11 testate.

Nu s-au identificat tulpini care să prezinte rezistență doar la cefoxitin.

În rândul tulpinilor de *E. coli*, frecvențe ale antibioretistenței de peste 50%, s-au manifestat, în ordine descrescătoare, față de: ampicilină, ceftazidimă, fosfomicină, sulfametoxazol/trimetoprim.

Frecvențe ale antibioretistenței mai mici de 50%, s-au manifestat, în ordine descrescătoare, față de: aztreonam, cefotaximă, ciprofloxacina, nitrofurantoină, meropenem și gentamicină.

Frecvența de manifestare a antibiosensibilității, la regim de expunere crescut (comportamentul intermediar), în ordine descrescătoare, a fost următoarea: aztreonam, cefotaximă, ceftazidimă, meropenem, ciprofloxacina, gentamicină, sulfametoxazol/trimetoprim.

Tulpinile de *E. coli* au manifestat cea mai ridicată susceptibilitate față de gentamicină (84,3%), nitrofurantoină (76%) și meropenem (75,3%).

În rândul tulpinilor izolate de pe suprafețe, rezistența față de meropenem și sulfametoxazol/trimetoprim, a fost semnificativ mai ridicată decât în rândul celor izolate din mediile acvatice, iar rezistența față de aztreonam, a fost semnificativ mai scăzută.

Dintre cele șapte antibiotice față de care s-a manifestat comportamentul intermediar, pentru patru (CTX, CAZ, GEN, SXT), frecvența cea mai ridicată a antibioretistenței a fost în rândul tulpinilor izolate din rețeaua de canalizare.

Tulpinile izolate din influent și efluent nu au prezentat rezistență față de meropenem, cele izolate de pe suprafețe și din apele de suprafață și adâncime, față de nitrofurantoină și cele izolate din efluent, față de gentamicină.

Prevalența tulpinilor MDR a variat în limite strânse, de la 66,6% până la 86,1%, în ordine descrescătoare: influent, efluent, canalizare, suprafețe, ape de suprafață și adâncime.

Tulpinile rezistente la antibiotice din trei clase diferite, au predominat în influent, cele rezistente la patru, pe suprafețe, cele rezistente la cinci, în apele de suprafață și adâncime, la șase, în influent și cele rezistente la șapte și opt, pe suprafețe (tomberoane) și în apa provenită din rețeaua de canalizare (spitale).

Din cele 246 de tulpini de *E. coli*, doar patru au fost sensibile la toate antibioticele testate: două au provenit din apa de adâncime, una, din efluent și una, din rețeaua de canalizare (blocuri).

Pentru 86,8% dintre tulpinile la care s-a testat susceptibilitatea la meropenem, există suspiciunea producerii de carbapenemaze. Dintre acestea, un număr de 15 au prezentat rezistență clară la meropenem (diametrul zonei de inhibiție sub 16 mm) și la una dintre cefalosporinele de generația a III-a. Cele mai multe astfel de tulpini au fost izolate de pe suprafețe.

Pentru 75,2% dintre tulpinile la care s-a testat susceptibilitatea la cefalosporinele de generația a III-a, există suspiciunea producerii de BLSE și beta-lactamaze AmpC; 54% au manifestat rezistență față de una dintre cefalosporine și 21,1%, față de ambele. Cele mai multe astfel de tulpini au fost izolate din influentul stațiilor de epurare.

Rezistența la gentamicină a fost semnificativ mai ridicată în rândul tulpinilor izolate din rețeaua de canalizare a spitalelor, decât în rândul celor izolate din apa uzată provenită de la comunitate; restul parametrilor au prezentat variații ne semnificative, drept pentru care, în acest caz, nu se poate afirma faptul că spitalele au o contribuție mai mare în „eliberarea” de germeni rezistenți, decât întreaga comunitate.

În general, s-a constatat o tendință de reducere a frecvenței antibioretistenței, în efluent, față de influent, cu excepția comportamentului față de ampicilină, aztreonam și sulfametoxazol/trimetoprim și a susceptibilității, la regim de expunere crescut, față de CTX, CAZ, CIP, GEN și SXT