

APA – MEDIU ECOLOGIC

Recoltarea, conservarea și transportul probelor de apă

1. Recoltarea pentru analiza organoleptică și fizico-chimică

Pt. analiza organoleptică și fizico-chimică probele de apă se recoltează după prelevarea probelor pt. analiza bacteriologică și biologică, în flacoane de sticlă, incolore, prevăzute cu dop rodat, curățite în prealabil cu un amestec oxidant, apoi cu apă și la sfârșit clătite cu apă distilată.

La locul recoltării flacoanele se vor clăti de trei ori cu apa de analizat, umplându-se apoi până la refuz, iar dopul se fixează în așa fel încât în fiecare flacon să nu rămână bule de aer.

Volumul apei recoltate:

- Pentru analizele curente și complementare - până la un litru de apă.
- Pentru analizele speciale - până la 10 litri de apă.

Modul de recoltare

Este în funcție de sursa de apă:

- Sursele de aprovizionare centrală, la nivelul rețelei de distribuție: se curăță robinetul cu un tampon curat, se lasă să curgă apa 10 minute, apoi se recoltează proba.
- În cazul surselor locale: probele se vor lua după o prealabilă pompă a apei de minim 20 de minute. Din fântânile cu găleată, probele se vor lua de la adâncimea de 10 – 30 cm sub oglinda apei.

Conservarea probelor

Dacă intervalul de timp până la analiza probelor este mai mare de 4 ore, se impune conservarea lor prin adăugare de substanțe conservante și păstrarea la temperaturi scăzute:

- pt. azot și oxidabilitate – se adaugă 2 ml acid sulfuric 1:3 la un litru de apă;
- pt. oxigenul dizolvat – se adaugă 2 ml clorură manganoasă 80%, 2 ml soluție amestec alcalin (67 ml soluție hidroxid de sodiu 33% și 33 ml soluție iodură de sodiu 10%).

Transportul probelor la laborator

Se efectuează în ambalaje speciale (lăzi izoterme). Flacoanele vor fi însoțite de o fișă de recoltare.

În laborator, probele conservate trebuie păstrate la o temperatură de 6-10° C, iar determinările vor fi făcute cât mai rapid:

- - ape nepoluate – 72 de ore din momentul recoltării;
- - poluare medie- 48 de ore ;
- - apă poluată – 12 ore din momentul recoltării.

Efectuarea determinărilor pentru probele de apă neconservate trebuie să respecte următoarea succesiune:

- Pentru dioxid de carbon, pH, oxigen dizolvat, clor rezidual liber, temperatură, miros – la locul recoltării;
- Pentru turbiditate, poluare, conductibilitate, suspensii, reziduu, fosfați, oxidabilitate, forme de azot, dioxid de siliciu, fier – în primele 4 ore;
- Pentru alcalinitate, aciditate, duritate, calciu, magneziu și fluor – în primele 24 de ore;
- Pentru determinări speciale (fenoli, cianuri) – în funcție de stabilitatea substanțelor respective în apă.

2. Recoltarea pentru analiza bacteriologică

- - flacoane de sticlă de 100 - 150 ml, cu dop rodat, sterilizate în prealabil la căldură uscată, timp de o oră;

Dacă apa care urmează să fie recoltată este clorinată, pentru neutralizarea clorului rezidual se introduce în flacon înainte de sterilizare , câte un ml soluție tiosulfat 1%, pentru 100 ml de apă.

Volumul recoltat:

- Pt. analize curente și complementare – 1 litru
- Pt. analize speciale – 10 litri.

Modul de recoltare:

- Sursele de aprovizionare centrală, la nivelul rețelei de distribuție: se sterilizează în prealabil (prin flambare) gura robinetului, se lasă să curgă apa timp de 10 minute și apoi se recoltează proba.
- Sursele locale: se flambează în prealabil gura pompei se pompează apa timp de 20 de minute, apoi se recoltează proba. Pentru fântânile cu găleată, flaconul montat pe suportul steril se introduce direct sub oglinda apei, la 10 - 30 cm.

Transportul probelor la laborator: în lazi izoterme (4°C). Vor fi luate în lucru la max. 6 ore de la recoltare.

3. Recoltarea pentru analiza biologică

- Se face în flacoane de sticlă cu gât larg, cu dop rodat. Dacă analiza nu se poate efectua în decurs de 2 ore de la recoltare, se conservă prin adăugare de formol 4% (10 – 20 ml formol pentru 100 ml probă).

Marcarea probelor

Fișa de recoltare cuprinde – informații generale: localitatea și denumirea sursei de apă, folosința apei, data și ora recoltării, analize cerute, temperatura apei, numele și calitatea persoanei care a recoltat proba.

Pentru sursele locale: se notează caracterul fântânii (publică, particulară), adâncimea până la oglinda apei și grosimea stratului de apă, starea sanitară a construcției, distanța până la sursele de poluare, dacă turbiditatea apei crește după ploi, condițiile meteorologice.

Pentru examenul bacteriologic se menționează și situația epidemiilor hidrice din zona respectivă.

Condițiile de calitate ale apei potabile

Apa potabilă este apa care consumată în mod curent nu produce tulburări patologice și nu prezintă modificări organoleptice.

Importanța igienico-sanitară:

- posibilitatea transmiterii prin apă a unor boli infecțioase;
- riscul de generare a unor afecțiuni prin carența sau excesul unor elemente minerale din apă
- apariția unor îmbolnăviri prin prezența de substanțe toxice.

1. Determinarea proprietăților organoleptice

- Proprietățile organoleptice ale apei sunt mirosul și gustul. Determinarea lor se face cu ajutorul organelor noastre de simț, având un pronunțat caracter subiectiv.

Determinarea mirosului:

- este dat de prezența unor elemente naturale sau poluante , în exces.
- Ex: substanțele organice în descompunere degajă hidrogen sulfurat și amoniac cu miros neplăcut, pesticidele și detergenții imprimă un miros particular, organismele vegetale imprimă un miros de iarbă etc.
- Determinarea se efectuează la cald sau la rece.
- Exprimarea mirosului se face calitativ sau cantitativ, ca intensitate, prin cele șase grade de miros: inodor, foarte slab, slab, perceptibil, pronunțat, puternic.

Interpretarea rezultatelor se face prin compararea cu **normele sanitare: maxim 2 grade de miros.**

Determinarea gustului

- Este ultima analiză care se practică asupra apei, prin degustare. Gustul apei este rezultatul conținutului în elemente minerale și gaze dizolvate. Absența lor face ca apa să aibă un gust fad, care nu satisface senzația de sete.

Exprimarea gustului se poate face calitativ:

- prin cele patru gusturi fundamentale: dulce, sărat, acru, amar.
- prin gusturi speciale – exces de fier: gust metalic;
 - exces de calciu: gust sălcii;
 - exces de magneziu: gust amar;

- exces de cloruri: gust sărat;
- exces de hidrogen sulfurat: gust respingător;
- exces de oxigen: gust proaspăt, plăcut;
- exces de dioxid de carbon: gust acru, înțepător.

Cantitativ: șase grade de gust, identice cu gradele de miros.

Normele sanitare admit maxim 2 grade de gust.

2. Determinarea proprietăților fizice

Determinarea temperaturii

Temperatura apei influențează direct organismul uman:

- Apa rece (sub 5°C) – scădere a rezistenței locale a organismului față de infecții sau crește tranzitul intestinal;
- Apa caldă (peste 17° C) are gust neplăcut datorită pierderii gazelor dizolvate. Ea nu va mai satisface setea și provoacă greață și vărsături.

Temperatura apei poate fi utilizată ca indicator indirect de poluare a apei subterane, care își păstrează constantă temperatura. Dacă există o comunicare cu exteriorul, temperatura apei subterane se modifică în funcție de temperatura aerului. Prin această comunicare directă, apa subterană poate fi poluată.

Normele sanitare admit temperatura cuprinsă între 7 și 15 °C.

Determinarea pH-ului se efectuează pe probele de apă neconservate, în primele 4 ore de la recoltare.

Principiul metodei: compararea culorii probei de analizat, cu un amestec de soluții indicator (roșu de metil și albastru de bromtimol), cu cea a unei scări etalon de comparare.

Interpretarea rezultatelor se face prin comparare cu normele sanitare care admit 6,5 – 7,4 unități de pH. Valori admise excepțional: 8,5 unități de pH.

Determinarea culorii - este dată de substanțele dizolvate în apă. Importanța igienico-sanitară constă în limitarea folosinței apei, dar și ca indicator de poluare a apei.

Determinarea se face prin comparare cu o scară etalon din platino-cobalt.

Normele sanitare admit maxim 15 grade de culoare /dm³ de apă. Valorile admise excepțional: maxim 30 grade de culoare/dm³ de apă.

3. Determinarea proprietăților chimice

Substanțele chimice din apă se pot grupa în trei categorii:

1. **Substanțe toxice** – substanțe cu acțiune nocivă asupra organismului. Ele sunt: arsenul, plumbul, mercurul, nitrații, fluorul, cianurile, cadmiul, cromul, seleniul, nichelul, HPA, trihalometanii, pesticidele.
2. **Substanțe indezirabile** – care nu au acțiune nocivă asupra organismului, dar care atunci când depășesc o anumită concentrație, modifică proprietățile fizice și organoleptice ale apei, făcând-o improprie pentru consum. Acestea sunt: calciul, magneziul, fierul, manganul, zincul, clorurile, sulfații, fosfații, etc.
3. **Substanțe indicatoare de poluare** – nu au acțiune nocivă asupra organismului, nu modifică proprietățile fizice și organoleptice ale apei, dar prezența sau creșterea concentrației lor indică pătrunderea în apă a microorganismelor cu rol patogen. Acestea sunt: substanțele organice, amoniacul și nitriții.

3.1. Determinarea substanțelor toxice: nitrații din apa potabilă

Surse: sol, descompunerea oxidativă a substanțelor organice cu conținut de azot, pesticide care conțin azot, deversarea apelor reziduale cu conținut crescut în nitrați în bazinele naturale.

Importanța igienico-sanitară:

- Methemoglobinemia (prin formarea de nitriți);
- Favorizarea neoplaziilor (prin formarea nitrozaminelor).

Determinarea nitraților trebuie efectuată imediat după recoltarea probelor de apă.

Metode de determinare:

- Cantitativă – cu ajutorul scării etalon pentru determinarea nitraților în apă.
- Calitativă

Interpretarea rezultatelor:

Se face prin comparare cu normele sanitare: **CMA este de 45 mg/dm³ apă.**

3.2. Determinarea substanțelor indezirabile: duritatea apei potabile

Duritatea reprezintă suma cationilor metalici, prezenți în apă, cu excepția metalelor alcaline (sodiu și potasiu), care formează cu săpunul săruri insolubile.

- Este un indicator direct al gradului de mineralizare a apei.
- După forma în care se găsesc ionii de calciu și magneziu, duritatea se clasifică în:
 - Duritate temporară, dată de bicarbonații de calciu și magneziu care precipită prin fierbere, pierd dioxid de carbon și se transformă în carbonați insolubili.

- Duritate permanentă, dată de celelalte săruri de calciu și magneziu (cloruri, sulfati, azotați, forfați), care rămân dizolvate în apă după fierbere.
- Duritatea totală este suma dintre duritatea temporară și cea permanentă.

Exprimarea durității se face în:

- Grade duritate germană – grade G (10 mg CaO/dm³ apa);
- Grade duritate franceză – grade F;
- Grade duritate engleză – grade E.

Categorii de ape:

- **Ape moi**, cu duritatea totală sub 5 grade G: nu asigură doza fiziologică de săruri minerale necesare organismului; sunt corozive pentru conductele metalice și din beton.
- **Ape cu duritate moderată**, duritatea totală fiind cuprinsă între 5 și 20 grade G: apa potabilă.
- **Ape dure**, cu duritatea totală peste 20 grade G: nu fac spumă cu săpunul; nu fierb legumele; formează cruste pe vase în timpul fierberii; produc iritații ale tegumentelor și mucoaselor. Determinarea durității trebuie efectuată în maxim 8 ore de la recoltarea probei.

Interpretarea rezultatelor

Se face prin comparare cu **normele sanitare**:

- **Duritatea temporară: CMA este de 10 grade G/dm³ de apă;**
- **Duritatea permanentă: CMA este de 10 grade G/ dm³ de apă;**
- **Duritatea totală: CMA este de 20 grade G/ dm³ de apă.**
- **Norma excepțional admisă este de 30 grade/ dm³ de apă.**

3.3. Determinarea substanțelor indicatoare de poluare a apei potabile

Microorganisme și macroorganisme – **substanțe organice** – oxidare – **amoniac** (poluare recentă: 2 – 3 zile) – oxidare – **nitriți** (poluare relativ recentă: 3 zile – 2 săptămâni) – oxidare – **nitrați** (poluare veche: peste 2 săptămâni).

3.3.1. Metoda de determinare a substanțelor organice din apă

- Substanțele organice pot fi de proveniență telurică sau provenite din surse de poluare.

Exprimarea concentrației subst. organice se face prin:

- - cantitatea de permanganat de potasiu consumată (mg KMnO₄/dm³ apă);
- - consumul chimic de oxigen (CCO) (cantitatea de oxigen necesară oxidării substanțelor organice).

Interpretarea rezultatelor se face prin compararea lor cu **normele sanitare**:

- Substanțele organice exprimate în mg $\text{KMnO}_4/\text{dm}^3$ apă: -CMA: 10 mg $\text{KMnO}_4/\text{dm}^3$

- Norma excepțional admisă: 12 mg $\text{KMnO}_4/\text{dm}^3$

- Substanțe organice exprimate în mg CCO/dm^3 apă:

- CMA: 2,5 mg CCO/dm^3 ;

- Norma excepțional admisă: 3 mg CCO/dm^3 .

3.3.2. Metoda de determinare a amoniacului

Sursele de amoniac sunt:

- degradarea biologică a substanțelor organice cu conținut de azot;
- reducerea nitriților în apă, în absența oxigenului și în prezența substanțelor reducătoare.

Doar amoniacul care rezultă din degradarea substanțelor organice poate fi considerat indicator de poluare (poluare recentă, de 2 – 3 zile). De aceea o interpretare corectă a prezenței amoniacului în apă se face prin corelarea cu rezultatele examenului bacteriologic și conținutul în substanțe organice al apei.

Interpretarea rezultatelor se face prin comparare cu **normele sanitare**:

- CMA: zero;

- Norma excepțional admisă: 0,3 mg NH_3/dm^3 apă. Se acceptă numai pentru apele din surse subterane, provenite de la adâncimi mai mari de 60 m, neclorinate, cu condiția ca apa să fie corespunzătoare din punct de vedere bacteriologic.

3.3.3. Metoda de determinare a nitriților

Surse:

- degradarea substanțelor organice cu conținut de azot;
- reducerea nitraților în apele cu conținut insuficient de oxigen;
- din sol.

Nitriții reprezintă un indicator de poluare numai dacă provin din descompunerea substanțelor organice. Pentru o interpretare corectă a prezenței lor, rezultatele se vor corela cu analiza bacteriologică și cu conținutul apei în substanțe organice și amoniac.

Concentrațiile mai mari de nitriți în apă pot avea acțiune methemoglobinizantă.

Metoda de determinare poate fi:

- cantitativă (cu scară etalon);
- calitativă (pentru evidențierea prezenței lor în apă).

În cazul determinării cantitative, interpretarea rezultatelor se face prin compararea cu **normele sanitare**:

- **CMA: zero;**
- **Norma excepțional admisă: 0,3 mg/dm³ apă.** Ea este acceptată numai pentru apele subterane, provenite de la adâncimi mai mari de 60m, neclorinate, cu condiția ca apa să fie corespunzătoare din punct de vedere bacteriologic.

Aprecierea poluării apei cu substanțe organice în funcție de prezența amoniacului, nitriților și nitraților

- Prezența în apă doar a amoniacului indică o poluare recentă cu substanțe organice (2 – 3 zile);
- Prezența amoniacului și a nitriților indică o poluare relativ recentă (3 zile – 2 săptămâni);
- Prezența în apă doar a nitriților indică proveniența acestora din sol;
- Prezența doar a nitraților în apă indică fie proveniența din sol, fie o poluare cu substanțe organice ajunse la ultimul stadiu de mineralizare;
- Prezența concomitentă a amoniacului, nitriților și nitraților în apă indică o poluare veche și persistentă, cu substanțe organice.

4. Determinarea proprietăților bacteriologice

- Importanța igienico-sanitară

Analiza bacteriologică a apei are ca scop aprecierea gradului de contaminare microbiană, felul și proveniența germenilor pentru a caracteriza apa din punct de vedere sanitar și pentru stabilirea posibilității de a fi folosită ca apă potabilă ca atare sau după o prealabilă dezinfecție.

Apa poate conține două categorii de floră microbiană:

- Flora microbiană proprie apei (10 – 22 grade Celsius) – rol în procesele de biodegradare ale unor substanțe organice (autopurificare);
- Flora microbiană de poluare (35 – 45 grade Celsius) – origine umană sau animală.

Pentru apariția unei boli infecțioase hidrice trebuie îndeplinite cel puțin trei condiții:

- Prezența unor eliminatori de germeni;
- Posibilitatea supraviețuirii germenilor în apă un timp suficient pentru a ajunge să producă boala;
- Existența unei populații receptivă.

Principalele boli infecțioase hidrice sunt:

- boli microbiene: febra tifoidă și paratifoidă, holera, dizenteria bacilară, leptospiroza, tuberculoza, bruceloza, tularemia;
- boli virotice: enteroviroze, adenoviroze, reoviroze, hepatita A etc.;

- boli parazitare: dizenteria amoebiană, lambliaza, fascioloza, ascaridioza, tricocefaloza, botriocefaloza, schistosomiaza etc.

Formele de manifestare ale bolilor infecțioase transmise prin apă pot fi:

- forma epidemică
- forma endemică
- forma sporadică

Indicatori sanitari bacteriologici de contaminare microbiană

- **Indicatori de contaminare globală - numărul total de germeni care se dezvoltă la 37 grade Celsius /cm³ apă:** indică o poluare de origine umană sau animală.
- **Indicatori de contaminare fecală:**
 - **Numărul probabil de coliformi totali și coliformi fecali/100 cm³ apă.**

Germenii coliformi sunt caracterizați de OMS ca fiind totalitatea germenilor sub formă de bastonaș, nesporulați, aerobi și facultativ anaerobi, gram negativi, capabili să fermenteze lactoza la 35 – 37 grade Celsius, în 24 – 48 de ore, cu producere de gaz și aciditate. Aceste caracteristici apar la *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Klebsiela*. *Escherichia coli* este singura specie de origine fecală, reprezentând 90% din bacteriile coliforme prezente în intestinul uman – **indicatorul specific, indicând o poluare fecală certă și recentă.**

- **Numărul probabil de streptococi fecali (enterococi)/100 cm³ apă** – indică o poluare fecală recentă, dar absența lor nu poate infirma poluarea fecală a apei. Enterococii prezintă tipuri caracteristice pentru om și animale, ceea ce permite diferențierea sursei de poluare.
- **Numărul probabil de germeni sulfito-reducători/100cm³ de apă** = germeni **sporulați**, anaerobi, se găsesc în intestinul uman în proporție mai redusă decât coliformii și streptococii fecali. Sunt reprezentați (90 – 95 %) de *Clostridium perfringes*. Reprezintă un indicator valoros pentru poluarea cu materii fecale vechi sau intermitentă. Prezintă rezistență crescută la clor, germenii sulfito-reducători pot fi folosiți ca indicator în apele intens clorinate.
- **Bacteriofagii enterici** – virusuri adaptate la parazitismul intracelular al enterobacteriilor. Pentru aprecierea sanitară a apei se determină și numărul probabil de bacteriofagi antitifici și anticoli / 100 cm³ apă. Bacteriofagii enterici sunt mai rezistenți la clorinare decât coliformii și enterococii și pot oferi informații suplimentare asupra eficienței dezinfecției cu clor în instalațiile centrale de aprovizionare cu apă potabilă.

Clasificarea analizelor bacteriologice care se efectuează în laborator

- Analize curente: periodic, obligatoriu:
 - Numărul total de germeni care se dezvoltă la 37 grade Celsius/cm³ apă;
 - Numărul probabil de coliformi totali/100 cm³ apă;
 - Numărul probabil de coliformi fecali/100 cm³ apă.

- Analize complementare: când se dă în folosință o nouă sursă de apă; în caz de poluări accidentale; când, în mod repetat, la analizele curente sunt depășite normele sanitare; în caz de epidemii hidrice etc.

Determinările cuprind:

- Indicatorii determinați la analizele curente;
- Numărul total de germeni care se dezvoltă la 22 grade Celsius /cm³ apă (germeni saprofiți, proprii apei);
- Numărul probabil de streptococi fecali/100 cm³ apă;
- Numărul probabil de germeni sulfito-reducători/100 cm³ apă;
- Numărul probabil de bacteriofagi antitifici și anticolici/ 100 cm³ apă.
- Analize speciale: în caz de epidemii hidrice și în scopul stabilirii nivelului de poluare a apei.

Interpretarea rezultatelor

Principala condiție de potabilitate a apei este ca aceasta să nu conțină germeni patogeni. Germenii saprofiți sunt acceptați în anumite limite, în funcție de sursa de apă, respectiv de numărul consumatorilor acelei surse.

Felul apei potabile	Nr. total de germeni care se dez. La 37°C/cm ³ apă	Nr. probabil de coliformi totali/100cm ³ apă	Nr. probabil de coliformi fecali/100cm ³ apă	Nr. probabil de enterococi/100cm ³ apă
Apa furnizată de instalații centrale urbane și rurale cu apă dezinfectată	Sub 20	0	0	0
Apa furnizată de instalații centrale urbane și rurale cu apă nedezinfectată	Sub 100	Sub 3	0	0
Apă furnizată din surse locale	Sub 300	Sub 10	Sub 2	Sub 2

5. Determinarea proprietăților biologice ale apei potabile

Importanța igienico-sanitară

- Reflectă calitatea apei pe o perioadă mai lungă de timp, deoarece organismele acvatice au o stabilitate mai mare, spre deosebire de germeni, care există limitat în apă.

Organismele vii sunt grupate în asociații numite biocenoze, care caracterizează diferitele surse de apă.

Metoda de determinare

Se determină următoarele elemente:

- Planktonul (bioseston)
- Triptonul (abioseston)
- Sestonul (plancton + tripton)

Interpretarea rezultatelor

- Se face prin comparare cu **normele sanitare**:
 - **Volumul sestonului obținut prin filtrare să nu depășească 1 cm³/m³ de apă în instalațiile centrale și 10 cm³/m³ de apă în instalațiile locale.**
 - **Numărul organismelor animale microscopice să nu depășească 20/dm³ apă.**
 - **Organismele animale, vegetale și particulele vizibile cu ochiul liber să fie absente din apă.**
 - **Triptonul de poluare (resturi fecaloide sau industriale) să fie absent.**
 - **Ouă de geohelminți, chiste de Giardia să fie absente.**