

ISTORICUL FACTORILOR ECOLOGICI CHIMICI AI MEDIULUI AMBIANT

Membru corespondent al AȘM

Ion DEDIU

*Institutul de Ecologie și Geografie
al AȘM*

GENESIS AND EVOLUTION OF THE RESEARCH ON THE CHEMICAL FACTORS OF THE ENVIRONMENT

Summary. There is analyzed the genesis and the evolution of the notion of chemical factors. The scientific study of these factors has been initiated by: A.-L. Lavoisier, Louis Pasteur, J.B. Lamarck, Iu. von Liebig, continuing with V. Shelford, W.P. Taylor, Rubel E., W. Tischler, P. Williams, B. Harborne, M. Barbier, S.A. Ostroumov, M.M. Telitcenko, M.M. Hailov etc. As a result, there have been created two distinct scientific directions, and namely biochemical ecology and environmental chemistry. The ecological chemistry from the Republic of Moldova took its start within the Moldovan State University, at the end of the 1980s, its founders being Professor A.Ia.Siciov and academician Gh. Duca. Currently, the academician Gh. Duca successfully leads the National school of organic chemistry.

Keywords: genesis, chemical factors, biochemical ecology, ecological chemistry.

Rezumat. Este analizată geneza și evoluția cunoașterii factorilor chimici. Studiul științific al acestor factori l-au inițiat: A.-L.Lavoisier, Luis Pasteur, J.B. Lamarck, Iu. von Liebig, continuând cu V.Shelford, W.P. Taylor, Rubel E., W. Tischler, P.Williams, B.Harborne, M.Barbier, S.A.Ostroumov, M.M. Telitcenko, M.M. Hailov ș.a. În consecință, s-au creat două direcții științifice distincte – ecologia biochimică și chimia ecologică. În Republica Moldova chimia ecologică și-a luat startul la USM, la sf. anilor 1980, fondatori fiind prof. A.Ia. Săciov și acad. Gh. Duca. În prezent, acad. Gh. Duca conduce cu succes școala națională de chimie ecologică.

Cuvinte-cheie: geneză, factori chimici, ecologie biochimică, chimie ecologică.

Compoziții chimice ai mediului înconjurător prezintă un interes aparte pentru ecologia modernă. Această preocupare are o istorie de peste 200 de ani, când unul din fondatorii chimiei ca știință, Antoine Laurent Lavoisier (1743 - 1794), a prezentat în 1792 Academiei Franceze raportul științific „Circuitul elementelor [chimice] pe suprafața Pământului”.

Însăși titlul și conținutul raportului demonstrează în mod surprinzător că autorul francez a fost nu numai un mare chimist, dar și unul din primii ecologi din lume (atunci când ecologia ca știință nu avea nici nume). Lavoisier afirmă scurt și clar: „Plantele primesc din aerul înconjurător, din apă și întreaga natură substanțele necesare pentru existență. Animalele se hrănesc cu plante sau alte animale, astfel încât, în cele din urmă, substanțele, din care se edifică corpurile acestora, sunt preluate din aer și regnul mineral. Ca apoi, datorită fermentării, descompunerii și arderii, aceste substanțe să se întoarcă în atmosferă spre lumea minerală, de unde ele au fost împrumutate...” De fapt, Lavoisier a fost savantul care a descoperit și descris științific *circuitul biotic* al elementelor chimice în natură.

În continuare autorul francez își pune întrebarea (deloc retorică): „Pe ce căi natura efectuează acest uimitor circuit de substanțe între cele trei regnuri [a mineralelor, plantelor și animalelor]?” Tot el răspunde: „Deoarece arderea și fermentarea reprezintă modalitățile de a întoarce împărăției mineralelor materialele de unde le-a extras pentru a crea plantele și animalele, dezvoltarea acestora trebuie să reprezinte fenomenul invers arderii și fermentării...”

Louis Pasteur (1922) în raportul privind realizările științelor chimice și biologice („Rolul fermentării în natură”), remarcă cercetările lui Lavoisier, în special cu privire la divizarea fenomenului continuității vieții pe Pământ ce se reduce la cele trei elemente ecologice funcționale constituante: *producătorii, consumatorii și descompunătorii*. În acest context al genezei științelor despre natura înconjurătoare, subscriem la afirmația lui G. S. Rozenberg (2004) potrivit căreia, dacă n-ar fi existat ghilotina Marii Revoluții Franceze, astăzi noi am fi început istoria ecologiei de la A. L. Lavoisier, întrucât acesta a fost primul care a perceput nu numai însemnătatea substanțelor chimice în viața plantelor și animalelor, dar și rolul lor ecologic în circuitul biotic în natură, astfel cu aproximativ 150 ani anticipând apariția *biogeochimiei* lui V. I. Vernadski (1926).

Celebrul naturist francez de la începutul secolului al XIX-lea J. B. Lamarck (1744 - 1829) în lucrarea „Hidrogeologie” (1802) întreba (cu caracter de pionierat): care este influența corpurilor vii asupra substanțelor componente ale scoarței terestre și care sunt rezultatele acestei influențe? Iată și răspunsul: „... influența corpurilor vii asupra acestor substanțe este enormă și multilaterală...”, avându-se în vedere, în primul rând, biosedimentele ce se acumulează în scoarța terestră din generație în generație (Ghegamean, 1981, p. 78, citat după Rozenberg, 2004, p.23).

La mijloc nu-i doar o simplă referință bibliografică, ci o constatare prolegomenică cheie. După cum conchide V. I. Vernadski (1965), Lamarck a fost primul care (în contextul influenței organismelor vii asupra scoarței terestre) s-a apropiat cel mai mult de noțiunea de *biosferă* prin termenul „zona vieții”, lansat de genialul naturist francez dar și care, pe lângă alte realizări, a elaborat prima ipoteză (cu caracter materialist, fie și naivă, pe alocuri chiar greșită) privind evoluția lumii organice (vezi Lamarck, 1809). Unul din meritele marelui naturalist rus („ultimul mohican al naturalismului clasic”) Vladimir Ivanovici Vernadski (1863-1945) care, elaborând doctrina despre *biosferă* (dominantă și astăzi în literatura științifică mondială), a pus la baza acesteia principiile (postulatele) *biogeochimiei*, tot de el fondată și venită din altă creație a sa – *geochimia*.

În același context, nu vom uita, să menționăm și școala germană de chimiști (mai bine zis de agrochimiști), fondată de Iustus Jochann von Liebig (1803 - 1873). Acesta a fost al doilea, după Lavoisier, dintre chimiști care s-a apropiat cel mai mult de ecologie (care încă nu exista ca atare); a formulat teoria ciclului carbonului (C) și azotului (N) în natură. În 1840 Liebig a descoperit și formulat *legea minimumului*: substanța care se găsește în mediul înconjurător în cantități minime determină în timp volumul roadei (plantelor de cultură), astfel autorul referindu-se (de fapt unilateral – remarcă n.) numai la factorii chimici de nutriție a plantelor. Ulterior Legea lui Liebig s-a extins și asupra altor factori de mediu cum ar fi, bunăoară, temperatura, timpul etc. (vezi Shelford, 1913; 1915; Taylor, 1934; Tischler, 1949 etc.).

Mai mult decât atât. Un alt agrochimist german, A. Mitscherlich (1909, 1921), împreună cu B. Baule (1918), au descoperit și formulat *Legea acțiunii combinate (efectului combinat) al factorilor ecologici (legea lui Mitscherlich - Baule)*, drept consecință a legii *sinergismului* dintre factorii chimici, conform căreia un factor de mediu (nu doar chimic) poate influența alți factori sau cerințele organismelor pentru anumite condiții ecologice. Din punct de vedere matematic, fenomenul poate fi exprimat astfel: producția (de ex., roada unei culturi agricole) γ nu depinde numai de un singur factor ecologic (cum ar fi conform *legii minimumului* a lui Liebig), fie el limitativ sau reglator, dar și de întreg ansamblul de factori ce interacționează conform formulei $\gamma = \gamma(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, în care x_1, x_2, x_3, \dots reprezintă factorii ecologici respectivi.

S-a demonstrat experimental că în natură, dependența creșterii *producției* unui sistem ecologic (populație, ecosistem, biosferă), depinzând de con-

centrația (mărimea) factorilor de mediu (de ex., adaosul de nutrienți), se manifestă logaritmice, deloc linear. Efectul pozitiv al acțiunii fiecărui factor devine cu atât mai evident cu cât concentrația factorului respectiv este mai mică (în raport cu necesitatea fiziologică a organismelor).

La fel, aplicarea metodologiei sistemice (*holiste*, sau *integraliste*) privind acțiunea factorilor chimici de mediu asupra funcționării ecosistemelor a permis descoperirea altei legi ecologice – *Legea acțiunii relative a factorilor limitativi*, formulată de H. Lundegard (1954): forma curbei de creștere a bioproducției depinde nu numai de un factor (substanță) în cantități minime, dar și de alți factori, având concentrații minime (limitante). Aceasta înseamnă, de asemenea din punct de vedere holistic, că în cadrul mediului vital al sistemelor ecologice funcționează un ansamblu bine integrat (*sinergetic*) de factori (limitativi), denumit de Lundegard „sistemul Liebig”, sau „L - sistemul” (după Poletaev). Intensitatea *metabolismului ecologic* dintre ființele vii și mediul înconjurător depinde de fluxul de atomi ai elementului chimic ce se găsește în concentrații minime din *sistemul „L”*; succesul individului (populației unei specii) în habitatul său este determinat de interacțiunile dintre componentele (bio)chimice ale acestui sistem.

Vom mai menționa încă două legi ecologice: 1. *Legea compensării relative a deficitului de factori*, sau *Legea lui Rübél* (1930), conform căreia absența sau deficitul unui factor (de regulă a unei substanțe biogene) din habitat sau și organism poate fi compensat (înlocuit) cu alt factor echivalent (funcțional apropiat); 2. *Legea neînlocuibilității absolute* a factorilor ecofiziologici fundamentali (energia solară, bioxidul de carbon, substanțele nutritive, apa, oxigenul) sau *Legea lui V. R. Williams* (1949).

După cum demonstrează aceste, dar și alte legi de bază ale *autecologiei*, compoziția chimică a mediului este prioritară în relațiile (interdependențele) sistemului organism – habitat, biocenoză – biotop etc.; pe de o parte, habitatul furnizează sistemului viu materie și informație chimică, vital necesară pentru viața de toate zilele, pe de altă parte, ființele vii influențează mediul prin *exometabolizii* lor în procesul exploatării acestuia (creării și funcționării *nișurilor ecologice*).

Tocmai în cadrul acestor interrelații și interacțiuni s-a constituit problematica cercetărilor, profilându-se domeniile (*paradigmele*) științifice respective. Prima (ca vechime) a apărut *geochimia*, apoi, descendentă din aceasta, *biogeochimia* (știința despre rolul organismelor vii în circuitul elementelor chi-

mice în natură), ambele fondate de V. I. Vernadski la începutul anilor '20 (1924, 1926) ai sec. XX. Aici ținem să subliniem că paradigma (biogeochimică) biosferică vernadskiană, enunțată acum cca 100 de ani, până în prezent n-a fost contestată de nimeni, ci confirmată și concretizată de majoritatea biosferologilor din lume.

Mai incerte însă sunt definițiile respective, în special cu referire la obiectele de studiu din două domenii de cercetare înrudite: *ecologia chimică* (biochimică) și *chimia ecologică*. Vom încerca să ne dumerim în hățișul terminologic și semantic al acestora.

Francezul M. Barbier (1976) a fost cel dintâi care a reușit să sintetizeze totul ce era cunoscut până la el despre interacțiunile chimice dintre organismele vii (plante și animale) și mediul ambiant într-o foarte reușită lucrare monografică *Introduction a l'ecologie chimique (Introducere în ecologia chimică)*. Cu un an mai târziu apare lucrarea englezului B. Harborne (1977) *Introduction to ecological biochemistry (Introducere în biochimia ecologică)*.

Descifrând definiția lui M. Barbier, S. A. Ostroumov (1986) constată că interacțiunile chimice invocate de autorul francez pot fi de două tipuri principale: 1) interacțiunile efectuate cu ajutorul substanțelor și moleculelor ce îndeplinesc funcția surselor de energie și materie (componente edificatoare) pentru organismele acceptoare; 2) interacțiunile efectuate de moleculele chimice ce îndeplinesc exclusiv sau preponderent rolul de intermediari informaționali (*mesageri biosemiotici*) sau reglatori ai proceselor ecologice de transfer energetic și material prin ecosisteme.

Este foarte important să menționăm studiul relațiilor de tipul doi, care se referă la *ecologia biochimică*, ele constituind obiectul acestui domeniu ecologic. La acestea nu se referă multiplele probleme privind influența componentelor abiotice (în cazul nostru chimice) ale habitatului (biotopului), bunăoară elementele nutriției minerale ale plantelor.

Substanțele ce țin de competența (subiectele) ecologiei biochimice sunt prezente în mediu sau în organismele generatoare în cantități cu mult mai mici decât substanțele necesare organismelor ca surse energetice / materiale. Acestea sunt așa-ziii *exometaboliți* sau *substanțele exocrine (hormonii mediului)*, pe care B. A. Bâcov (1988) le numește *bioline – metaboliți secundari*. Așa sau altfel, exometaboliții, permanent prezenți în mediul biotic, joacă un rol tridimensional extrem de important: de *chemomediatori*, *chemoefectori* și *chemoreglatori* ecologici în toate ecosistemele naturale și antropi-

zate. De aceea, problemele poluării mediului, legate de detoxificare și degradare, de asemenea fac parte din preocupările prioritare ale ecologiei biochimice.

Așadar, **subiectul** de baza al ecologiei chimice (biochimice) este studiul interrelațiilor dintre organisme ce se desfășoară cu ajutorul substanțelor chimice, care îndeplinesc funcțiile de mediatori informaționali și reglatori în toate procesele ecologice. **Obiectul** fundamental al acestei științe ecologice îl reprezintă substanțele concrete, care îndeplinesc funcțiile mediatore / reglatoare (biosemiotice) în relațiile intrabiocenotice. Aceste substanțe exercită multiple funcții: trofice, netrofice și sunt participante active în reacțiile biochimice vitale.

S. A. Ostroumov pe drept cuvânt consideră că substanțele participante la reacțiile biochimice respective sunt abordate drept componente ale sistemelor ecologice, coexecutoare dar și mesagere ale proceselor ecologice din biosfera Pământului. Tocmai în aceasta și constă diferența principală dintre *ecologia biochimică* și *biochimie* ca științe înrudite, dar și parțial distincte. Aici vom preciza că *biochimia* studiază aceleași substanțe ca și *ecologia biochimică*, dar în afara perspectivei ecologice.

Are dreptate S. A. Ostroumov, unul din fondatorii ecologiei biochimice din Rusia (alături de Ch. M. Hailov, 1961, 1981; M. M. Telitcenko, 1971, 1982, și a.), la care ne asociem și noi, că cercetările ecobiocimice reprezintă o prioritate evidentă a ecologiei contemporane și a științelor mediului (environmentologiei, sau ambientalisticii).

Un alt domeniu, care de asemenea se ocupă cu studiul elementelor (moleculelor) și substanțelor chimice în mediul înconjurător, este *chimia ecologică*. Aceasta, după Gh. Duca (2012, p. 120), are ca obiect de cercetare procesele ce determină compoziția și proprietățile chimice ale mediului înconjurător „adecvat / neadecvat” (precizarea n. - I. D.), adică care într-un fel sau altul influențează, pozitiv sau negativ, organismele vii.

Compoziția chimică a habitatului (biotopului) sistemelor ecologie este determinată preponderent de factorii constituanți ai substratului din zona geografică (landșaftică) respectivă. În aceste condiții (optime) ambientale (mezologice) organismele vii (componentele biocenotice) își găsesc moleculele și substanțele biogene strict necesare (H₂O, CO₂, N, P, K, aminoacizii, microelementele etc.). În cazurile poluării biotopului cu substanțe toxice / degradatoare, organismele vii (componentele biocenotice) reacționează adecvat, în conformitate cu legile *ecotoxicologiei* și *ecosaprobiologiei*. În afară de aceasta,

în cadrul domeniului chimiei ecologice se efectuează cercetări privind cinetica fizico-chimică a componentelor chimice naturale autohtone sau alohtone (poluante sau / și toxice) ai mediului ambiant concret, astfel contribuind la dezvoltarea principiilor teoretice ale chimiei generale.

Tocmai în acest context, privind dezvoltarea și consolidarea noului domeniu științific (la interferența dintre chimie și ecologie) în cadrul Universității de Stat din Moldova (USM), apoi a Academiei de Științe a Moldovei (AȘM) a apărut un domeniu nou de cercetare – chimia ecologică. Începuturile acesteia a coincis cu convocarea la Universitatea de Stat din Chișinău a primei Școli (conferințe) Unionale cu genericul „Chimia ecologică a mediului acvatic” (24-26 octombrie 1985). Referatul de bază, prezentat de profesorul fizico-chimist A. Ia. Sâciiov, „Introducere în chimia ecologică”, propunea și definiția acestui domeniu de cercetări: „Știința despre poluările chimice antropogene și mecanismele transformărilor acestora în biosferă”. Definiția dată fusese susținută și de alți participanți (lectori) la conferință, de ex. A. L. Purmal, Gh. Gr. Duca, O. S. Travin, Iu. I. Skurlatov și alții.

Așa s-a născut, la Facultatea de Chimie a USM, școala națională de chimie ecologică, inclusiv **Catedra de chimie industrială și ecologică**, pe lângă ea fiind organizate cercetările respective, specializarea studenților și doctoranzilor, care continue cu succes până în prezent. După moartea prof. A. Ia. Sâciiov, în fruntea școlii moldovenești de chimie ecologică s-a situat logic și legic discipolul său – academicianul, profesorul universitar Gheorghe Duca, contribuția căruia la dezvoltarea domeniului în cauză este incontestabilă, bine cunoscută dincolo de hotarele țării noastre. Nu numai seria de monografii și manuale (v. bibliografia de la sfârșitul lucrării de față) cu siguranță a intrat în „patrimoniul cunoașterii” la nivel internațional. Opera științifică a acad. Gh. Duca este încununată de lucrarea sa excepțională „Dicționarul poliglot de chimie ecologică” (2012), care este primul de acest gen și reprezintă un unicat, util pentru școlari, studenți, masteranzi, doctoranzi, specialiști, pentru toți acei care se interesează de problemele factorilor chimici și ale poluării chimice a mediului înconjurător (ape, soluri, atmosferă, însăși biota, produsele alimentare etc.). Totodată, vom evoca și realul succes editorial și tipografic al Institutului de Cercetări Enciclopedice al AȘM, condus de dr. C. Manolache.

În încheiere, vom rezuma că substanțele, moleculele, elementele chimice pot și trebuie să fie abordate detaliat (exhaustiv), monitorizate periodic în

cadrul triunghiului format din o latură biogeochimică, alta biochimică, a treia – fizico-chimică, centrul fiind ocupat de sistemele vii în interacțiunile lor cu mediul ambiant, deoarece:

1. Sistemele vii, utilizând elementele chimice pentru viața lor de toate zilele, le transformă biochimic și biogeochimic, le ghidează prin lanțurile (rețelele) trofice/geochimice, le depozitează în formă de sedimente organice și „organo-inerte” (sol, sedimente marine, apoi roci...), zăcăminte organogene (cărbune, petrol, gaze, șisturi și a.) etc.

2. Însăși substanțele chimice, în primul rând cele biogene, nimerind în circuitele biotice, datorită organismelor reducătoare, se transformă în elemente (molecule) mai simple, urmând schema logică: habitat (biotop) → organisme acceptoare → biomasa creată → mortmasă → organisme reducătoare → elemente (molecule) chimice elementare → sisteme de organisme foto - și *chemosintetizatoare* → biomasa → mortmasă → elemente (molecule) elementare biogene → habitat... Circuitul biotic se încheie, ca apoi din nou să se deschidă... ad infinitum... Dar acest circuit are loc permanent numai în condiții naturale, fără intervenția brutală a activităților antropice. În studiul acestor probleme biochimice și biogeochimice se implică direct două domenii ecologice: ecologia *biochimică* și *biogeochimia*.

3. Circuitul elementelor (substanțelor) chimice poate să se modifice parțial sau total, dacă în mediul unui biosistem nimeresc elemente (substanțe) chimice alohtone poluante / degradatoare / toxice. La rezolvarea fundamentală a acestor probleme intervin, în afară de *ecologia biochimică* și *chimia ecologică*, *ecotoxicologia* și *saproecologia*.

4. În toate aceste trei cazuri în centrul atenției cercetătorilor se pune ființa vie (sistemul viu) în interrelațiile substanța vie ↔ mediul chimic; elementele (moleculele) acestei relații – pozitive sau negative, directe sau indirecte – intervin în buna funcționare a proceselor ecologice; de atâta ele (relațiile și consecințele) vor fi elaborate în cadrul legilor ecologiei generale, acolo unde este cazul, apelându-se și la legile chimiei.

5. Se impune evident continuarea colaborării (interferenței) între ecologi și chimiști, avându-se ca obiect fundamental de studiu elementul/ substanța chimică în context ecobiocchimic ↔ chimioecologic.

Bibliografie

1. Barbier M. *Introduction a l'ecologie chimique*. Masson, Paris, 1976.
2. Bâkov B. A. *Ekologhiceskii slovari*. Izd. „Nauka” AN Kaz. SSP, Alma-Ata, 1988, 247 p.

3. Dediu I. *Tratat de Ecologie Teoretică*. Ed. „Phoenix”, Chişinău, 2007, 558 p.
4. Dediu I. *Enciclopedie de ecologie*. Ed. „Ştiinţa”, Chişinău, 2010, 835 p.
5. Dediu I. *Axiomatica, principiile şi legile Ecologiei*. Ed. „Ştiinţa”, Chişinău, 2010, 215 p.
6. Duca Gh. *Kinetica himiceskih prevrăşenii v vodnâh ekosistemah*. In *Ekologhiceskaia himia vodnoi sredî*, Moskva, 1988, p. 95 - 109.
7. Duca Gh., Skurlatov I., Matei A., Macoveanu M. *Chimie ecologică*. Bucureşti, 1999.
8. Duca Gh., Skurlatov Iu. I., Sychev A. Ia. *Redox catalysis and ecological chemistry*. CE USM, Chişinău, 2002.
9. Duca Gh. *Dicţionar poliglot de chimie ecologică*. Edit. „Institutul de Studii Enciclopedice”, 2012, 680 p.
10. Ghegamean G. V. *Lamarck, Vernadskhii i biosfera*. „Priroda”, № 9, 1981, p. 78-81.
11. Hailov K. M. *Ekologhiceskii metabolism v more*. Izd. „Naukova Dumka”, Kiev, 1971.
12. Hailov K. M. *Biohimia morea: razvitie, sostoianie, obschie i prikladnâe zadaci*. Biologhia morea, №2, 1981, p. 3-14.
13. Harborne J. B. *Introduction to Ecological Biochemistry*. London, 1977.
14. Lamarck J. B. *Hidrogeologie*. Maillard, Paris, 1802.
15. Lamarck J. B. *Phylosophie zoologique*. Paris, 1909.
16. Liebig I., von, 1840. *Chemisty in its Application to agriculture and physiology*. Taylor u. Walton, London, 4th ed., 1847.
17. Lundegardh H. *Klima und Baden in therer Wirkung auf des Pflanzenleben*. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1954.
18. Mesarovic M. D. *Wiews on general system theory*. Wiley, New York, 1964.
19. Mitscherlich E. A. *Das Wirkungegesetz der Wachstrumsfactoren*. London. 1921, Jb., 56, p. 71-92.
20. Ostroumov S. A. *Vvedenie v biohimiceskuiu ekologhiu*. Izd. Moskov. Univ., M., 1986, 176 p.
21. Pasteur L. *Oeuvres*, Paris, 1922.
22. Purmal A. P. *Fiziko-himiceskie osnovâ profesov v vodnâh sredah*. In: *Ekologhiceskaia himia vodnoi sredâ*, Tentr mejdunar. proektov GKNT, Moskva, 1988, p. 23-37.
23. Rozenberg G. S. *Liki Ekologhii*. Toliati, 2004, 225 p.
24. Rûbel E. *Pflanzengesellschaften der Erde*. Bern-Berlin, 1930.
25. Sâcirov A. Ia. *Vvedenie v ekologhiceskuiu himiu*. In: *Ekologhiceskaia himia vodnoi sredâ*. Moskva, 1988, p. 7-22.
26. Shelford V. E. *Animal Communities in Temperate America*. Chicago Univ. Press, Chicago, 1913.
27. Shelford V. E. *Principles of ecology as illustrated by animals*. J. Ecology, 3, 1915.
28. Skurlatov Iu. *Osnovâ upravlenia kacestvom prirodnâh vod*. In: *Ekologhiceskaia himia vodnoi sredî*. Moskva, 1988, p. 230-255.
29. Talitcenko M. M. (red). *Samoocişcenie vodâ i migraţia zagreaznitatei po troficeskoi ţepi*. Izd. „Nauka”, Moskva, 1984.
30. Telitcenko M. M., Dосkor E. *Fiziologhiceski aktivnâe soedinenia biologhiceskogo proishojdenia*. Moskva, 1971.
31. Telitcenko M. M., Ostroumov S. A. *Vvedenie v problemâ biohimiceskoi ekologhii*. Moskva, 1982.
32. Taylor W. P. *Significances of extreme or intermittent conditions in distribution of species and management of natural resources, withrestataement of Liebig's law of the minimum*. In: *Ecology*, v. 15, p. 274-379, 1934.
33. Tischler W. *Grundzuge der terrestrischen Tierökologie*. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1949, 200 p.
34. Travin K. O. *Kataliz v vodnoi srede*. In: *Ekologhiceskaia himia vodnoi sredâ*. Moskva, p. 84 - 94, 1984.
35. Vernadski V. I., *Biosphere*. Paris, Leningrad.
36. Vernadskchi V. I. *Himiceskoe stroenie biosferâ Zemlii i eio okrujenia*. Izd. „Nauka”, 1965, 1987.
37. Vernadskchi V. I. *La Geochimie*. Paris 1924, 1949, 1926.
38. Wiliams V. R. *Pocivovedenie. Izbrannâe socinenia v dvuh tomah*: Gos. Izd. Seliskohoz. lit-râ. Moskva, 1949.



Tudor Zbârnea. *Portret*, u/p, 800 × 600 mm, 2011