REEVALUAREA SISTEMULUI DE ARII NATURALE PROTEJATE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Gheorghe POSTOLACHE, profesor, doctor habilitat
Alexandru TELEUȚĂ, dr. în agricultură
Grădina Botanică (Institut) al AŞM
Alexandru ROTARU, manager proiect PNUD Moldova

Prezentat la 15 iulie 2013

Summary: *The results of re-validation of Natural Protected Areas from the Republic of Moldova are presented based on the project outputs carried out in the period 2010-2012.*

The re-validation process was realized by group of experts from the NGO "Protecția Biodiversității". The present state of all Natural Protected Areas from the Republic of Moldova has been assessed in the framework of the re-validation process. The involved experts have made more suggestions and recommendations to optimize biodiversity conservation of Natural Protected Areas. Recommendations assessment will be realized by competent institutions and will be included into the new Law on State Protected Natural Areas Fund of the Republic of Moldova.

Key words: *re-validation, Natural Protected Areas, Natural Protected Areas Category*

INTRODUCERE

Reevaluarea Ariilor naturale protejate din Republica Moldova a derulat în perioada iulie 2010 - decembrie 2012. Reevaluarea a fost efectuată de grupul de experți al Organizației Obşteşti "Protecția Biodiversității" în baza contractului cu Proiectul UNDP/GEF "*Fortificarea capacităților instituționale şi a reprezentativității sistemului de arii protejate din Moldova*".

Scopul procesului de reevaluare a fost identificarea stării actuale a Ariilor naturale protejate din Republica Moldova. Ca rezultat al procesului de reevaluare, experții implicați au sugerat propuneri şi recomandări pentru optimizarea conservării biodiversității din Ariile Naturale Protejate. Aceste propuneri urmează să fie analizate de către instituțiile abilitate pentru ca ulterior să fie incluse în noua redacție a Legii privind fondul ariilor naturale protejate de stat. Totodată, echipa de reevaluare consideră că ariile naturale protejate necesită a fi reclasificate conform categoriilor IUCN (recunoscute şi aplicate la nivel internațional). La elaborarea reclasificării propuse s-au luat în considerare şi recomandările unor experți internaționali: Erica Stanciu ProPark (Romania): 1. "*Recomandări pentru sistemul național de categorii de management pentru Ariile Naturale Protejate – Normele generale pentru fiecare categorie de arii naturale protejate din Republica Moldova*" şi Michael Appleton (Franța) 2. "*Propuneri pentru guvernarea şi gestionarea Ariilor naturale protejate din Moldova.*"Au fost, de asemenea, luate în considerare şi recomandările altor experți naționali şi internaționali.

REZULTATELE REEVALUĂRII

În rezultatul reevaluării Ariilor naturale protejate din Republica

Rezervația peisageră Holoşnița

Tabelul 1

REZULTATELE REEVALUĂRII ARIILOR NATURALE PROTEJATE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Nr. crt.	Categoria ariei naturale protejate	Numărul de arii protejate conform Legii privind fondul AP	Suprafața ariilor conform Legii privind fondul AP, ha	Numărul de arii protejate în rezultatul reevaluării	Suprafața AP în rezultatul reevaluării, ha	Diferența
1	Rezervații ştiințifice*	5	19378	5	19942,18	564,18
2	Parcuri naționale	1	33792,09	1	33792,09	0
3	Monumente ale naturii					
	A) Geologice şi paleontologice	86	2681.8	84	3280,08	598,28
	B) Hidrologice	31	99,8	31	135,48	35,68
	C) Botanice a) sectoare reprezent. cu vegetație silvică	13	125,2	-	-	-125,2
	b) arbori seculari	433	-	340	-	-
4	Rezervații naturale	63				
	A) Silvice	51	4995 (5001,0 ha – conform Legii din 1998)	66	7211,63	2216,63
	B) de Plante medicinale	9	2796,0			
	C) Mixte	3	212,0			
5	Rezervații peisagistice	41	34820 (34200,0 ha - conform Legii din 1998)	38	35139,64	319,64
6	Rezervații de resurse	13	523,0	9	626,5	103,5
7	Arii cu managament multifuncțional					
	A) Sectoare cu vegetație de stepă	5	148,0	5	310,68	162,68
	B) Sectoare cu vegetație de luncă	25	674,7	24	1068,25	393,55
	C) Perdele forestiere de protecție	2	207,7	0	0 (146,19 ha în rezultatul reevaluării)	-207,7
8	Grădini Dendrologice	2	104,0	2	97,92	-6,08
9	Grădini Zoologice	1	20,0	1	23,98	3,98
10	Monumente de arhitectură peisagistică	21	304,9	21	361,95	57,05
11	Zone umede	3	94705,5	3	94705,5	0
	Total	471	195587,67 (192974,16 ha – conform Legii 1998)	438	196695,87	1108,2

* suprafața poate fi modificată în cazul în care vor fi luate în considerare propunerile de reclasificare a Ariilor naturale protejate din această categorie.

Moldova au fost validate 438 de arii naturale protejate cu o suprafață totală de 196695,87 ha. Mai jos prezentăm rezultatele revalidării pentru fiecare categorie de arie naturală protejată.

1. Rezervațiile ştiințifice

Lucrările de reevaluare au cuprins 5 rezervații ştiințifice: Codrii, Iagorlâc, Prutul de Jos, Plaiul Fagului şi Pădurea Domnească. Pentru efectuarea lucrărilor de revalidare a rezervațiilor ştiințifice, au fost create 2 grupuri de lucru. Grupul de botanişti, care a activat sub conducerea expertului Gheorghe Postolache, şi Grupul de zoologi, care a activat sub conducerea expertului Andrei Munteanu.

În rezultatul lucrărilor efectuate s-a propus validarea celor 5 rezervații ştiințifice, urmând să se discute apartenența la anumite categorii de arii naturale protejate. Propuneri cu privire la viziunea experților ce ține de recategorisirea rezervații-

lor ştiințifice actuale sunt regăsite în fişele descriptive ale fiecărei arii naturale protejate. Decizia finală o vor lua autoritățile publice centrale.

Suprafața rezervațiilor ştiințifice, conform Legii privind fondul Ariilor naturale protejate de stat (1998), a fost de 19378 ha. În rezultatul reevaluării rezervațiilor ştiințifice, suprafața totală a ariilor naturale protejate constituie 19942,18. Pentru optimizarea conservării biodiversității ariilor naturale protejate, se propune:

1. La Rezervația „Pădurea Domnească" să fie anexată Rezervația peisagistică Suta de Movile (1224.48 ha), în proces de consolidare şi extindere.

2. La Rezervația „Plaiul Fagului" să se anexeze 67 ha, care au fost luate în urma procesului de privatizare. Propunerea vizează procesul de consolidare şi extindere.

3. La rezervația „Prutul de Jos" au fost anexate 64 ha, atribuite prin hotărârea Agenției pentru Silvicultură Moldsilva.

4. Se propune ca denumirea rezervației actuale „Codru" să fie schimbată în Rezervația „Codrii". Această denumire este în circulație în prezent, pe ştampila rezervației este scris „Rezervația Codrii".

2. Parcuri Naționale

Parcul Național Orhei, creat prin Hotărârea Parlamentului Republicii Moldova din 12 iulie 2013, nu a fost inclus în procesul de reevaluare a sistemului de arii naturale protejate.

3. Monumente ale naturii

Conform Legii privind fondul ariilor naturale protejate de stat (1998) există 3 categorii de monumente ale naturii.

A) Geologice şi paleontologice;

B) Hidrologice;

C) Botanice.

a) Sectoare reprezentative cu vegetație silvică;

b) Arbori seculari.

Pentru efectuarea lucrărilor de validare a monumentelor naturii, au fost create 3 grupuri de lucru:

Grupul de lucru Arii Protejate A) Geologice şi Paleontologice. Șeful grupului - expertul Anatolie David.

Grupul de lucru Arii protejate B) Hidrologice. Şeful grupului – expertul Adam Begu.

Grupul de lucru Arii Protejate C) Botanice. Şeful grupului – expertul Gheorghe Postolache.

2.1. Monumente ale naturii. A) Geologice şi paleontologice. În lege sunt incluse 86 de arii naturale protejate, din această categorie, care au fost supuse procesului de reevaluare. Suprafața totală a acestora constituie 2681,8 ha.

În rezultatul reevaluării suprafața totală a 84 de arii naturale protejate a constituit 3280,08 ha. Se propune de a fi excluse din listă 4 arii naturale protejate: Cariera „Cimitirul Cailor" (Călăraşi), aflorimentul Baurci (Ceadîr - Lunga), Aflorimentul Costeşti (Ialoveni), fractura tectonică Selişte (Nisporeni) şi aflorimentul de lîngă oraşul Taraclia.

Se propun a fi reclasificate 2 arii naturale protejate din categoria rezervații peisagistice în cele geologice şi paleontologice: Râpile de la Cimişlia (256 ha), Complexul geologic şi paleontologic din bazinul rîului Lopatnic (427,57 ha, Briceni).

2.2. Monumente ale naturii. B) Hidrologice, includ izvoare, lacuri, porțiuni de râu, albii şi alte tipuri care sunt reprezentative din punct de vedere hidrologic.

În Legea privind fondul Ariilor naturale protejate de stat (1998) sunt incluse 31 de arii naturale protejate, care au fost reevaluate. Suprafața totală - 99,8 ha. În rezultatul re-evaluării suprafața totală a acestora a constituit 135,48 ha. Majorări semnificative au avut loc doar în cazul Rezervorului de apă de pe rîul Ciuluc (Sîngerei), de la 8,6 ha la 56,3 ha. În rest, au avut loc doar ajustări ale suprafeței ariilor naturale protejate.

2.3. Monumente ale naturii C) Botanice, includ suprafețe mici cu vegetație spontană populate de specii de plante rare, arborete, comunități de plante, arbori remarcabili. Această subcategorie de Arii naturale protejate se divizează în:

Subcategoria a) Sectoare reprezentative cu vegetație silvică, include suprafețe mici cu vegetație spontană, care conțin elemente valoroase. În Legea privind fondul ariilor naturale protejate de stat (1998), în această categorie sunt incluse 13 arii naturale protejate cu suprafața totală de 125,2 ha. În rezultatul reevaluării (în conformitate cu categoriile IUCN), se propune transferarea acestora la categoria Rezervații Naturale: Silvice.

Subcategoria b) Arbori seculari includ exemplare solitare sau grupuri de arbori remarcabili prin vârstă, dimensiuni, frumusețe şi raritate cu parametri impresionanți. În Legea privind fondul ariilor naturale protejate de stat (1998), au fost incluşi 433 arbori atribuiți la 158 amplasamente. În rezultatul revalidării se propune de exclus din lista ariilor naturale protejate 93 de arbori seculari (doborâți de vânt, uscați etc.). Au fost validați 340 de arbori seculari. Conform practicii internaționale, arborii seculari nu corespund categoriilor IUCN, de aceea se propune includerea acestora într-o altă categorie de importanță națională - obiecte de raritate naturală protejate.

4. Rezervații naturale

Rezervațiile naturale includ spațiul natural valoros din punct de vedere ştiințific, destinat păstrării şi restabilirii unui sau mai multor componente ale naturii. Sunt create în scopul întreținerii în condiții optime de protecție şi de reproducere a speciilor de plante şi animale, comunităților de plante şi animale la nivel național. În Legea privind fondul Ariilor naturale protejate de stat (1998), sunt incluse 63 de arii naturale protejate, care au fost supuse procesului de reevaluare. Suprafața totală constituie 8003 ha. Acestea au fost delimitate în trei subcategorii:

A) Silvice;

B) De plante medicinale;

C) Mixte.

Deoarece până în prezent specificul acestor 3 subcategorii nu a fost demonstrat se propune comasarea şi ajustarea lor în corespundere cu categoriile IUCN. În rezultatul reevaluării ar putea fi 66 de

arii naturale protejate cu suprafaţa totală de 7211,63 ha.

5. Rezervaţii peisagistice

Rezervaţiile peisagistice includ sisteme naturale omogene, silvic, de stepă, de luncă acvatice şi palustre, care au valoare ştiinţifică, ecologică, recreativă, estetică, instructivă şi educaţională, destinate menţinerii calităţilor sale naturale şi efectuării unor activităţi economice reglementate. Au fost instituite în scopul conservării peisajelor geografice valoroase de ecosisteme forestiere, ierboase, care ocupă suprafeţe mai mari decât rezervaţiile naturale. În Legea privind fondul Ariilor naturale protejate de stat (1998) sunt incluse 41 de arii naturale protejate, atribuite la această categorie, care au fost supuse procesului de reevaluare cu o suprafaţă totală de 34200 ha.

Pentru optimizarea conservării biodiversităţii, se propune:

1. Ariile naturale protejate: Complexul geologic Lopatnic şi Râpile de la Cimişlia să fie trecute în categoria Monumente ale naturii. A) Geologice şi paleontologice.

2. Rezervaţia peisagistică Lunca inundabilă de lângă Antoneşti să fie trecute în categoria Rezervaţii naturale: de luncă.

În rezultatul reevaluării suprafaţa totală a 38 de rezervaţii peisagistice va constitui 35139,64 ha.

6. Rezervaţii de resurse

Rezervaţiile de resurse reprezintă spaţii naturale deosebit de valoroase, de importanţă naţională, protejate în scopul conservării lor pentru generaţiile viitoare. Au drept obiectiv conservarea resurselor naturale pentru menţinerea în stare naturală în vederea valorificării raţionale. Au fost instituite pentru conservarea resurselor naturale (soluri) şi utilizarea ulterioară. În Legea privind fondul Ariilor naturale protejate de stat (1998) în această categorie au fost incluse 13 arii naturale protejate, care reprezintă principalele tipuri de soluri din Moldova, cu suprafaţa totală de 523 ha. În rezultatul reevaluării suprafaţa totală a 9 rezervaţii de resurse va constitui 626,50 ha. Pentru optimizarea conservării resurselor de sol şi corespunderea lor cu categoriile IUCN, se propune trecerea acestora în categoria Monumente ale naturii (IUCN III): de soluri. Tabelul 2

7. Arii cu management multifuncţional

Ariile cu management multifuncţional au ca obiectiv conservarea naturii şi gospodărirea reglementată a resurselor naturale. Au fost instituite pentru protecţia şi utilizarea raţională a resurselor naturale. Conform Legii privind fondul ariilor naturale protejate de stat (1998), în Republica Moldova există trei subcategorii de arii naturale protejate.

A) Sectoare reprezentative cu vegetaţie de stepă.

B) Sectoare reprezentative cu vegetaţie de luncă.

C) Perdele forestiere de protecţie.

<u>Subcategoria A) Sectoare cu vegetaţie de stepă</u>

În Legea privind fondul ariilor naturale protejate de stat (1998) sunt incluse 5 arii naturale protejate cu vegetaţie de stepă (Bugeac, Dezghingea, Vrănesti, Andriaşevca, Vinogradovca-Ciumai), care ocupă o suprafaţă de 148 ha.

Pentru optimizarea conservării biodiversităţii, se propune:

1. Aria protejată A) Sectorul reprezentativ cu vegetaţie de stepă Sector de stepă în Nordul Bugeacului de schimbat denumirea în Pajiştea de stepă Bugeac.

2. Aria protejată Sectorul de stepă din nordul Bugeacului să fie comasată cu rezervaţia naturală B) de Plante medicinale 4. Bugeac într-o arie naturală protejată cu denumirea Pajiştea de stepă Dezgingea.

3. Aria protejată Sectorul de stepă al Bălţilor să fie denumită Pajiştea de stepă Vrăneşti.

4. Aria protejată Sector cu vegetaţie de stepă să fie denumită Pajiştea de stepă Andriaşevca.

5. Aria protejată Sector de stepă în sudul Bugeacului să fie denumită Pajiştea de stepă Ciumai şi de extins suprafaţa pînă la 100 ha.

Pentru optimizarea conservării biodiversităţii şi corespunderea cu

Tabelul 2

CLASIFICAREA SISTEMULUI DE ARII NATURALE PROTEJATE DIN REPUBLICA MOLDOVA (VARIANTA PROPUSĂ)

Nr. crt.	Categoria de arii naturale protejate	Numărul	Suprafaţa, ha
Categorii delimitate în conformitate cu clasificarea Uniunii Internaţionale de Conservare a Naturii (IUCN)			
1	Rezervaţii ştiinţifice* (IUCN I a)	5	19942,18
2	Parcuri Naţionale (IUCN II)	1	33792,09
3	Monumente ale naturii (IUCN III)		
	A) Geologice şi paleontologice	84	3280,08
	B) Hidrologice	31	135,48
	C) De soluri		
4	Rezervaţii naturale (IUCN IV)	9	626,5
	A) Silvice	66	7211,63

	B) Peisajere	38	35139,64
	C) De stepă	5	310,68
	D) De luncă	24	1068,25
5	Parcuri naturale (IUCN V)	-	-
Categorii care nu țin de clasificarea Uniunii Internaționale de Conservare a Naturii (IUCN)			
6	Grădini Dendrologice	2	97,92
7	Grădini Zoologice	1	23,98
8	Monumente de arhit. peisagistică	21	361,95
9	Obiecte de raritate naturală protejate (arbori seculari)	148 amplasamente (340 arbori)	-
Categorii stabilite prin alte reglementări internaționale			
10	Rezervații ale biosferei (Programul UNESCO)	-	-
11	Zone umede de importanță internațională (Convenția Ramsar);	3	94705,5
12	Arii de protecție specială avifaunistică	-	-
13	Situri ale patrimoniului natural universal (naturale şi mixte)	-	-
14	Situri Emerald	-	-
	Total	438	196695,87

categoriile IUCN, se propune recategorisirea acestora în rezervații naturale (IUCN IV): de stepă.

În rezultatul reevaluării suprafața totală a sectoarelor de stepă ar putea constitui 310,68 ha pentru 5 arii naturale protejate.

Subcategoria B) Sectoare cu vegetație de luncă.

Include suprafețe ocupate cu ecosisteme de luncă. În Legea privind fondul ariilor naturale protejate de stat (1998) sunt incluse 25 de arii naturale protejate cu vegetație de luncă, care ocupă o suprafață de 674,7 hectare.

Pentru optimizarea conservării biodiversității se propune:

1. Transferarea Rezervației peisagistice Lunca inundabilă de lîngă Antoneşti la categoria Lunci.
2. Transferarea Rezervației naturale C) mixte Cantemir la categoria Lunci.
3. Comasarea Ariei naturale protejate Lunca inundabilă cu vegetație de baltă (Leova) cu Rezervația naturală C) mixtă Ecosistemul acvatic «Lebăda albă» şi transferarea la categoria de Luncă.
4. Excluderea Luncii cu dumbravnic (Isacova, Orhei) ca fiind arată.
5. Excluderea Luncii cu bumbăcăriță (Lozova) din categoria de Luncă, dat fiind faptul că este incorporată în cadrul Rezervației „Codrii".
6. Excluderea Luncii cu iarba-cîmpului gigantică (Mîndreşti, Teleneşti) ca fiind degradată.

Pentru optimizarea conservării biodiversității şi corespunderea cu categoriile IUCN, se propune recategorisirea acestora în Rezervații naturale (IUCN IV) de Luncă.

În rezultatul reevaluării suprafața totală a Ariilor naturale protejate cu vegetație de luncă va constitui 1068,25 ha.

Subcategoria C) Perdele forestiere de protecție.

Două sisteme de perdele forestiere de protecție (Bălți şi Tvardița) (207 ha) au fost selectate pentru protecție. În rezultatul revalidării s-a evidențiat că suprafața totală a acestora constituie 146,19 ha.

Totodată, în urma reevaluării ariilor naturale respective, în conformitate cu recomandările de categorii IUCN, acestea nu se pot categorisi şi, conform practicii internaționale, perdelele forestiere nu sunt arii protejate. Din aceste considerente se propune excluderea perdelelor forestiere din lista Ariilor naturale protejate, dar păstrînd rolul lor de protecție confirmat prin alte acte normative sau legislative.

8. Grădini dendrologice

În Republica Moldova există două grădini dendrologice (Chişinău şi Tiraspol), cu o suprafață totală de 104,0 ha. În rezultatul revalidării s-a stabilit că suprafața totală a acestora este de 97,92 ha.

9. Grădini zoologice

În Republica Moldova există o singură grădină zoologică - Grădină Zoologică din Chişinău. Conform Legii privind fondul ariilor naturale protejate de stat (1998), suprafața Grădinii Zoologice constituie 20,0 ha. Conform cadastrului funciar municipal suprafața acesteia este de 25 ha. În rezultatul reevaluării s-a stabilit că suprafața Grădinii Zoologice din Chişinău este de 23,98 ha.

10. Monumente de arhitectură peisagistică

În Legea privind fondul Ariilor naturale protejate de stat (1998) sunt menționate 21 de Monumente de arhitectură peisagistică, care ocupă o suprafață totală de 304,9

Rezervația peisageră Țipova

ha. În rezultatul reevaluării s-a constatat că suprafața totală a acestor parcuri este de 361,95 ha.

În Legea privind fondul ariilor naturale protejate de stat, la denumirea Monumentelor de Arhitectură Peisagistică au fost folosite câteva modalități. La numirea parcului s-a utilizat cuvântul parc şi denumirea localității. De exemplu, Parcul Hârbovăț. În altă variantă s-a folosit expresia Parcul din satul Temeleuți. Dat fiind faptul că prima denumire este mai laconică şi redă conținutul ariei naturale protejate, se propune ca această modalitate să fie folosită pentru denumirea tuturor parcurilor în noua redacție a Legii privind fondul ariilor naturale protejate de stat.

Aria naturală protejată din cadrul Muzeului Național de Etnografie şi Istorie Naturală conține câteva expoziții (forestieră, de stepă, acvatică şi petrofită) de aceea se propune să fie denumită Aria naturală protejată aşa cum este denumită în documentele Muzeului Național de Etnografie şi Istorie Naturală, *Grădina Botanică* a Muzeului Național de Etnografie şi Istorie Naturală.

Pentru parcul "Iasnaia poleana" populația locală foloseşte actualmente denumirea de parcul „Poienița însorită", de aceea se propune oficializarea acestei denumiri.

Se propune ca Parcul Cuhureştii de Sus să fie redenumit în Parcul Cuhureşti.

11. Zone umede de importanță internațională

În Republica Moldova sunt 3 Zone umede, care, în urma reevaluării, şi-au păstrat actuala suprafață de 94705,5 hectare.

CONCLUZII

Pentru prima dată s-a efectuat o reevaluare complexă a Sistemului de Arii Naturale Protejate din Republica Moldova. Acest sistem de AP include 470 Arii Naturale Protejate, cu o suprafață totală de 195587,67 ha. În rezultatul reevaluării s-a evidențiat că suprafața totală a ariilor naturale protejate din Republica Moldova este de 196695,87 ha sau cu o majorare de 1108,2 ha ceea ce constituie 5,81% din teritoriul țării.

1. În rezultatul reevaluării Ariilor naturale protejate s-a evidențiat compoziția floristică, faunistică, elementele valoroase, s-au precizat hotarele tuturor Ariilor naturale protejate şi s-au elaborat hărțile în format GIS pentru acestea.

2. Informația prezentată în Raportul final poate fi folosită la elaborarea noii variante a Legii privind fondul Ariilor naturale protejate de stat, categorisirea corectă a ariilor protejate în conformitate cu recomandările IUCN şi va da posibilitatea de a lua anumite decizii mai corecte privind protecția şi gestionarea ariilor naturale protejate de stat.

Paşii următori

1. Efectuarea modificărilor de rigoare în legislația cu privire la ariile naturale protejate, în special ajustarea la categoriile IUCN, suprafață, includerea obiectivului ariei protejate în noua redacție a Legii cu privire la ariile naturale protejate de stat.

2. Distribuirea fişelor de evaluare a ariilor protejate, completate în urma procesului de reevaluare către toți beneficiarii şi deținătorii de arii naturale protejate.

3. Delimitarea juridică a AP cu înregistrarea la oficiile teritoriale cadastru. Conform legislației în vigoare, responsabil pentru delimitarea juridică a proprietății de stat este Institutul de Proiectări pentru Amenajarea Teritoriului.

- Identificarea obiectului (vor fi utilizate hărțile elaborate în cadrul proiectului)
- Formarea obiectului (procedura juridică)
- Înregistrarea bunului imobil cu eliberarea titlului de proprietate.

4. Elaborarea unui program de consolidare şi extindere a sistemului de arii naturale protejate din Republica Moldova.

5. Se propune o nouă clasificare a Sistemului național de arii naturale protejate în conformitate cu practica internațională şi categoriile IUCN, pentru a fi inclusă în noua redacție a Legii cu privire la ariile naturale protejate de stat (tabelul 2).

BIBLIOGRAFIE

Postolache Gh., Teleuță Al., Munteanu A., David A., Begu A., Dilan A., Rotaru A. Validarea Ariilor naturale protejate. // Simpozion ştiințific internațional consacrat aniversării a 40-a de la înființarea Rezervației „Codrii". Lozova, 29-30 septembrie 2011.

Postolache Gh. Validarea Ariilor naturale protejate din Fondul Forestier. //Materialele simpozionului internațional "Dezvoltarea durabilă a sectorului forestier – noi obiective şi priorități. Chişinău, 17-19 noiembrie 2011, pag. 85-87.

GERMINATION CAPACITY AND INDUCTION OF SOMATIC EMBRYOGENESIS OF EXPLANTS FROM PUBESCENT OAK (*QUERCUS PUBESCENS* WILD.) ACORNS

***DASCALIUC Al.,** dr. hab. în biol., ****CUZA P.**, dr. hab. în biol., ***CĂLUGĂRU-SPĂTARU TATIANA, **FLORENTĂ Gh.**
*Institute of Genetics & Plant Physiology ASM, **Institute of Ecology & Geography ASM

Prezentat la 15 iulie 2014

Summary: *La fazele premergătoare ale maturației a fost cercetată capacitatea germinativă a ghindei stejarului pufos (Quercus pubescens Wild.) în condiții in vitro. S-a demonstrat că ghinda imatură amplasată pe medii sintetice fără fitohormoni manifestă aptitudinea de a germina, dar capacitatea ei germinativă sporeşte pe măsura desfăşurării perioadei de maturație. Indicele de germinație al ghindei a atins valoarea maximă în luna septembrie (la sfârşitul perioadei de maturație). Frecvența formării embrionilor somatici de către explanții din ghindă, dimpotrivă, a scăzut odată cu maturația ei, procesul fiind în totalitate stopat la etapa coacerii complete a fructului.*

INTRODUCTION

The interest of researchers and practitioners for capitalization of pubescent oak (*Quercus pubescens* Wild.) becomes more pronounced. This is due to the high resistance of this species to heat and drought, important features for plans which contribute to better environmental conditions in arid zones [7]. Restoring pubescent oak forests, widespread in the south of the country in the eighteenth – nineteenth centuries and actually considerably reduced, becomes one of the priorities in restoring forests areas in the Republic of Moldova. Operating over time under coppice type of management caused the physiological aging of pubescent oak trees. That led to considerable degradation of the representatives of this species in Moldova's forests [2]. Currently the pubescent oak trees are anemic, bear rarely, and not ensure the practitioners with viable and vigor acorns for assuring generative regeneration of forests [1]. Continuous degradation and intensification of dying of the elderly and sick trees diminish the genetic background of this species. Attempts to replace this species with acacia in the south of the country

Photo 1. Forest in the forestry Băiuş: areas with 17-20 years acacias (left) and with 70-100 years pubescent oaks (right)

did not succeed due to large biological differences between these species and also due to degradation of acacia forests at 20-30 years after plantation. These differences can be easily noticed by comparing forest areas with degraded acacia, although relatively young, with the beautiful aria of forests with pubescent oak in Băiuş forestry, photo 1.

Actually it is necessary to select valuable genotypes of pubescent oak trees for their multiplication in generative and vegetative way. Getting seedlings from vigorous trees, based on biotechnological methods and techniques, will help to achieve the optimal ratio between genotypes with diverse biological characteristics, ensuring meanwhile the maintenance of existing genetic diversity of pubescent oak after restoration activities. Thus it will be provided the basis for the organization of the new forests, planted with genetically improved planting material. For restoring pubescent oak forests it is necessary to replace physiological aged trees, increase their productivity and resistance to biotic and abiotic stress factors. This task can result in increased tree resistance to pests, abiotic stress factors and improving the environmental conditions in the south of the country.

In order to achieve this goal, it is necessary to operate with reproductive material of superior hereditary qualities. Due to the fact that pubescent oak fructifies rarely and weak, we decided to involve the modern methods and techniques that can provide the opportunity to multiply rapidly the valuable genotypes. In forestry the efficacy of new techniques must result not only into the rapid multiplication of precious genotypes, but also into maintaining the genetic diversity of local population well adapted to specific conditions. In this regard we consider necessary to control the possibility to utilize the method of induction the somatic embryogenesis for pubescent oak multiplication [8].

MATERIALS AND METHODS

As a source for determining the acorn germination depending on age and as a donor of acorns, we have selected a maternal pubescent oak tree in the forestry Băiuş (Leova District). From this tree we collected 40-50 acorns each 7-15 days, starting in July and ending in late September, 2004. In laboratory conditions the acorns were separated from their cups, their length and diameter were measured and the average values of these parameters at each terms of collecting were calculated.

Examination of germination capacity depending on the acorn age was performed under aseptic conditions in the synthetic nutritional medium without phytohormones. Before being placed for germination, acorns were removed from the cups and then sterilized by immersion in twice diluted commercial preparation ACE during 15 minutes. After sterilization, the plant material was washed three times with sterile distilled water. For germination the acorns were incubated in thermostat, in darkness, relative humidity of 85%, and temperature of 25°C for 65 days.

For inducing somatic embryos, after removing pericarps and teguments, from acorns were obtained explants. They were placed on solid media with 0.7% of agar, containing two types of nutrient media, DKW [5] and MS [6], without phytohormones. Flasks with explants were maintained under controlled conditions (temperature of 26ºC, photoperiod of 16 hours illumination at 700 lucks followed by 8 hours of darkness).

RESULTS AND DISCUSSIONS

Initially we have estimated the change of dimensional parameters of pubescent oak acorns depending of their age. In this way we anticipated to establish the possible correlations between acorns growth rate, maturation and germination capacity. The first collection of acorn was provided on the 26th of July, 2004. At that time the shape of acorns was nearly spherical, with diameter of 0,5 cm. They were completely hidden in interior of the acorns cup. During the next month, in August, the acorns size increased considerably, reaching the size of mature acorns at the end of September, table 1. The data presented in table 1 show that in August the acorn length increased by 4 times and width-by 2,4 times (from July 26 to August 23). Although the growth continued in September, the growth rate fell considerably. On September 21 the average acorns dimensions reached 2,7 x 1,6 cm. In the next period the acorn size did not change significantly, achieving the dimensions of mature acorns. During this period the acorns color appearance has changed from light green to brown, which marked the completion of their maturation. On acorn maturation it also indicates the beginning of their dissemination in the next decade (late September – early October).

The evaluation results of the germination capacity of acorns, depending on their age, are presented in table 2. The acorns collected at the first term (round acorns) did not germinate. Then their germination capacity gradually increased, reaching stationary phase in the late September. This is confirmed by the increased percent of germinated acorns and as well as by the 50% decreased germination period of viable acorns. These data demonstrate that during maturation the capacity of acorn to germinate increases gradually. Comparing the data included in table 2 with those in table 1, we can mention that

Table 1

THE CHANGE OF THE PUBESCENT OAK ACORN SIZE, DEPENDING ON THEIR AGE

Data of acorns collection	26.07	8.08	14.08	23.08	4.09	9.09	21.09	28.09
Acorn size (the length and the diameter, cm)	0,5 x 0,5	0,9 x 0,6	1,7 x 0,8	2,0 x 1,2	2,2 x 1,3	2,5 x 1,3	2,7 x 1,6	3,1 x 1,8

Table 2

GERMINATION PARAMETERS OF PUBESCENT OAK ACORNS DEPENDING ON THE DATE OF COLLECTION

Date of collection	28.07.05	08.08.05	15.08.05	26.08.05	3.09.05	10.09.05
Duration (in days) to accumu-late 50% of acorns germinated during a period of 65 days	-	62	18	14	10	14
Number of acorns under investigation	25	34	28	42	44	37
Number of germinated acorns in 65 days	0	3	6	14	16	12
Percentage of germinated acorns in 65 days	0	8,8	21,4	28,5	36,4	37,8

*In every experimental variant, when period of incubation in favorable conditions exceeds 65 days, the additional germination of acorns was not mentioned

acorn reached the highest germination capacity before full maturation. This suggests that the immature pubescent oak acorns exhibit a high level of germination capacity. The pubescent oak acorns belong to recalcitrant seeds and are characterized by loss of germination capacity after desiccation. These features distinguish them from orthodox seeds, capable to restore germination capacity after dehydration [3]. Differences between recalcitrant and orthodox seeds are qualitatively different. For example, it was shown that during the development of apple seeds only a short period exists when they demonstrate the capacity to germinate without stratification. After that, in parallel with maturation, the desiccation and installation of seed dormancy occurs. To restore the germination capacity they require a long period of stratification in wet conditions [4].

It is necessary to mention the relatively low percentage of acorn viability: even in the stationary phase the number of acorns capable for germination did not reached 40%. Under natural conditions in the late period of maturation (late September – early October) acorns are often attacked by rammer, which can lead to decreasing, or even disappearance, of acorns germination capacity. Since, it is reasonable to collect acorns in the middle of September, when immature acorns demonstrate satisfactory parameters of germination, table 2, and are not damaged by rammer yet.

As mentioned above, two nutrient media were used in our experiments. Analyzing the data included in table 3, we can observe that induction of somatic embryos on nutrient medium MS is more effective than on the DKW one: on the MS medium the germination capacity is expressed at earlier terms and the percent of acorn germination is higher at each term of sampling. These data demonstrate that acorn viability is manifested differently depending on the condition of germination. As a result, the viability tests of acorns need to be treated carefully, because after some tests there can remain non-germinated acorns with ,,*the hidden viability*". This feature should be taken into account when it is necessary to capitalize genotypes that are difficult to multiply. This is specific for pubescent oak, with rare fructification and low acorns viability. It is clear that in the future it may be elaborated nutrient mediums that will assure the higher percent of germination compared to those included in our experiments. This problem becomes even more complex if we consider that in natural conditions, at the end of the period of maturation (late September – early October), acorns are often attacked by rammer, which can lead to substantial reduction, or even disappearance, of germination capacity. Taking into account that the immature acorns demonstrate satisfactory germination parameters in the middle of September, table 2 and 3, it is reasonable to multiply pubescent oak with acorns collected before they were attacked by rammer.

For studying the induction of embryogenesis, from inside of sterilized acorn the embryos with parts of cotyledons were removed (photo 2). Explants were seeded on MS and DKW solid nutrient media, which differed in composition and concentration of mineral salts and vitamins. The concentration of hormones in both medium was identical.At the initial stage, the acorns explants were cultivated on the nutrient media MS and DKW. In these media were introduced 1 мg/l of 6-benzylaminopurine (BA), 2 мg/l of kinetin (Kn), 0,01 мg/l of indolylacetic acid (AIA), and 250 mg/l of L-glutamine. Value of pH was adjusted to 5,7 before autoclaving. Direct somatic embryogenesis (photo 3) was induced in both types of nutrient media (MS and DKW). At this stage of cultivation, after 4 weeks of maintenance on nutrient medium,

Table 3

GERMINATION OF PUBESCENT OAK ACORNS DEPENDING ON THE *IN VITRO* CULTURE MEDIUM

The date of passage	28.07.05	08.08.05	15.08.05	26.08.05	3.09.05	10.09.05	24.09.05	8.10.05
Percent of germi-nation on cultu-ral medium MS	0	8,8	17,8	19,0	25,0	24,3	25,0	36,0
Percent of germi-nation on cultu-ral medium DKW	0	0	3,6	9,5	11,4	13,5	18,7	30,6

the explants increased in volume and become green. Then they were transferred to a medium without phytohormones and L-glutamine. After 2-4 weeks (depending on the age of acorns that serve as initial material for explants) it began to appear the globular structure with a diameter of up to 1 mm.

After 4 weeks, the developing explants were transferred to nutrient media characteristic for the second stage of cultivation, without phytohormones and L-glutamine. To determine at what age the generative embryos are the best source for induction the somatic embryos, beginning the 6th week after pollination we have collected acorns at 7 day intervals. The frequency of induction of somatic embryos was variable depending on the age of acorns. The highest potential for inducing somatic embryogenesis (73%) was obtained from explants sampled from the acorns at the age of 8 weeks. At the stage of maturation the potential to form somatic embryos of explants from acorns fell sharply. For example, the frequency of inducing somatic embryos from explants from acorns collected in August has decreased to 48%, and from those collected in September demonstrated a tendency to be equal to zero.

So, the explants from developing acorns of *Quercus pubescens* demonstrated capacity to form somatic embryos after placing them on two specific nutrition medium, by two types of explants (zygotic embryos, and zygotic embryos with fragments of cotyledons). Actually, the efforts are made to develop the optimal conditions for obtaining *in vitro* the vigorous plants from somatic embryos and later to elaborate conditions for successful transferring them from *in vitro* to *ex vitro* conditions.

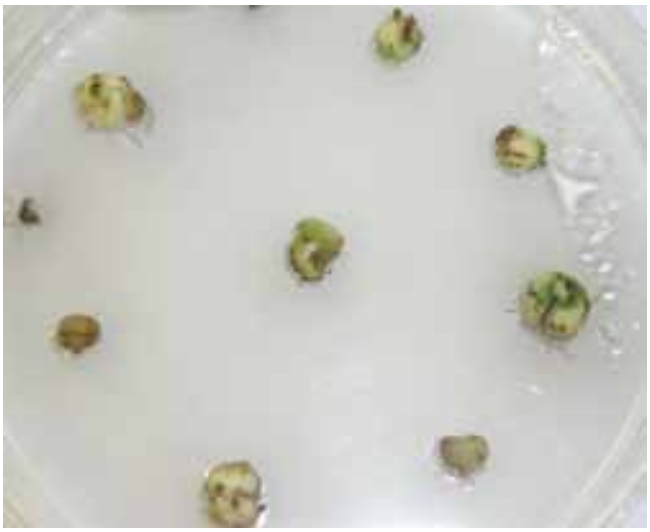


Photo 2. Induction of somatic embryogenesis from immature embryos containing parts of cotyledons

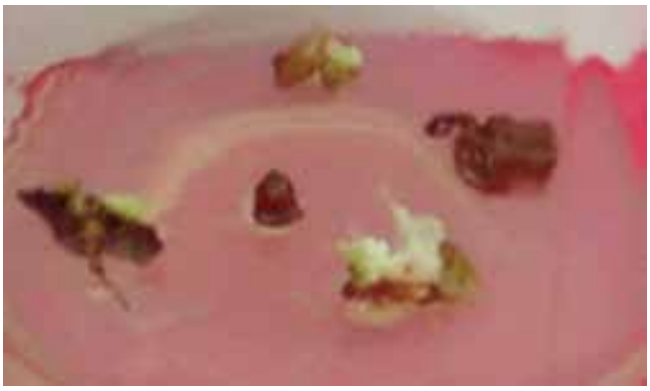


Photo 3. Direct induction of somatic embryogenesis from immature embryos

CONCLUSIONS

1. Dimensions *of pubescent oak acorns* are rapidly increasing in August*, slowing down later, reaching* the final size at the end of September. *At the beginning of October begins their* dissemination.
2. Germination parameters of immature acorns gradually improve until their complete maturation. The frequency of somatic embryo induction from acorn explants, on the contrary, is decreasing with acorns aging, becoming equal to zero at the final stage of maturation.

REFERENCES

1. Blada I., Alexandrov A. H., Postolache Gh., Turok J., Donita N. Inventories for *in situ* conservative of broadleaved forest genetic resources in South-Eastern Europe. // IPGR, 2002. Managity Plant Genetic Diversity. P. 217-227.
2. Dascaliuc A., Cuza P., Gociu D. Starea şi perspectivele de ameliorare a pădurilor de stejar pufos (*Quercus pubescens* Wild.) din Republica Moldova. // Analele ştiinţifice ale Universităţii de Stat din Moldova. Seria ,,Ştiinţe chimico-biologice". Chişinău, 2005. P. 405-413.
3. Daskalyuk A. P. Dormancy release, germination, and electrolyte leakage from apple embryos during stratification in the presence of sucrose. // Russian Journal of Plant Physiology. 2002. Vol. 49, nr. 5. P. 783-789.
4. Daskalyuk A. P., Samoil V. V., Daskalyuk Iu. A. Dormancy onset and release in apple seeds during stratification. // Russian Journal of Plant Physiology. 1999. Vol. 46, nr. 3. P. 357-342.
5. Driver J. A. & Kuniyuki A. H. In Vitro Propagation of Paradox walnut Rootstock. // Hort. Science. 1984. Vol. 19 (4). P. 507-509.
6. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. // Physiology Plantarum. 1962. Vol. 15, nr. 95. P. 473.
7. Negulescu E. G., Stănescu V. Dendrologia, cultura şi protecţia pădurilor. Bucureşti: Editura didactică şi pedagogică, 1964. Vol. I. 500 p.
8. Vicient C. M., Martínez F. X. The potential uses of somatic embryogenesis in agroforestry are not limited to synthetic seed technology. // Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. 1998. Vol. 10 (1). P. 1-12.

STAREA ECOLOGICĂ A UNOR ARII NATURALE PROTEJATE DE STAT DIN PODIŞUL MOLDOVEI DE NORD

Dr. **Nina LIOGCHII,** dr. hab. **Adam BEGU,**
dr. **Vladimir BREGA,** drd. **Valeriu BRAŞOVEANU**

Institutul de Ecologie şi Geografie

Prezentat la 16 iulie 2013

Summary. *The study included the protected areas of Donduşeni rayon: Botanic Natural Monument (BNM) Rudi-Gavan, Natural Reservation of Medicinal Plants (NRMP) Cernoleuca, Landscape Reservation (LR) Rudi-Arionesti, representative ecosystems: forests Donduşeni and Horodişte.*

The researched areas are subject to transboundary pollution with SO_2 and NO_x from the Northwest. The content of heavy metals in the soil does not exceed the maximum admissible concentration, but there is a tendency to accumulate the Pb and Cu in the litter from NRMP Cernoleuca. Basing on the lichenoindication method was established that in the Forest Donduşeni air is weak polluted with SO_2, but in the LR Rudi-Arionesti, BNM Rudi-Gavan and NRMP Cernoleuca, it is moderately polluted.

Were recorded eight new habitats for five rare species and augmented the possibility of creating the Natural Forest Reservation Horodişte.

Key words: *Natural protected areas, local and cross-border impact, biological passive monitoring, heavy metals, biological diversity, abundance of rare species.*

INTRODUCERE

Actualmente, în Republica Moldova Fondul Ariilor Naturale Protejate de Stat (FANP) dispune de 307 arii cu o suprafață de 161,18 mii ha [2], ceea ce constituie 4,65% din teritoriul țării [13]. Conform Strategiei Naționale şi Planului de Acțiuni în domeniul Conservării Diversității Biologice (2001), pentru protejarea a circa 50% din biota Moldovei şi asigurarea unui echilibru stabil al funcționării ecosistemelor, este necesar de a proteja nu mai puțin de 10% din suprafața țării. Circa 75 mii ha (46,5%) din suprafața ariilor naturale protejate de stat sunt amplasate în fondul forestier. Cu toate acestea, suprafețele forestiere protejate sunt amplasate neuniform pe teritoriul Republicii Moldova, iar fragmentarea lor spațială nu asigură pe deplin funcționalitatea coridoarelor de conexiune la Rețeaua Ecologică Națională şi Europeană. În acest context apare necesitatea extinderii fondului de arii protejate pe baza a noi sectoare silvice ce vor putea asigura condiții favorabile de trai pentru speciile rare.

În baza celor expuse au fost realizate studii referitoare la evaluarea unor ecosisteme reprezentative din bazinul fl. Nistru (raionul Donduşeni). Rezultatele cercetărilor scot în evidență starea actuală a ariilor naturale protejate de stat, oferă informații referitoare la sursele de poluare şi spectrul poluanților, gradul de toleranță al speciilor bioindicatoare față de poluare, calitatea componentelor de mediu, abundența speciilor rare şi argumentează posibilitatea extinderii Fondului Ariilor Naturale Protejate de Stat (FANPS).

METODE DE CERCETARE

Studiul s-a desfăşurat pe parcursul anului 2012, incluzând cercetări directe în teren şi cercetări de laborator.

Cercetările în teren au fost axate pe *evaluarea ecosistemelor naturale* în principalele fenofaze de dezvoltare a vegetației efemeroide, anuale şi perene şi a lumii animale; *inventarierea* speciilor ocrotite, bioindicatoare şi a surselor de poluare; *colectarea* mostrelor de sol şi componente biotice [11, 12].

Cercetările de laborator au inclus: *determinarea apartenenței sistematice* a speciilor de floră şi faună cu utilizarea microscoapelor MBS-10, Micmed-5, a literaturii şi determinatoarelor de specialitate [10, 17]. *Categoriile de amenințare* a speciilor rare au fost stabilite în conformitate cu clasificatorul IUCN [23], *statutul de protecție* la nivel național, regional şi internațional - conform Cărților Roşii ale Republicii Moldova, României, Ucrainei şi Convențiilor de Mediu [3, 6-8, 18, 19], *abundența/acoperirea* - conform Braun-Blanquet, 1964 [4].

Evaluarea calității componentelor de mediu a fost realizată în baza analizei cantitative şi calitative a emisiilor de la sursele locale şi transfrontaliere de poluare [5, 9,

15, 21] şi a utilizării monitoringului biologic pasiv [1]. Gradul de poluare al aerului cu SO_2 a fost determinat prin metoda GECA, în baza abundenței speciilor de licheni cu diferit grad de toxitoleranță [1]. Pentru determinarea conținutului metalelor grele, a fost utilizată spectrometria roenthghen-fluorescentă [16].

REZULTATE ŞI DISCUȚII

Analiza FANPS a raionului Donduşeni. Suprafața FANPS din raionul Donduşeni este de 1590,9 ha, ceea ce constituie circa 2,5% din suprafața unității teritoriale (64412 ha). Obiectele din FANPS ale zonei de studiu aparțin diferitelor categorii de protecție cu predominarea Rezervațiilor Peisajere (RP), care constituie 57%, după care urmează Rezervațiile Naturale de Plante Medicinale (RNPM) - 21% şi Ariile cu Management Multifuncțional (AMM) - 12%. Numărul celorlalte categorii menționate este mult mai modest (1-5%), iar unele categorii chiar lipsesc (Rezervații Naturale Silvice, Rezervații Naturale Mixte, Rezervații de Resurse).

Obiectele protejate cercetate sunt parte componentă a Rețelei Ecologice Pan-Europene: RP Rudi-Arioneşti şi Monumentul Naturii Botanice (MNB) Rudi-Gavan, servind drept teritorii-nucleu de nivel național, iar RNPM Cernoleuca - de nivel local. Pentru a menține integritatea Rețelei Ecologice Naționale (REN), sunt necesare îmbunătățirea şi completarea elementelor coridoarelor biologice existente, iar în locurile de întrerupere - create noi coridoare care să asigure legătura cu REN şi coridorul Nistrean din afara zonei de studiu.

Reieşind din cerințele Con-vențiilor de mediu, Strategia şi Planul Național de acțiuni privind Conservarea Diversității Biologice şi pornind de la cele expuse mai sus, în studiu au fost incluse ANPS din fondul forestier al raionului Donduşeni: MNB Rudi-Gavan, RNPM Cernoleuca, RP Rudi-Arioneşti şi ecosistemele reprezentative: pădurea din partea de nord-est a oraşului Donduşeni şi cea din sudul satului Horodişte.

Amplasarea şi condițiile fizico-geografice. ANPS supuse cercetării sunt amplasate în partea de nord a Republicii Moldova, raionul Donduşeni (figura 1), în zona pedogeografică a Silvostepei deluroase a Câmpiei de Nord [22], pe Podişul Moldovei de Nord, la altitudinea cuprinsă între 230 şi 280 m. Clima este temperat continentală. Suma anuală a precipitațiilor depăşeşte 600 mm, ceea ce demonstrează un regim favorabil de precipitații, comparativ cu alte regiuni ale țării. Durata anuală a zilelor cu soare constituie în medie 2 060 ore, iar temperatura medie anuală – 7,8°C.

Poziția geografică, climatul şi relieful teritoriului dat au determinat formarea unei vegetații specifice. Aici predomină două tipuri de păduri: de stejar cu cireş şi de stejar

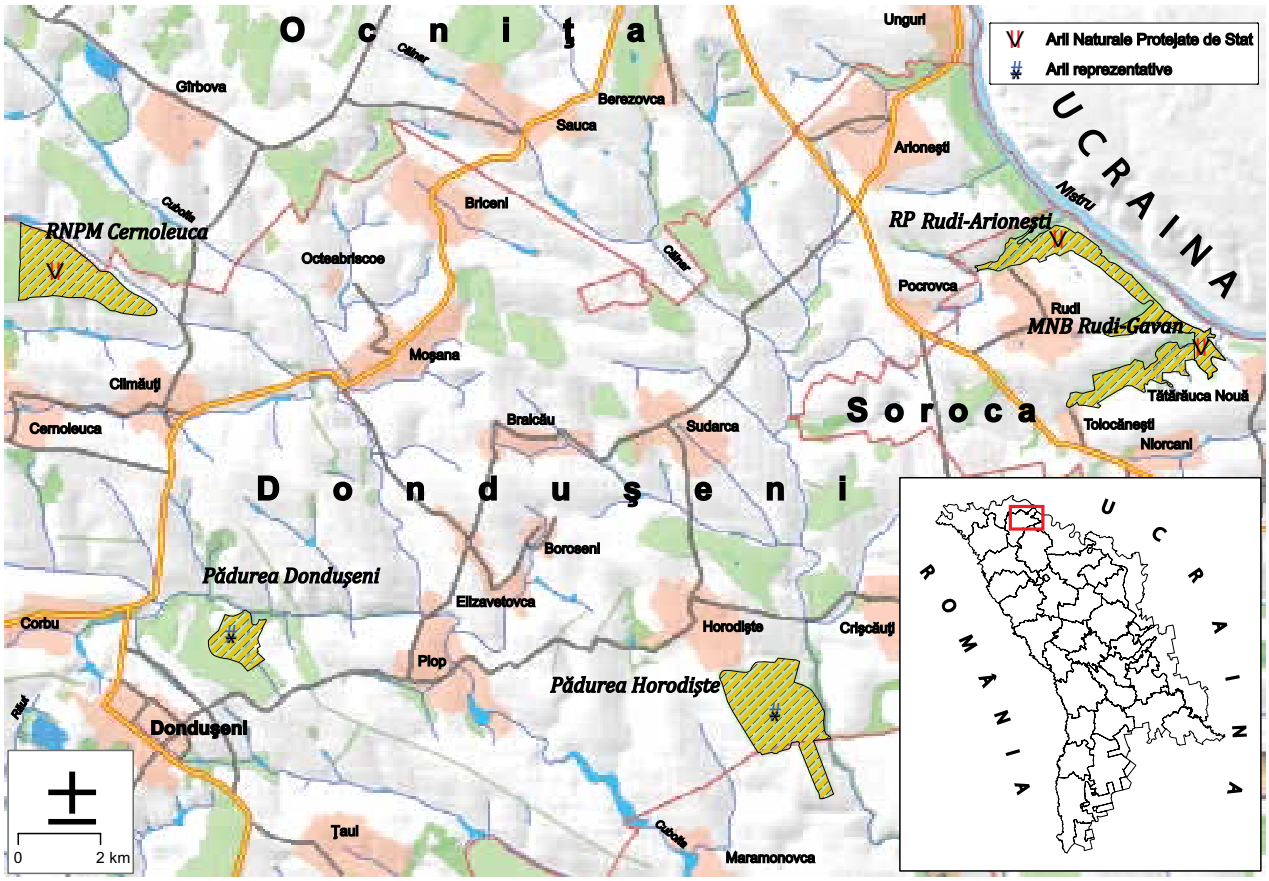


Figura 1. Schema amplasării obiectelor cercetate

cu mesteacăn, în componenţa cărora sunt incluse cca 400 specii de floră [20]. Unele caracteristici ale reliefului condiţionează prezenţa în anumite sectoare a unui înveliş vegetal adaptat la condiţiile existente. Pe versanţii sudici, cu un plus de lumină şi căldură şi un dificit de umiditate cresc, preponderent, specii heliofite şi xerofite, iar pe versanţii nordici, cu temperaturi mai scăzute şi surplus de umiditate - specii sciofile, mezo-sciofile şi hidrofite. Modificări cantitative şi calitative ale diversităţii vegetaţiei din regiune sunt condiţionate şi de gradul de înclinare al versanţilor, care, în mare măsură, determină regimul hidric şi cel termic.

Tipul calcaros al substratului, prezent pe versanţii fl. Nistru, determină dezvoltarea unei vegetaţii pietrofite. Sectoarele versanţilor pietroşi şi erodaţi, periferiile poienilor pădurilor şi o parte din luncile râurilor sunt ocupate de către păşuni.

Creşterea şi dezvoltarea plantelor, constituirea şi dezvoltarea comunităţilor vegetale sunt condiţionate şi de factorii edafici caracteristici solurilor zonale brune şi cenuşii de pădure şi solurilor azonale - aluviale de luncă, rendzine etc. [22].

Impactul local şi transfrontalier. Obiectele supuse cercetării sunt amplasate în zona unei predominări a poluării transfrontaliere, îndeosebi din partea de nord-vest a Ucrainei, urmate de poluarea de la sursele staţionare şi mobile locale.

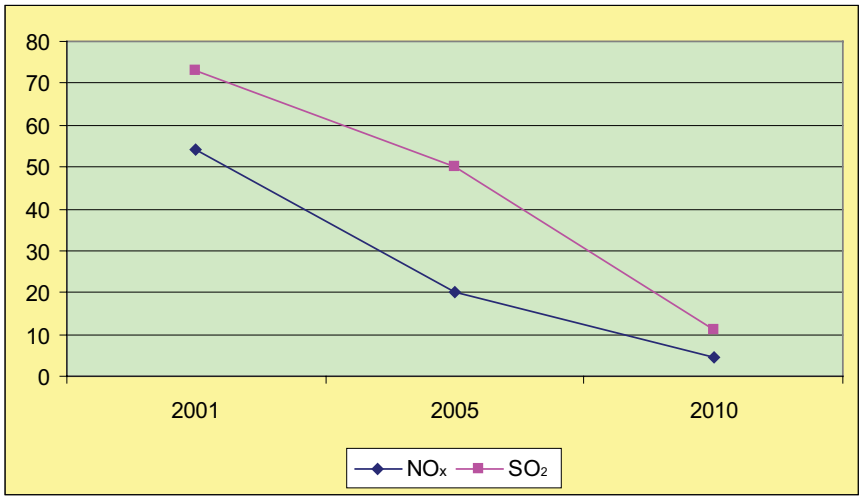


Figura 2. Dinamica emisiilor de la întreprinderile economiei naţionale din raionul Donduşeni pe parcursul perioadei 2001 – 2010 (t/an)

Analiza emisiilor de la întreprinderile economiei naţionale din raionul Donduşeni atestă o descreştere semnificativă a cantităţilor de NO_x şi SO_2 pe parcursul ultimilor ani. Dacă în anul 2001, de exemplu, emisiile de NO_x erau de 54, iar ale SO_2 de 73 t/an, actualmente acestea înregistrează 4,6 şi 11,1 t/an, respectiv (figura 2).

Conform calculelor, după difuzia în aer a acestor noxe, concentraţia lor la nivelul solului înregistrează valori nesemnificative, fiind mai mici de 0,1 CMA (5 µg/ m^3 SO_2 şi 4 µg/m^3 NO_x). Conform Directivei 2008/50/CEE, nivelul critic pentru protecţia vegetaţiei este de 20 µg/m^3 - pentru SO_2 şi 30 µg/m^3 – pentru NO_x. Aceasta denotă că sursele locale au o cotă minimă la poluarea ecosistemelor cercetate cu oxizi acizi (NO_x şi SO_2). Prin urmare, conţinuturile de NO_x şi SO_2 în aer sunt provenite, preponderent, de la sursele transfrontaliere. Despre aceasta ne mărturisesc concentraţiile de NO_x şi SO_2 calculate conform EMEP pentru cvadratul 87x65 (50X50 m^2), unde sunt amplasate obiectele de studiu. Conform acestor calcule

Tabelul 1

TOXITOLERANŢA, DIVERSITATEA SPECIFICĂ ŞI ABUNDENŢA LICHENILOR

Nr. crt.	Toxitoleranţa	Specii înregistrate	Ecosisteme forestiere şi gradul de acoperire al substratului, %			
			RNPM Cernoleuca	Pădurea Donduşeni	Pădurea Horodişte	RP Rudi -Arioneşti
GECA (Begu, 2011)			III	II	III	III
Altitudinea, m			265	280	250	230
Expoziţia			SV	NV	N	NE
1	II	*Anaptychia ciliaris* (L.) Koerb.	10			
2		*Bacidia luteola* (Schrad.) Mudd.	3			
3		*Physcia aipolia* (Erhr.Ex.Humb.)	2			
4		*Evernia prunastri* (L.) Ach.	35	30	30	10
5		*Evernia furfuracea* Mann	5			
6		*Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm.		70		
7		*Parmelia sulcata* Taylor.	20	55	15	15
8		*Parmelia caperata* (L.) Ach.			10	

9	III	*Physcia grisea* (Lam.) Poelt.	10			
10		*Physcia stellaris* (L.) Nyl.				30
11		*Ramalina Roesleri* (Hochst.)		10		
12		*Parmelia acetabulum* (Neck.)		7		
13		*Parmelia olivacea* (L.) Ach.	1		1	
14		*Parmelia verruculifera* Nyl.	8			
15		*Hypogymnia physoides* (L.) Nyl.	3			40
16	IV	*Physcia ascendens* (Fr.)	15			
17		*Lecidella glomerulosa* Stend.	3			
18		*Physcia hispida* (Scop.)	80			40
19		*Xanthoria candelaria* (L.)	3			
20	V	*Lepraria aeruginosa* (Sm.)	7	3	7	
21		*Xanthoria parietina* (L.)	3			20
Total specii studiate			**17**	**6**	**5**	**6**

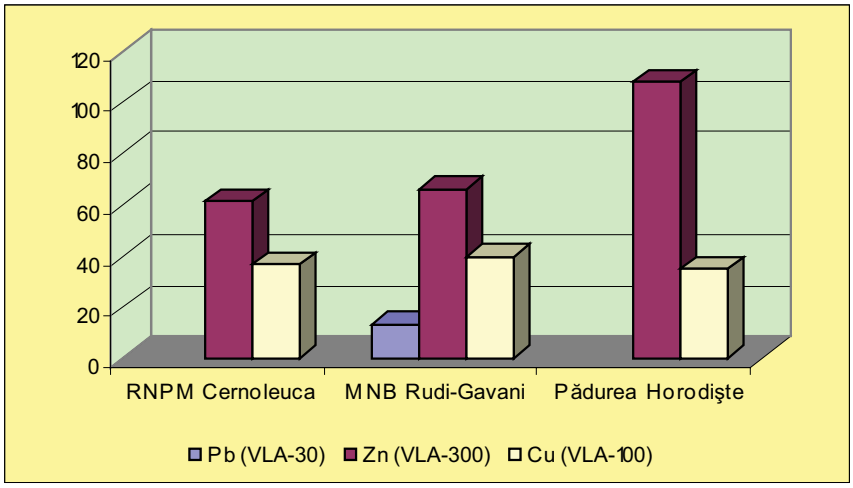


Figura 3. Conţinutul Pb, Zn, Cu (mg/kg s.u.) în stratul de sol 0 -10 cm

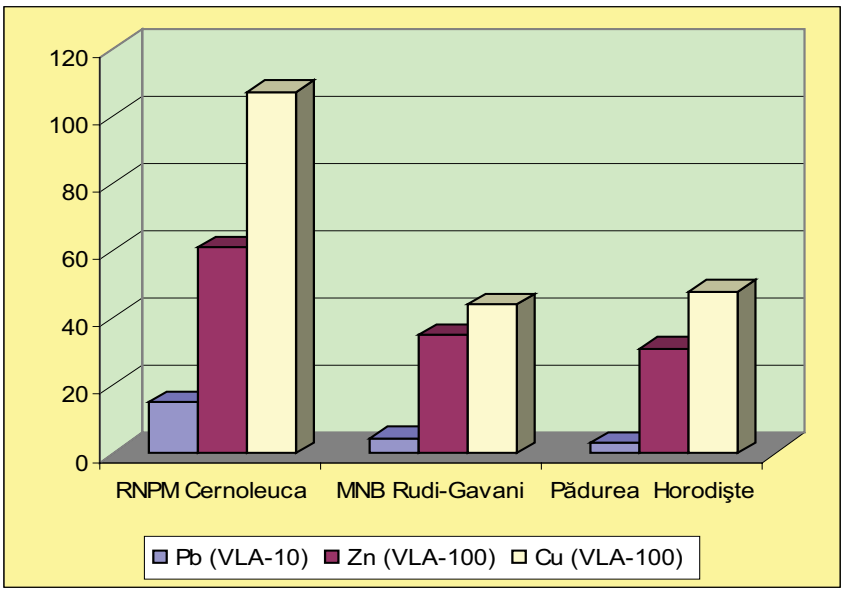


Figura 4. Conţinutul Pb, Zn, Cu (mg/kg s.u.) în litieră

cantitatea de NO_x adusă în zona de cercetare cu precipitaţiile, constituie 6,8, iar cea de SO_2 - 6,5 kg/ha.

Monitoringul biologic pasiv, realizat în baza lichenoindicaţiei, a pus în evidenţă calitatea aerului privind conţinutul de SO_2. Dintre ecosistemele cercetate cea mai mare diversitate de specii de licheni a fost înregistrată în RNPM Cernoleuca (17 specii). În celelalte arii numărul speciilor este mult mai mic (5 - 6).

Unele specii se caracterizează şi printr-o abundenţă mare, ceea ce joacă un rol determinant în stabilirea calităţii aerului. De exemplu, speciile cu gradul II de toxitoleranţă: *Cladonia pyxidata* şi *Parmelia sulcata,* în pădurea Donduşeni, acoperă circa 55 şi respectiv 70% din tulpina arborelui gazdă, iar *Evernia prunastri* înregistrează o abundenţă de 35% în RNPM Cernoleuca şi 30% în pădurile Donduşeni şi Horodişte. De asemenea, şi specia nitrofilă *Physcia hispida* dispune de un grad mare de acoperire al substratului, constituind 80% în RNPM Cernoleuca şi 40% în RP Rudi-Arioneşti (tabelul 1).

Analiza calităţii aerului în baza particularităţilor lichenilor: diversitate, grad de acoperire, toxitoleranţă, exprimate prin Gradaţii de Evaluare a Calităţii Aerului (GECA), plasează ecosistemele studiate în categoria celor cu *aer moderat poluat*, care presupune că, conţinutul de SO_2 constituie 0,1 – 0,2 mg/m^3 aer. Excepţie face pădurea Donduşeni, unde aerul este *slab poluat* cu SO_2 (0,05 – 0,1 mg/m^3 aer). Această situaţie este determinată atât de condiţiile fizico-geografice din zona de cercetare (altitudine, expoziţie, direcţia vântului) cât şi de distanţa de amplasare a obiectelor de la sursele de poluare.

Conţinutul metalelor grele în solul ecosistemelor cercetate nu depăşeşte valoarea limitelor admisibile (VLA), însă în litiera din RNPM Cernoleuca valorile Cu şi Pb depăşesc limitele VLA (figurile 3, 4). Aceasta

Tabelul 2

CARACTERISTICILE SPECIILOR DOMINANTE DE ARBORI

Nr. crt	Denumirea	Specia dominantă	Ponderea, %	Diametru, cm	Vârsta, ani	Înălțimea, m
1	RP Rudi-Arionești	ST	56,4	26-52	30-130	19-30
		GO	22	26-42	40-130	18-25
2	MNB Rudi-Gavan	ST	3,1	26-46	30-120	20-25
		GO	93,8	25-45	40-120	18-25
3	RNPM Cernoleuca	ST	94,8	44-60	30-180	19-30

ne atenționează asupra unei poluări eventuale a RNPM Cernoleuca cu Cu şi mai cu seamă cu Pb. În litiera celorlalte obiecte nu au fost depistate depăşiri ale VLA [24] de către elementele înregistrate. Considerăm că valorile majorate ale Cu şi Pb, înregistrate în litiera din RNPM Cernoleuca, sunt atât de provenienţă locală (în imediata apropiere a rezervației fiind amplasate câmpuri cu culturi agricole), cât şi de provenienţă transfrontalieră (amonte de regiunea de amplasare a obiectului în studiu, pe fluviul Nistru, aflându-se în funcțiune hidrocentrala de la Novodnestrovsc).

Diversitatea biologică. Cercetările privind starea ecologică a elementelor specifice ale ANPS (starea arboretului, florei şi faunei) au stabilit că majoritatea obiectelor cercetate se află într-o stare satisfăcătoare, cu unele excepții: în RNPM Cenoleuca se efectuau lucrări de tăiere a arborilor, afectând resursele de plante medicinale prin depozitarea buştenilor şi transportarea lor cu tehnică de mare tonaj. Pădurea din satul Horodişte, dimpotrivă, se caracterizează printr-o stare luxuriană. În toate obiectele forestiere studiate starea sanitară a arboretului este bună, deoarece în zona de cercetare au fost aplicate măsuri planificate de combatere a bolilor şi vătămătorilor. Conform stării elementelor specifice din care sunt constituite, ANPS cercetate corespund categoriilor indicate în Legea privind FANPS, iar pădurea Horodişte prezintă elemente specifice caracteristice categoriei de protecție – Rezervație Naturală Silvică.

Un indicator al stării ecologice a ecosistemului este diversitatea biologică. Analizând structura dendrologică a ariilor cercetate, constatăm că vegetația arboricolă este constituită, preponderent din arborete naturale cu predominarea goruneto – stejăretelor în MNB Rudi-Gavan şi RP Rudi-Arioneşti şi a stejăretului - în MNB Cernoleuca. Arboretul dominant din RP Rudi- Arioneşti include exemplare cu diametrul cuprins între 26 - 52 cm şi înălțimea între 19 - 30 m; în MNB Rudi-Gavan - diametrul 25 - 45 cm şi înălțimea 18 – 25 m şi în RNPM Cernoleuca cu diametrul 44 - 60 cm şi înălțimea 19 - 30 m. Impresionantă este şi vârsta unor exemplare, care atinge 120, 130 şi 180 ani (tabelul 2). În acest sens, managementul dirijat al ariilor cercetate va contribui la păstrarea arboretelor naturale şi protejarea exemplarelor de arbori seculari.

Tipul arboretului şi condițiile fizi-

Tabelul 3

EFECTIVUL SPECIILOR DE FLORĂ ŞI FAUNĂ

Nr. d/o	Indicii	Ecosisteme				
		RP Rudi -Arioneşti	MNB Rudi-Gavan	RNPM Cernoleuca	Pădurea Horodişte	Pădurea Donduşeni
Specii de floră						
1	Specii comune/ Specii indicatoare	84/6	71/6	34/17	36/5	17/6
2	Specii rare/ Specii CRRM	59/14	56/15	12/1	16/2	6/0
Specii de faună						
1	Specii comune/ Specii indicatoare	58/3	56/3	54/2	42/0	23/0
2	Specii rare/ Specii CRRM	46/11	48/7	37/2	39/1	21/0

co-geografice ale regiunii de amplasare a obiectelor cercetate determină atât efectivul, cât şi diversitatea vegetaţiei ierboase şi a speciilor de faună din ele. Evidenţa speciilor comune, dar mai ales a celor ameninţate şi bioindicatoare (tabelul 3), ne demonstrează prezenţa condiţiilor favorabile pentru conservarea unei diversităţi mari de specii de floră şi faună în ariile cercetate.

Din rezultatele obţinute stabilim că cele mai bogate în specii de floră şi faună sunt RP Rudi-Arioneşti şi MNB Rudi-Gavan, unde au fost înregistrate respectiv 84 şi 71 specii de floră şi 59 şi 56 specii de faună. Aceasta se explică prin faptul că RP Rudi-Arioneşti are o suprafaţă mai mare şi împreună cu MNB Rudi-Gavan sunt amplasate pe un relief foarte variat. Mai mult decât atât, ele sunt parte componentă a Zonei Ramsar - Unguri Holoşnita şi servesc drept habitate favorabile pentru multe specii higrofite.

Stabilirea gradului de raritate şi a stării de periclitate ale speciilor înregistrate scoate în evidenţă valoarea lor. Studiile denotă că obiectele cercetate servesc drept habitate favorabile pentru multe specii rare, ocrotite la nivel naţional, regional şi internaţional. O pondere mai mare a acestora a fost înregistrată, de asemenea, în RP Rudi-Arioneşti şi MNB Rudi-Gavan. De rând cu speciile ocrotite prin CRRM, aici a fost înregistrat un număr semnificativ de specii incluse în CRR, CRU şi anexele Convenţiilor de Mediu (figurile 5, 6). Deşi nu este arie protejată, pădurea Horodişte se caracterizează din acest punct de vedere printr-un potenţial bogat de specii valoroase. Aici au fost înregistrate 12 specii de plante rare şi 7 specii de animale rare cu diferit statut de protecţie.

Studiul abundenţei şi a gradului de acoperire al substratului demonstrează că în câteva arii studiate se înregistrează *exemplare puţine* şi *puţin numeroase* de *Galanthus nivalis, Veratrum nigrum, Convallaria majalis*, *Primula veris şi Pulmonaria officinalis* cu un grad de acoperire al substratului între 10 – 25% şi 25 – 50%.

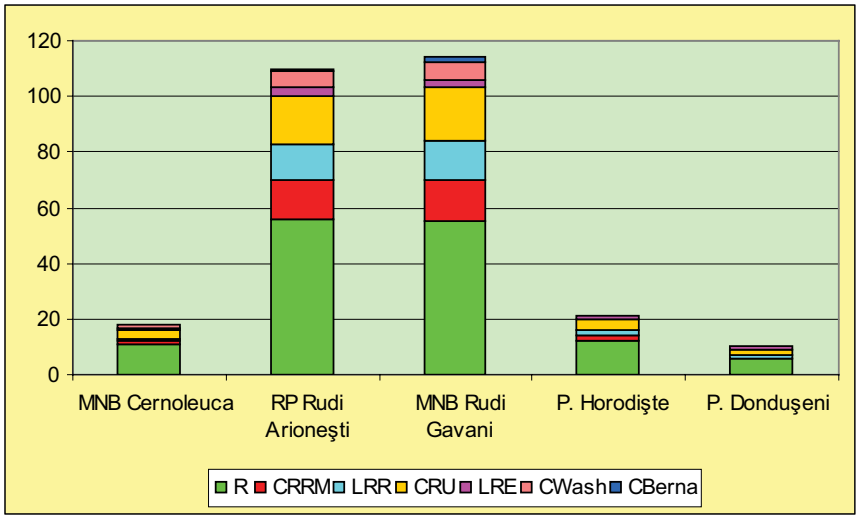


Figura 5. Ponderea speciilor de plante cu diferit statut de protecţie, înregistrate în ariile cercetate

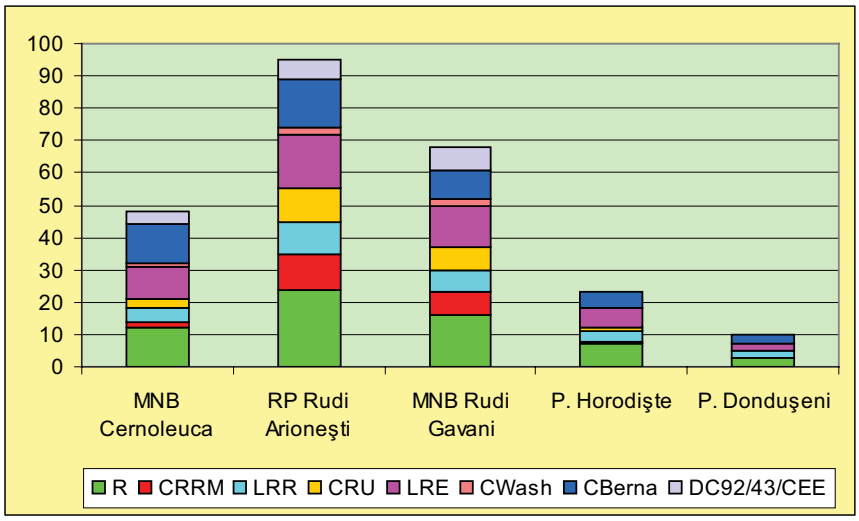


Figura 6. Ponderea speciilor de animale cu diferit statut de protecţie, înregistrate în ariile cercetate

În MNB Rudi-Gavan au fost înregistrate parcele *cu numeroase exemplare* de *Convallaria majalis* (gradul de acoperire 50-75%). Totuşi, în majoritatea obiectelor studiate se înregistrează *foarte puţine exemplare* de specii rare cu un grad de acoperire al substratului mai mic de 10% (tabelul 4).

Valoarea unor specii rare înregistrate constă şi în sensibilitatea lor la anumiţi poluanţi. Printre acestea, de rând cu lichenii, sunt şi moluştele, utilizate în calitate de bioindicatori. În Republica Moldova, în calitate de bioindicatori, pot fi utilizate cu succes speciile comune de gastropode calcifile *Helix pomatia* şi *Cepaea vindobonesis,* înregistrate frecvent în sectoarele forestiere şi petrofite [14]. Specia *Helix pomatia* a fost înregistrată de către noi în majoritatea obiectelor forestiere cercetate, cu o abundenţă deosebită în RP Rudi Arioneşti, unde pe pantele abrupte, ce formează peisajul rezervaţiei, a fost înregistrată şi specia *Cepaea vindobonesis*. Ţinând cont de faptul că specia *Helix pomatia* preferă habitate forestiere amplasate de-a lungul râurilor, cu substrat calcaros, umiditate sporită şi temperaturi nu prea înalte, RP Rudi-Arioneşti, întrunind aceste condiţii, serveşte drept habitat favorabil pentru această specie, în-

Tabelul 4

ABUNDENȚA (GRADUL DE ACOPERIRE AL SUBSTRATULUI) SPECIILOR VALOROASE

Nr. crt.	Denumirea speciei	Statutul de protecție	Ecosistemele forestiere şi gradul de acoperire al substratului, %				
			RNPM Cernoleuca	RP Rudi - Arioneşti	MNB Rudi-Gavan	Pădurea Horodişte	Pădurea Donduşeni
1	*Galanthus nivalis* L.	CRRM, VU; LRR, CRU, CWash.		25-50	10-25		
2	*Hepatica nobilis* Mill.	CRRM,VU		<10	<10		
3	*Nectaroscordum bulgaricum* Janca	CRRM, VU, CRU				<10	
4	*Crocus reticulatus* Stev. Ex. Adams	R, LRR, CRU			<10	<10	
5	*Lilium martagon* (L.)	CRU, LRE	<10			<10	<10
6	*Veratrum nigrum* L.	R, LRR	<10			10-25	<10
7	*Staphylea pinnata* L.	R, CRU			<10		
8	*Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. fil.	R, CRU			<10		
9	*Convallaria majalis* L.	R	<10	25-50	50-75	<10	<10
10	*Primula veris* L.	R	25-50			10-25	25-50
11	*Iris hungarica* Waldst. et Kit.	R, CRU					<10
12	*Pulmonaria officinalis* L.	R	10-25	10-25	<10	10-25	<10
13	*Asparagus tenuifolius* Lam.	R	<10	<10		<10	
14	*Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm.	CRRM, EN		<10			
15	*Dryopteris filix mas* (L.) Schott	R				<10	
16	*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.	R			<10		
17	*Asplenium trichomanes* L.	R		<10			

Legendă: <10% - exemplare foarte puține; 10-25% - exemplare puține; 25-50% - exemplare puțin numeroase; 50- 75% - exemplare numeroase; 75-100% - exemplare foarte numeroase.

R – specie rară pe teritoriul țării; CRRM – Cartea Roşie a Republicii Moldova; VU – specie vulnerabilă; EN – specie periclitată; LRR - Lista Roşie a României; CRU – Cartea Roşie a Ukrainei; LRE - Lista Roşie a Europei; CWash. - Convenția de la Washington.

registrată cu o abundență cuprinsă între 10 – 25%.

Toate acestea denotă importanța ariilor cercetate pentru conservarea diversității biologice şi impune fortificarea măsurilor de protecție a suprafețelor respective.

De rând cu speciile menționate deja în literatura de specialitate, în obiectele cercetate au fost identificate 5 specii de plante rare, care anterior nu au fost menționate. Acestea sunt: ghiocelul nival (*Galanthus nivalis*) şi popâlnicul (*Hepatica nobilis*), înregistrate în ariile protejate RP Rudi-Arioneşti şi MNB Rudi-Gavan, feriga de stâncă (*Cystopteris fragilis*) şi şofrănelul (*Crocus reticulatus*) - în MNB Rudi-Gavan şi ceapă bulgărească (*Nectaroscordum bulgaricum*) - în pădurea Horodişte. Pădurea Horodişte este un habitat favorabil şi pentru specia clocoței (*Clematis integrifolia*). Această specie nu se întâlneşte frecvent pe teritoriul țării, de aceea necesită a fi inclusă în lista speciilor rare, iar pădurea Horodişte, unde creşte şi se dezvoltă *Clematis integrifolia*, să fie declarată loc de conservare a speciei.

CONCLUZII

1. Ariile cercetate sunt supuse predominant poluării transfrontaliere aeriene cu SO_2 şi NOx din partea de nord-vest. Conținutul metalelor grele în sol şi litieră nu depăşeşte VLA (excepție litiera MNB Cernoleuca, care atestă tendințe de acumulare a Pb şi Cu).
2. Lichenoindicația denotă o *poluare slabă* a aerului cu SO_2, în Pădurea Donduşeni, şi o *poluare moderată* în RP Rudi-Arioneşti, MNB Rudi-Gavan, RNPM Cernoleuca.
3. În ariile cercetate au fost

înregistrate 8 habitate noi pentru 5 specii de plante rare.

4. Rezultatele cercetărilor vor sta la baza completării Paşapoartelor ecologice, care vor servi drept documente ştiinţifice la realizarea managementului ANPS de către deţinătorii funciari.

5. Elementele biotice valoroase ale pădurii Horodişte servesc ca argument ştiinţific pentru constituirea RNS Horodişte cu extinderea ulterioară a FANPS.

BIBLIOGRAFIE

1. Begu A. Ecobioindicaţia: premise şi aplicare. Edit. "Digital Hardware" SRL. Chişinău, 2011. 166 p.

2. Begu A., David A., Liogchii N. ş. a. Starea mediului şi patrimoniul natural al bazinului Dunării (în limitele Republicii Moldova). // Noosfera. Chişinău, 2012. 300 p.

3. Botnariuc N., Tatole Victoria. Cartea Roşie a vertebratelor din România. (Eds.). Edit. Curtea Veche, Trading S.R.L. Bucureşti, 2005. 260 p.

4. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Ediţia a III-a. Edit. Spriunger-Verlag. Wien-New York, 1964. 865 p.

5. Brega V., Begu A., Liogchii N., Bobeică V. Emisiile acide, depoziţia şi încărcăturile critice ale N şi S pentru ecosistemele bazinului râului Prut. În Environment & Progress. Vol. 12. Edit. EFES. Cluj-Napoca, 2008. p. 57 - 65.

6. Cartea Roşie a Republicii Moldova. Ediţia a II-a. Edit. Ştiinţa. Chişinău, 2002. 288 p.

7. Cartea Roşie a Ucrainei. Lumea animală. Edit. Globalconsalting. Kiev, 2009. 600 p.

8. Cartea Roşie a Ucrainei. Lumea vegetală. Edit. Globalconsalting. Kiev, 2009. 900 p.

9. Evidenţele statistice. Anuarul IES – 2010. Tipogr. "Sirius" SRL. Chişinău, 2011. 232 p.

10. Gheideman T. Opredeliteli vâsshih rastenii Moldavscoi SSR. Edit. Ştiinţa. Chişinău, 1975. 636 p.

11. Grosu Al. V. Gastropoda României. Vol. 1. Subclasa Prosobranchia şi Opistobranchia. Edit. Litera. Bucureşti, 1986. 525 p.

12. Ivan D., Doniţă N. Metode practice pentru studiul ecologic şi geografic al vegetaţiei. Centrul de multiplicare al Universităţii din Bucureşti. Bucureşti, 1975. 47 p.

13. Legea privind fondul ariilor naturale protejate de stat. În Monitorul Oficial al Republicii Moldova nr. 66-68/442 din 16.07.1998.

14. Liogchii N. Utilizarea moluştelor în monitorizarea poluării cu metale grele a unor ecosisteme reprezentative. Біосистеми різних рівнів організації в технологіях сучасного Екомоніторингу. Edit. Universităţii. Cernăuţ, 2008. p. 129 – 134.

15. Metodica rasciota conţentraţii v atmosfernom vozduhe vrednâh veshcestv, soderjashcihsea v vâbrosah predpriatii. OND-86. Gidrometizdat. Leningrad, 1987. 60 p.

16. Metodica vipolnenia izmerenii massovoi doli metallov i oxidov metallov v poroshcovih probah pociv metodom rentghenofluorescentnogo analiza. (M-049-П/02) ООО НПО „SPECTRON". S-Petersburg, 2002. 16 p.

17. Negru A. Determinator de plante din flora Republicii Moldova. Edit. Universul. Chişinău, 2007. 391 p.

18. Negru A., Şabanov G., Cantemir V. Plante rare din flora spontană a Republicii Moldova. Edit. CE USM. Chişinău, 2002. 198 p.

19. Oltean M., Negrean G., Popescu A. Red List of higher plants in Romania. Studies, synthesis, documentation of ecology. Edit. Academiei. Bucureşti, 1994. 1 (52). 198 p.

20. Postolache Gh. Vegetaţia Republicii Moldova. Edit. Ştiinţa. Chişinău, 1995. 340 p.

21. Transboundary Acidifying Air Pollution in Europe, EMEP, Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of Air pollutants in Europe. MSC-W Status Report. Numerical Agendum. Part 2. 1998.

22. Ursu A. Regionarea pedogeografică. În Solurile Moldovei. Vol. 7. Edit. Ştiinţa. Chişinău, 2011. p. 195-216.

23. Vie J-C., Hilton-Taylor C., Stuart S. N. (eds.) Wildlife in a changing World – An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Gland, Switzerland: IUCN. 2009. 180 p.

24. Кирилюк В. П. Микроелементы в компонентах биосферы Молдовы. Edit. Pontos. Chişinău, 2006, 156 p.

PARTICULARITĂŢILE ECOLOGICE ALE SPECIEI INVAZIVE *LEPOMIS GIBBOSUS (LINNAEUS, 1758)* ÎN LIMITELE REPUBLICII MOLDOVA

Dr. **Dumitru BULAT,** dr. **Denis BULAT,** acad. **Ion TODERAŞ,**
dr. **hab. Marin USATÎI,** dr. **Nina FULGA,** dr. **Dorin DUMBRĂVEANU*,** dr. **Vadim RUSU***
Institutul de Zoologie al AŞM
*Universitatea de Stat din Moldova

Prezentat la 18 iulie 2014

Abstract: *Present paper is dedicated to pumpkinseed - Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) *invasive fish species wich is hard influenced by ictyocenotic succession character, in condition of Republic of Moldova. It was revealed that in spite of stagnophilous preference and developed territorial instict, the flash flood from lotic ecosystem play an important role in species expansion process. Also, it was found that the species demonstrate a hight idioadaptive potential in different levels of organisation and vital function.*

INTRODUCERE

Soretele - *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) este una dintre cele patru specii invazive de peşti de pe teritoriul Republicii Moldova (pe lângă *murgoiul bălţat - Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846)*, guvidul somnoros - Perccottus glenii* Dybowski, 1877 *şi carasul argintiu - Carassius gibelio* (Bloch, 1782)), care s-a naturalizat cu succes şi a atins în unele ecosisteme acvatice valori periculoase pentru funcţionalitatea şi diversitatea ihtiocenozelor locale [9].

Această specie aparţine familiei *Centrarchidae* şi este originară din America de Nord, bazinul superior al fluviului Mississippi [1, 8, 16, 17, 28, 29, 35, 37, 38]. Denumirea genului se referă la opercule scvamoase caracteristice reprezentanţilor săi, iar numele specific se atribuie la forma gheboasă, asemănătoare lunii pline, pe care o are corpul acestor peşti.

În multe ţări europene *soretele* a fost importat prin anii, 80 ai secolului al XIX-lea, în principal ca peşte ornamental pentru iubitorii de acvarii. După Freyhoff (2003), Germania este pionierul recipient al importului acestui peşte, care, prin intermediul proprietarului de heleşteie Max von Dem Morne, în anul 1882 a adus direct din SUA mai multe specii de peşti în scop ornamental (printre care era şi *soretele*). După Bănărescu (1970), specia a fost introdusă în Germania în 1891 la Berneuchen, iar de aici s-a răspândit pe cale naturală, fiind observată în 1903 în cursul superior al Rinului şi în afluentul acestuia Main [1].

Figura 1. Exteriorul deosebit al *soretelui* îl face un obiect atractiv în acvaristică

Din Germania prin Rin, Oder şi Dunăre *soretele* s-a extins spre răsăritul Europei. În Spania, Italia, Belgia, Olanda specia a fost introdusă în mod deliberat direct din SUA „pentru îmbogăţirea stocurilor naturale şi ca hrană pentru alţi prădători" (Miruna Iacob, 2008). În anul 2002, specia a fost identificată în Danemarka (Jensen 2002), iar în 2005 a ajuns deja în apele interioare ale Norvegiei (Sterud and Jørgensen 2006) [21].

În Republica Moldova, în timpul viiturilor puternice *soretele* din Dunăre a pătruns în r. Prut şi aflu-

enții săi, lacurile şi bălțile adiacente (lacul Brateş, Beleu, bălțile Manta, lacul Cahul etc.), iar din deltă, prin intermediul zonelor de litoral mai puțin sărate, s-a extins în toată regiunea de Nord-Vest a bazinului Mării Negre (inclusiv fl. Nistru) [32]. În prezent se constată expansiunea sa şi în partea de Nord-Est a bazinului pontic [27, 41].

La accelerarea procesului de expansie şi invazie a speciei în noile teritorii, au contribuit, de asemenea, pescarii şi piscicultorii. Fiind un peşte cu colorit frumos (figura 1), a fost menținut deseori în acvarii, apoi eliberat în natură, şi de multe ori în alte locuri de unde a fost capturat. De asemenea, prin intermediul schimbului de material piscicol între diverse crescătorii piscicole, larvele şi puietul au pătruns accidental în alte lacuri de acumulare, şi iminent în rețeaua râurilor mici din țară (mai ales în părțile de Sud şi Centrală ale țării, unde este prezent pretutindeni) [9, 16, 31].

MATERIALE ŞI METODE

Materialul ihtiologic a fost colectat pe parcursul anilor 2006-2013 în diferite ecosisteme acvatice naturale şi antropizate din Republica Moldova (fl. Nistru, r. Prut, lacurile şi bălțile naturale Beleu şi Manta, lacurile de acumulare Taraclia, Congaz, Dănceni ş.a., lacul refrigerent Cuciurgan, râurile mici Ialpug, Cahul, Cogâlnic, Sărata, Lunguța). Speciile de peşti au fost colectate cu ajutorul plaselor staționare (dimensiunile laturii ochiului 15 mm × 15 mm - 35 mm × 35 mm) şi năvodului pentru puiet (l = 6 m şi 20 m). Pentru studiul de laborator, o parte s-a fixat în soluție de formol de 4%. Analiza materialului ihtiologic s-a efectuat prin utilizarea metodelor clasice ecologice şi ihtiologice [1, 17, 19, 36]. Pentru investigațiile histologice, probele de ovare s-au fixat în soluția Bowen, ulterior s-au prelucrat conform metodelor histologice clasice unanim recunoscute [30, 39, 40].

REZULTATE ŞI DISCUȚII

Până nu demult această specie era semnalată doar în ecosistemele Prutului Inferior şi limanul Nistrean, în albia Nistrului n-a fost identificată [22, 26]. Investigațiile recente au demonstrat că *soretele* s-a răspândit pe tot sectorul inferior al fluviului Nistru şi r. Prut, despărțindu-l de lacurile de acumulare Dubăsari şi Costeşti-Stânca doar câțiva metri de grosime a barajului. Unii pescari susțin că l-au semnalat şi în aceste lacuri mari, însă informația nu este confirmată. Lângă s. Branişte (aval de barajul Costeşti-Stânca), în unele zone inundate ale luncii Prutului, specia formează populații relativ izolate, având un efectiv deosebit de numeros.

În unele ecosisteme antropizate cum este Cuciugan, această specie a devenit multidominantă. Abundența relativă în capturile cu plasele staționare cu Ø 20-35 mm adesea depăşeşte valoarea de 80 %, iar efectivul exagerat a cauzat daune esențiale unor specii autohtone de peşti ca: *bibanul, roşioara, babuşca, platica, linul, ghiborțul comun, avatul, şalăul ş.a.,* diminuând rata de supraviețuire a progeniturilor şi iminent mărimea stocurilor piscicole.

În comparație cu alte specii invazive din Republica Moldova *soretele* se caracterizează printr-un comportament teritorialist bine dezvoltat, migrând rar pe distanțe mari. De aceea, de la prima semnalare a speciei în aria Republicii Moldova (încep. sec. XX) şi până în prezent suprafața de răspândire s-a majorat nesemnificativ (în special localizându-se în raioanele de Sud şi Centrale ale țării), frecvența de întâlnire şi abundența variind în limite mari de la un ecosistem la altul, preferând apele puțin adânci, bine însorite, încălzite şi bogate în vegetație acvatică. În lacuri şi bălți se localizează în părțile cu apă înceată, coturi, brațe laterale etc. De asemenea, repartiția temporară a speciei diferă mult de la un anotimp la altul. De obicei, în albia Prutului şi Nistrului, inferior specia este mai des semnalată în perioada viiturilor mari de primăvară şi vară, când indivizii migrează în căutarea locurilor prielnice pentru înmulțire, în celelalte perioade ale anului este un reprezentant rar al faunei piscicole lotice.

În ecosistemele mari şi antropic neafectate intruşii de *sorete* (şi al altor specii alogene de talie mică şi medie) sunt marginalizați de o complexitate de factori limitativi: ca numărul şi diversitatea mare de prădători, concurența trofică accentuată, nişe spațiale bine delimitate ş.a., iar, grație inundațiilor, nimerind în medii fertile, ferite de duşmani şi concurenți, provoacă, conform *strategiilor de tipul r*, adevărate explozii numerice, viiturile ulterioare servind ca mijloc pasiv de desiminare a progeniturilor abundente [2].

În aceste condiții strategia supermației numerice şi dispersiei saltative cu ajutorul inundațiilor pe mari suprafețe va asigura continuitatea speciei şi mărirea arealului de răspândire chiar şi în medii cu concurență interspecifică accentuată, precum sunt râurile şi lacurile mari [2, 23, 25].

Aceste strategii adaptive permit speciilor invazive de peşti să reziste în orice ecosisteme şi în orice condiții. Iar în cazul în care dispar orice impedimente (prezente în ecosistemele înalt organizate), aceste specii intră în faza de invazie propriu-zisă, fenomen elocvent în ecosistemele râurilor mici din Republica Moldova şi cele lacustre şi palustre puternic afectate de factorul antropic, ce servesc în prezent ca incubatoare pentru diseminarea de mai departe a progeniturilor numeroase [3, 4, 5, 10, 11, 12].

Analiza şi evaluarea indicelui de abilitate competitivă al acestor patru specii invazive de peşti în ecosistemele acvatice ale Republicii Moldova este detalizat în tabelul 1.

În baza rezultatelor obținute din tabelul 1 se poate constata valori mari ale indicelui de abilitate competitivă pentru aceste patru specii: *murgoiului bălțat - 9,38, guvidul de Amur - 9,16 carasul argintiu - 9,16 şi soretele - 9,16,* demonstrând un potențial invaziv major şi un risc ecologic evident pentru funcționalitatea ecosistemelor acvatice din țară.

Însă, în realitate orice specie invazivă parcurge mai multe faze: de

la cea de pătrundere şi colonizare, urmată de explozii numerice, până la cea de stabilitate şi integrare biocenotică, influiențând vădit caracterul succesional ihtiocenotic. De asemenea, intensitatea invaziei depinde de tipul ecosistemului acvatic şi de presingul antropic exercitat asupra sa. În ecosisemele puternic afectate intensitatea invaziei creşte substanțial (râurile şi lacurile cu albii mici, lacurile şi bălțile naturale etc.).

Dacă e să apreciem dinamica şi intensitatea expansiunii speciilor invazive de peşti pe întreg teritoriul Republicii Moldova, atunci, în prezent, putem constata o fază de stabilitate şi integrare biocenotică a *carasului argintiu, murgoiului bălțat şi soretelui* în ihtiofauna țării (speciile rămânând abundente doar în biotopuri intens afectate de factorul antropic, servind ca indicatori ai condițiilor ecologice deplorabile). Doar *guvidul somnoros* ca reprezentant nou pentru ihtiofauna Republicii Moldova (semnalat în anul 2004) [18], se află în faza de expansie activă şi „explozii" locale de efectiv [11].

Dar cum au reuşit aceste specii să colonizeze atâtea ape continentale şi care sunt strategiile lor idioadaptive de succes ?

Numai acele specii care întrunesc condițiile „universalismului ecologic în condiții instabile de mediu", fiind indiferente sau tolerante la factorii externi de impact, pot deveni numeroase şi chiar atinge în anumite condiții veritabilul efect invaziv [2].

Universalismul ecologic al speciei poate cuprinde un şir de adaptări ecologice avansate şi

Tabelul 1

PARTICULARITĂȚILE BIOLOGICE NECESARE PENTRU ESTIMAREA INDICELUI DE ABILITATE COMPETITIVĂ A SPECIILOR INVAZIVE DE PEŞTI DIN REPUBLICA MOLDOVA

Caractere biologice		*Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)	*Perccottus glenii* Dybowski, 1877	*Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846)	*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)
Caractere reproductive	Maturitate sexuală timpurie	+	+	+	+
	Moduri şi forme specifice, dar oportune de reproducere	+	+	+	+
	Depunerea pontei în mai multe rate	+	+	+	+
	Plasticitatea la substratul de reproducere	+	+	+	+
	Metabolism generativ intens şi prolificitate înaltă	+	+	+	+
Caractere legate de structura populațiilor	Raportul dintre sexe în favoarea femelelor	+	+	+	+
	Structura de vârsta echilibrată	+	+	+	+
	Structura spațială de grup (specii gregare)	-	-	+	+
Caractere etologice	Mimicria şi alte strategii etologice de succes	-	+	-	-
	Grija față de progenituri şi rata lor mare de supraviețuire	+	+	+	-
Caractere demografice	Areal de răspândire larg cu tendință de majorare rapidă	+	+	+	+
	Abundența mare şi creştere numerică rapidă	+	+	+	+
	Frecvența mare şi potențial înalt de răspândire	-	-	+	+
Caractere trofice	Spectru trofic larg şi abilitate competitivă înaltă	+	+	+	+
	Consumarea bazei furajere indisponibile pentru alți hidrobionți	+	-	-	-
	Accesibilitate mică pentru răpitori şi paraziți	+	-	-	+
Caractere legate de factorii abiotici şi antropici	Eurioxifilia	+	+	+	+
	Euritermia	+	+	+	+
	Însuşiri mixohaline	+	+	+	+
	Rezistența la poluări antropice persistente	-	+	+	+
	Potențial hidrobiotopic înalt	+	+	+	+
Alte caractere ecobiologice	Variabilitatea genotipică şi fenotipică accentuată	+	+	+	+
	Ciclu vital scurt şi ritm de creştere rapid	+	+	+	+
	Ponderea mică de extragere prin pescuit	+	+	+	-
	Flexibilitatea în aplicarea strategiilor de tip r şi k sau r	+	+	+	+

progresive evolutiv, dar necesare pentru mobilizarea rapidă a taxonului - spre conservare (în condiţii instabile şi austere de mediu), sau - spre emancipare (ca prerogativă la atingerea suprermaţiei numerice în medii favorabile, lipsite de concurenţi şi duşmani).

Strategiile idioadaptive ale *soretelui* se manifestă la diferite niveluri de organizare sistemică, reflectându-se asupra diverselor funcţii vitale.

Din categoria strategiilor idioadaptive de ordin reproductiv oportune în condiţiile Republicii Moldova, se poate menţiona, în primul rând, polifilia, reproducerea anuală multiplă, prolificitatea înaltă şi vârsta precoce de atingere a maturităţii sexuale.

Perioada de reproducere a *soretelui* în condiţiile Republicii Moldova începe în a treia decadă a lunii Mai, la o temperatură minimă de 20°C şi continuă până în iulie – începutul lui august. S-a constatat că în lacul Cuciurgan primele depun ponta femelele mai mature (cu vârsta de la 5 ani în sus), ceea ce se confirmă prin prezenţa membranelor foliculare deja pustii, ovocitelor din faza vitelogenezei intensive şi a celor în faza incipientă de acumulare a vitelusului şi vacuolizării citoplasmei (Figura 2). Indicele gonadosomatic după prima pontă scade până la valoarea de 11,5±1,12% [42].

După finalizarea proceselor de acumulare a substanţelor de rezervă în ovule, se produc modificări intracelulare rapide legate de depunerea următoarei ponte.

Până la ovulare, celulele sexuale conţin câte o singură picătură de grăsime, masa vitelină omogenizată reprezintă întreg volumul citoplasmatic, epiteliul folicular devine foarte subţire şi puţin se distanţează de membrana gelatinoasă a ovocitului (figura 3).

Dimensiunile celulelor sexuale din faza finală a vitelogenezei ating valorile de 621±0,20 µm. Citoplasma conţine numeroase granule vitelinice de dimensiuni mari, unele se contopesc până la formaţiuni foarte mari. Lângă nucleul ovocitului se formează o singură picătură de grăsime.

Astfel, se poate constata că soretele în condiţiile Republicii Moldova, este o specie cu reproducere porţionată, în perioada reproductivă fiind identificate trei ponte. Perioada îndelungată de reproducere (mai mare de 2 luni) îndeplineşte diverse scopuri strategice specifice - alternările mari ale nivelului apei poate conduce la peirea unei generaţii, dar nu a tuturor, iar intervalul de timp între ponte permite detensionarea concurenţii trofice la progeniturile diferitelor generaţii [20].

De asemenea, este necesar de menţionat vârsta precoce de reproducere a *soretelui* în condiţiile Republicii Moldova. În unele surse de specialitate este indicat că specia se reproduce primar la vârsta de 2 şi chiar 3 ani [1, 35, 44, 45]. Creşterea în condiţii experimentale a *soretelui* de către Lobcenco V. (1966) a demonstrat că specia se poate reproduce primar la vârsta de 1 an, progeniturile la vârsta de o lună ating dimensiunile de 5 mm, la 2 luni - 2,5 cm, iar la 6 luni – până la 6 cm [31, 37]. În lunca Prutului inferior autorii au capturat indivizi ce aveau greutatea de doar 6,2-6,5 g şi care erau deja în stadiul IV de maturizare a ovarelor.

Este foarte captivantă etologia reproducerii la *sorete*, demonstrând un instinct dezvoltat al grijii faţă de urmaşi (urmărit în lacul Cuciurgan). Masculii înaintea reproducerii ocupă suprafeţe mici în zona de litoral (aprox. de 1 m² şi adâncime de până la 60 cm), unde construiesc cuiburi cu ajutorul înotătoarelor codale şi pectorale (pe viitor menţinând „curăţenia" în ele). Femelele se apropie după o zi sau două după ce masculii şi-au stabilit şi amenajat teritoriile. În urma dansului nupţial sunt depuse 200-300 icre [31], după care femela părăseşte cuibul, iar masculul se poate imperechea şi cu alte femele. După eclozarea icrelor (40-50 ore la temperatura apei de 20-24°C), masculul mai are grijă de progenituri timp de 4 zile, după care ele părăsesc cuibul. În timpul îngrijirii cuibului masculul de-

Fig.ura 2. Ovarele femelelor de sorete (lacul refrigerent Cuciurgan) îla vârsta de 5 ani după depunerea primei ponte

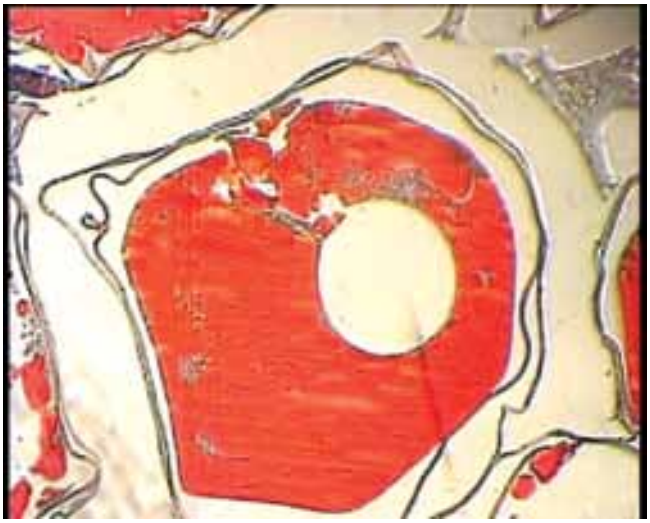


Figura 3. Ovocitele ajung la faza de maturizare completă

vine foarte agresiv cu alți intruşi şi poate ataca indivizi de dimensiuni mult mai mari decât el.

Un alt aspect care a permis speciei o asemenea expansiune este legat tot de biologia reproducerii. Există masculi de talie mică care nu vor îngriji pontele şi puii, dar participă la reproducere fecundând în mod ilicit icrele femelelor seduse de „tăticii gospodari" (Gross, 1979 şi 1982) [16].

Analiza strategiilor idioadaptive legate de nutriția speciei în condițiile Republicii Moldova a pus în evidență unele particularități trofice deosebite. În urma investigațiilor efectuate în diferite ecosisteme acvatice din sudul şi centrul țării, am constatat o plasticitate fenotipică accentuată a speciei cu diferențe mari în ritmul de creştere.

În sectoarele inferioare ale fl. Nistru şi r. Prut *soreții* capturați rar depăşeau lungimea standard de 13,0 cm şi greutatea de 60,0 g, iar în structura de vârstă erau prezente până la 5 clase de vârstă, cu o pondere maximală a grupelor tinere. Însă, în lacul refrigerent Cuciurgan, cu toate că în prezent productivitatea bazei trofice furajere atinge valori nesatisfăcătoare, populația de *sorete* se găseşte într-o stare de optimum ecologic evident. Mai mult decât atât, abundența extrem de mare a speciei a cauzat consecințe negative asupra stării populațiilor altor specii native de peşti ca: *linul, bibanul, şalăul, platica,*ş.a., devorându-le pontele, progeniturile şi sursele furajere caracteristice, afectându-le, în aşa fel, starea efectivelor şi ritmul de creştere. Unii pescari susțin că au capturat indivizi giganți care cu greu încăpeau „doi într-o tigaie", iar noi am identificat indivizi cu greutatea de peste 160 g.

Consecința acestui ritm accelerat de creştere (pe lângă regimul termic mai majorat în comparație cu alte ecosisteme) a fost depistat la eviscerarea indivizilor de *sorete* din grupele medii şi superioare de vârstă (de la trei ani în sus). S-a constatat că *soretele* din lacul Cuciurgan este o specie monofagă, mai precis malacofagă. Gradul de umplere al tractului digestiv în perioada vegetativă corespundea valorilor de 4 şi 5 baluri, ceea ce denotă o intensitate mare de nutriție cu sursă uşor accesibilă şi înalt calorică (figura 4).

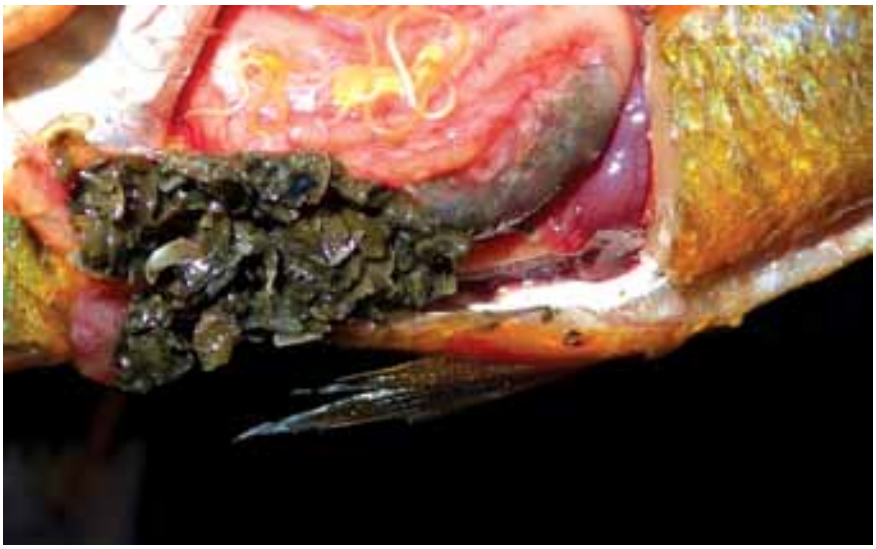


Figura 4. Malacofagia soretelui cu dreissenă în lacul refrigerent Cuciurgan

În aceste condiții suntem martori oculari, când o specie invazivă consumă o altă specie invazivă, *soretele* servind ca meliorator biologic în lupta cu *dreissena*. Însă, cu părere de rău, includerea sa de mai departe în lanțul trofic al ecosistemului este limitată de o complexitate de factori biotici şi antropici (competitivitate trofică înaltă, prezența spinilor şi forma lată a corpului, deficitul de specii ihtiofage de peşti capabile de-al îngera (*ştiuca, somnul*) ş.a.), fiind problematică valorificarea ulterioară a biomasei piscicole aflate în exces.

Fenomenul specializării speciilor polifage la nutriția cu un anumit tip de sursă furajeră este expusă de noi în mai multe lucrări [2, 6, 13, 24], devenind un aspect important al strategiei „universalismului ecologic în condiții instabile de mediu" şi tendinței ecosistemelor „sărăcite în specii" de a-şi menține stabilitatea şi funcționalitatea pe baza diversificării relațiilor la nivel intraspecific.

Malacofagia în cadrul speciilor euritope şi polifage de peşti din Republica Moldova a fost atestată la: *babuşcă, crap, plătică,* ş.a., indivizii acestor populații caracterizându-se printr-un polimorfism ecologic exprimat şi o creştere gravi-dimensională accelerată [6, 13]. De asemenea, malacofagia speciei a cauzat în Spania un impact negativ major asupra populațiilor endemice de moluşte (Garcia-Berthou şi Moreno-Amich, 2000) [16], iar în zona centrală a Ucrainei s-a constatat fitofagia facultativă a indivizilor adulți [34].

În aşa fel, se poate afirma că specia în arealul său de răspândire demonstrează o flexibilitate trofică accentuată, de la o polifagie exprimată (diverse nevertebrate acvatice, icre şi puiet de peşte şi amfibii) până la o stenofagie facultativă (malacofagia, ihtiofagia, fitofagia), care, în funcție de condițiile concrete de mediu, reprezintă o strategie de supraviețuire şi chiar progres ecologic în caz de succes.

După cum am menționat anterior, la *sorete* în funcție de caracteristica condițiilor de mediu, au loc schimbări fenotipice pronunțate. În funcție de tipul ecosistemului acvatic, baza trofică disponibilă, intensitatea concurenței interspecifice ş.a., potențialul de creştere al speciei variază foarte mult. În râurile mici şi alte biotopuri cu suprafețe acvatoriale mici specia atinge valori gravi-dimensionale nesemnificative, dar o abundență mare (mai ales a grupelor tinere de vârstă), pe când în cele mari, dimpotrivă, dimensiunile individuale cresc, iar

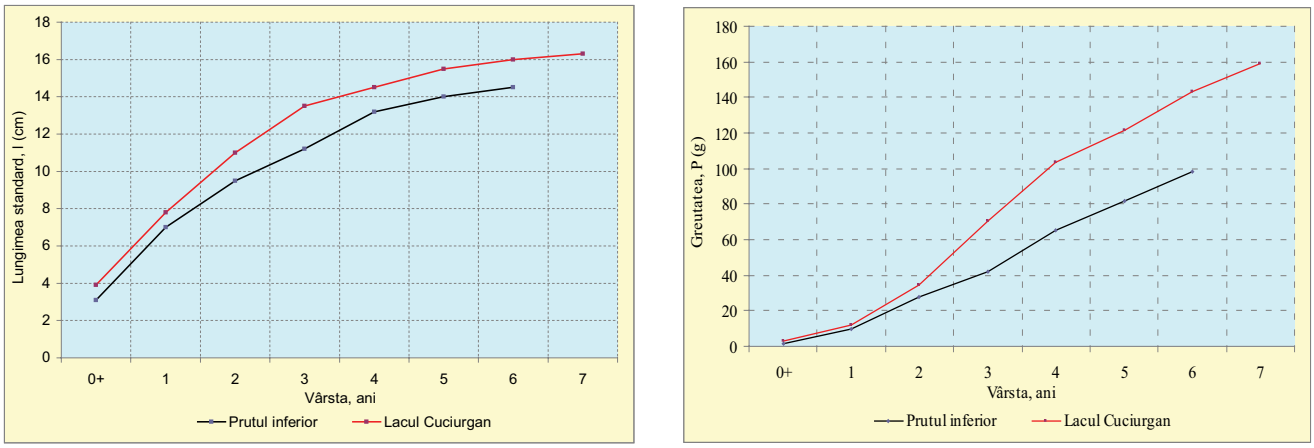


Figura 5. Valorile gravi-dimensionale a femelelor de *sorete* în diferite ecosisteme acvative din Republica Moldova

Figura 6. Intensitatea invaziei *soretelui* cu *Eustrogelides* în lacul Cuciurgan depăşeşte ponderea de 90 %.

efectivul este nesemnificativ, prevalând grupele superioare de vârstă.

Totuşi, în comparaţie cu punctul său de origine (SUA), s-a constatat că potenţialul maxim de creştere în greutate a speciei în Republica Moldova este de aproximativ 50 % (lacul refrigerent Cuciurgan), faţă de locul de origine (în SUA poate atinge max. 630 g [44]) şi de aproximativ 50% în sectoarele inferioare ale fl. Nistru şi r. Prut (max. 70-80 g), faţă de cel maxim semnalat în lacul Cuciurgan, iar în albia râurilor mici din ţară specia rar depăşeşte lungimea medie standard de 10,0 cm şi greutatea 30,0 g (figura 5).

Este necesar de menţionat că chiar în cadrul unui ecosistem există divergenţe mari în ritmul de creştere între indivizii din acelaşi an (din cauza diferenţei de timp între generaţii), între sexe şi între reprezentanţii locali sau cei alohtoni (veniţi cu apele mari). De asemenea, unele investigaţii efectuate în scopul evaluării potenţialului de creştere al *soretelui* în diferite puncte ale arealului nativ (SUA) şi a celui acaparat în mod abuziv [15], părecum şi rezultatele obţinute de către noi, susţin ipoteza precum că speciile invazive aflate în afara arealului nativ de răspândire, dar în condiţii favorabile de trai pot atinge valori gravi-dimensionale nu cu mult mai mici decât în punctele sale de origine, în unele cazuri chiar le pot depăşi vădit (cum ar fi unele ciprinide asiatice ca: *novacul, sângerul şi murgoiul bălţat* în ecosistemele acvatice ale Republicii Moldova [14, 7]).

Specia dispune şi de unele strategii adaptive oportune la nivel populaţional, specificic şi biocenotic. În aşa fel, investigaţiile efectuate în lunca Prutului şi Nistrului Inferior după inundaţiile majore din anii 2008 şi 2010, au scos în evidenţă unele mecanisme specifice de răspândire a speciei, cum ar fi mecanismul dispersiei saltative prin intermediul inundaţiilor. Acest mecanism saltativ de expansie poate conduce la răspândirea speciei pe suprafeţe mari (în timpul viiturilor puternice) şi la creşterea probabilităţii perpetuării ei în timp.

De asemenea, este fenomenală competitivitatea şi mobilitatea trofică a speciei, demonstrând adesea un comportament agresiv şi o selectivitate trofică neexprimată. Graţie formei înalte a corpului şi a radiilor tari şi ascuţite, *soretele* este mai puţin solicitat de speciile ihtiofage de peşti. Poate rezista la un diapazon larg al gradienţilor de mediu, fiind caracterizat ca o specie euritopă, euritermă, eurioxibiontă şi mixohalină (a fost semnalat chiar şi în apele salmastre [27]).

Este fenomenală rezistenţa la diferiţi agenţi patogeni, fără a se atesta o rată mare a mortalităţii şi

disfuncții majore în populațiile puternic afectate de paraziți. În aşa fel, cu toate că gradul de infestare al indivizilor de *sorete* în lacul de acumulare Cucirgan cu *Eustrongylides* depăşeşte ponderea de 90%, populația prosperă în continuare (figura 6).

Este necesar de menționat că consumul peştilor infestați cu *Eustrongylides* poate fi periculos nu doar pentru organismele poicheloterme, dar şi pentru om, provocând eustrongiloza larvară „larva migrans" [33]. De asemenea, soretele serveşte ca vector al unor infecții parazitare non-specifice ihtiofaunei autohtone (Sterud and Jørgensen 2006) [21, 43].

În aşa fel, se poate constata că *Lepomis gibbosus,* în condițiile Republicii Moldova, este o specie generalistă, înalt competitivă şi invazivă, însă ne rămâne să-l cităm pe Ionel-Claudiu Gavriloaie, care susține, şi are perfectă dreptate, că „specia la ora actuală este pe deplin integrată în ecosistemele acvatice din Europa şi nu este posibil şi nici fezabil să urmărim îndepărtarea sa. Însă, este indicat să limităm răspândirea sa în noile habitate"[16].

Cercetările științifice au fost efectuate în cadrul a două proiecte: 11.817.08.13F „Invaziile biologice şi impactul lor asupra diversității, structurii şi funcționării ecosistemelor naturale şi antropizate din Republica Moldova„; MIS ETC 1150 „Centrul pilot de resurse pentru conservarea transfrontalieră a biodiversității r. Prut".

CONCLUZII

1. Soretele în condițiile Republicii Moldova este o specie alogenă invazivă, Care, în funcție de tipul ecosistemelor acvatice şi bunăstrea lor ecologică, poate atinge valori cantitative periculoase sau se poate integra pe deplin în structura ihtiocenozelor locale. Intensitatea expansiei şi gradul de invazie cu *sorete* este mai exprimată în zona de Sud şi cea Centrală a Țării (râurile şi lacurile mici de albie, zonele inundabile a sectoarelor inferioare ale fl. Nistru şi r. Prut, lacul refrigerent Cuciurgan ş.a.).

2. Progresia biologică a speciei, în condițiile Republicii Moldova, se datorează idioadaptărilor oportune la diferite nivele de organizare sistemică. Specia se caracterizează ca una euritopă, euritermă, eurioxibiontă, mixohalină, polifilă, cu reproducere precoce şi porționată, cu grija exprimată față de urmaşi, strategie reproductivă de tipul *r,* flexibilitate între polifagie şi monofagie (malacofagie, ihtiofagie, fitofagie), inaccesibilitate față de prădători ş.a.

3. Strategia universalismului ecologic, caracterului saltativ de expansie (prin intermediul viiturilor mari) şi a reproducerii populaționale de tipul *r*, poate conduce la răspândire speciei pe suprafețe mari şi la perpetuarea ei chiar şi în condiții acerbe de mediu.

BIBLIOGRAFIE

1. Bănărescu P. Fauna R. P. R. vol.XIII. Pisces Osteicthyes. Bucureşti. Ed. Acad. 1964., p. 958.

2. Bulat Dm., Bulat Dn., Toderaș I., Toderaș L., Usatâi M. Succesiunile ihtiocenotice şi strategiile de răspândire ale speciilor invazive de peşti din Republica Moldova în condițiile actuale de mediu. // Mediul Ambiant, 2012, nr. 2(62), p. 27-32.

3. Bulat Denis. Diversitatea ihtiofaunei râului Bâc şi căile de redresare a stării ecologice. /Autoreferat la teza de doctor în stiințe biologice, Chişinău, 2009, 29 p.

4. Bulat Dumitru, Bulat Denis. Sinteza postulatelor ce caracterizează starea ihtiofaunei râurilor mici din Republica Moldova. // Mediul Ambiant, Chşinău, 2011, nr. 4(58), p. 19-29.

5. Bulat Dm., Bulat Dn., Fulg Nina. Studiu preliminar privind starea ihtiofaunei lacului Beleu. Materialele Simpozionului ştiințific internațional Rezervația „Codrii", Ştiința 2011, p. 78-81.

6. Bulat Dumitru. Diversitatea, structura şi starea funcțională a ihtiocenozei lacului de acumulare Vatra (Ghidighici) în condițiile ecologice actuale. / Autoreferat la teza de doctor în stiințe biologice, Chişinău, 2009, 28 p.

7. Bulat Dm., Bulat Dn., Toderaș I., Usatîi M., Toderaș L., Fulga N., Șaptefrați N. Structura şi dinamica ciprinidelor de origine asiatică în condițiile de eutrofizare intensă a ecosistemelor acvatice din R. Moldova. Buletinul Academiei de Ştiințe a Moldovei. Ştiințele vieții. 2012, 2(317), p. 100-117.

8. Cozari T., Usatâi M., Vladimirov M. Seria: Lumea animală a Moldovei. Peşti. Amfibieni. Reptile. vol. II. ed. „Ştiința". Chişinău. 2003. 150 p.

9. Dumitru Bulat, Denis Bulat, Marin Usatîi, Laurența Ungureanu. Speciile alogene de pești din ecosistemele acvatice ale Republicii Moldova. //Mediul Ambiant, Chişinău, 2011, nr. 2(56), p. 24-32

10. Denis Bulat, Dumitru Bulat, Marin Usatîi, Laurența Ungureanu, Ion Croitoru. Influența construcțiilor hidrotehnice în repartizarea spațială a ihtiofaunei de albie a râurilor mici din Republica Moldova (după exemplul r. Cubolta). // Mediul Ambiant, Chşinău, 2010, nr. 5(53), p.-19-30.

11. Denis Bulat, Dumitru Bulat, Marin Usatîi. Ihtiofauna râurilor mici din zona de nord a Republicii Moldova. // Buletinul Academiei de Ştiințe a Moldovei. Ştiințele vieții., Chişinău 2011, nr. 3 (315), p. 95-103.

12. Dumitru Bulat, Denis Bulat, Marin Usatîi. Grupele ecologice de pești din râurile mici ale Republicii Moldova. // Buletinul Academiei de Ştiințe a Moldovei. Ştiințele vieții., Chişinău 2011, nr. 2(314), p. 131-139.

13. Dumitru Bulat, Denis Bulat, Marin Usatîi, Nina Fulga, Vadim Rusu, Ion Croitoru. Variabilitatea fenotipică la unele specii de pești din lacul de acumulare Ghidighici și factorii determinanți. // Buletinul Academiei de Ştiințe a Moldovei. Ştiințele vieții., Chişinău 2010, nr. 3 (312), p. 168 – 177.

14. Dumitru Bulat, Denis Bulat, Marin Usatîi. Dinamica invaziei și ecologia murgoiului-bălțat (Pseudorasbora parva) în ecosistemele acvatice ale Republicii Moldova // Mediul Ambiant, Chşinău 2011, nr 3(57)iunie, p. 23-30

15. Gordon H. Copp, Michael G. Fox, Miroslaw Przybylski, Francisco N. Godinho. Life-time growth of pumpkinseed Lepomis gibbosus

introduced to Europe, relativ to native North American population. Folia Zool. – 53(3): 237-254(2004). http://ekologia.uni.lodz.pl/przybyl3.pdf

16. Ionel C. Gavriloaie şi Irina-Elena Chiş – Despre originea, răspândirea şi situația actuală a speciei - *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) în Europa şi România. Brukenthal. //Acta Musei, I. 3, Sibiu / Hermannstadt, 2006, p. 109-118.

17. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European Freshwater Fishes, ed. Delemont, Switzerland, 2007, 646 p.

18. Moşu A. Invazia în unele ecosisteme acvatice ale Republicii Moldova a peştelui alogen – *Percottus glenii* Dybowski, 1877 (*Perciformes: Odontobutidae*) // Problemele actuale ale protecției şi valorificării durabile a diversității lumii animale: Materialele Conferinței a VI-a a Zoologilor din Republica Moldova cu participare internațională (Chişinău, 18-19 octombrie 2007). Chişinău: S.n., 2007, p. 170-172.

19. Năvodaru I. Estimarea stocurilor de peşti şi pescăriilor. // Ed. Dobrogea, 2008, p. 46-51

20. Nicoliski G.V. Ecologia peştilor. Ed. Academiei Republicii Populare Române. Bucureşti. 1962. 361 p.

21. Przybylski, M., Zięba G. (2011): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – Lepomis gibbosus. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, Date of access x/x/201x.

22. Usatîi M. Evoluția, conservarea şi valorificarea durabilă a diversității ihtiofaunei ecosistemelor acvatice ale Republicii Moldova. // Autoreferat al tezei de doctor habilitat în ştiințe biologice, Chişinău, 2004, 48 p.

23. Булат Дм., Булат Дн. Чужеродные виды рыб в экосистемах Республики Молдовы. Материалы V ихтиологической научно-практической международной конференции, посвященной памяти И. Д. Шнаревича. Чернивецький национальный университет имени Юрия Федьковича, 13-16 сентября, Черновцы 2012, с. 42-45.

24. Булат Дм., Булат Дн, Зубкова Е. Попытка адаптации индекса биотического интегрирования (IBI) для оценки состояния водных экосистем Республики Молдовы. *Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья.* Материалы IV научно-практической Международной конференции, 9-10 ноября, Тирасполь, 2012, с. 45-48.

25. Булат Дм., Булат Дн. Стратегии распространения инвазионных видов рыб в разнотипных экосистемах Республики Молдовы. // Материалы V ихтиологической научно-практической международной конференции, посвященной памяти И. Д. Шнаревича. Черниве цький национальный университет имени Юрия Федьковича, 13-16 сентября, Черновцы 2012, с. 38-42.

26. Грималький В. Л., Биология водоемов бассейна реки Прут // În: Гидробиологические и рыбохозяйственные исследования водоемов Молдавии Вып. 1. Кишинев 1970, с. 3-78

27. Дирипаско О.А., Демченко Н.А., Кулик П.В., Заброда Т.А. Расширение ареала солнечного окуня *Lepomis Gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) на восток Украйны. Вестник Зоологий № 42(3), Киев, 2008. С 269-273.

28. Джозеф С. Нельсон. Рыбы мировой фауны. изд. Либроком. Москва 2009. с. 880.

29. Долгий В.Н. Ихтиофауна бассейнов Днестра и Прута. Кишинев: Штиинца, 1993.- 322 с.

30. Казанский Б.Н. Особенности функционирования яичника и гипофиза у рыб с порционным икрометанием // Тр. Лаб. Основ рыбоводства Л.Ч.2 1949. С. 64-120.

31. Лобченко В.В. Аквариум и его обитатели. Кишинев. изд. «Тимпул», 1987. с. 118-120.

32. Мовчан Ю.В. Рибы Украіни (таксономія, номенклатура, зауваження). Збірник праць Зоологічного музею, 2008-2009, N40, с. 47-86

33. Мошу А. Зараженность рыб бассейна Днестра гельминтами рода Eustrongylides (Nemathelminthes: Dioctophimidae) . Академику Л. С. Бергу – 135 лет: Сборник научных статей. Бендеры: Eco-TIRAS, 2011. с. 409-415.

34. Новицкий Р.А. О натурализаций чужеродных видов животных на Украйне. Актуальные проблемы экологий и природопользования. Сборник научных трудов. Вып. 15. Росийский Университет Дружбы Народов. Москва, 2013. с 113-115.

35. Питер С. Мэйкленд, Кит Линсел. Атлас рыб, Определитель пресноводных видов Европы. Санкт-Петербург. Амфора, 2009. 287 с.

36. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. //В: Пищевая промышленность, Москва 1966, 376 с.

37. Ред. Ганя И. Животный мир Молдавии. Рыба. Земноводные. Пресмыкающиеся. изд. Штиинца. Кишинэу. 1981. с. 27-130

38. Ред. Расса Т. Жизнь животных. том – IV ый. изд. Просвещение. Москва. 1983. с.575.

39. Роскин Г.И., Ливенсон Л.Б. Микроскопическая техника. М. «Советская наука» 1957. 478с.

40. Сакун О.Ф., Буцкая Н.Ф. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. М. «Наука». 1963. С17с.

41. Феденко Е.В., Маренков О.Н. Расселение, пространственное распространение и морфометрическая характеристика солнечного окуня *Lepomis gibbosus* (Centrachidae, Perciformes) Запорожского водохранилища. Российский Журнал биологических Инвазий. № 2, 2013Б с. 51-59.

42. Фулга Н., Крепис О., Булат Дм., Булат Дн., Стругуля О. Биологическая характеристика самок солнечного окуня (*Lepomis gibbosus)* и цитоморфологическое состояние его репродуктивной системы в водоёмах Молдовы. Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы IV научно-практической Международной конференции, 9-10 ноября, Тирасполь 2012, с. 324-326.

43. http://www.aquaticinvasions.net/2006/AI_2006_1_4_Sterud_Jorgensen.pdf

44. http://www.fishbase.org/summary/3372

45. http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/337845.pdf

PROJECTIONS OF CHANGES IN PRODUCTIVITY OF MAJOR AGRICULTURAL CROPS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA ACCORDING TO AN ENSEMBLE FROM 10 GCMS FOR SRES A2, A1B AND B1 EMISSION SCENARIOS IN THE XXI CENTURY

Lilia ŢĂRANU
PhD in Biological Sciences, Senior Consultant in the Area of Adaptation and Vulnerability to Climate Change, Climate Change Office, Ministry of Environment of the Republic of Moldova
#156A, Mitropolit Dosoftei St., Office 37, MD 2004, Chişinău, Republic of Moldova
E-mails: l.taranu@yahoo.com and clima@mediu.gov.md

Prezentat la

Rezumat: *În articol sunt prezentate rezultatele unui studiu dedicat analizei relației dintre valorile temperaturilor şi precipitațiilor medii pe durata perioadei de vegetație şi recolta medie la hectar a principalelor culturi agricole la întreprinderile de toate categoriile din Republica Moldova în perioada 1981-2010. S-a stabilit că productivitatea medie la grâul de toamnă, porumbul pentru boabe, floarea soarelui, sfecla de zahăr şi tutun, în perioada 1981-2010, a corelat semnificativ din punct de vedere statistic cu valorile temperaturilor şi precipitațiilor medii pe durata perioadei de vegetație. Relațiile obținute au fost utilizate pentru estimarea impactului potențial al schimbărilor climatice proiectate de un ansamblu din 10 modele climatice globale impuse de 3 scenarii de emisii ale gazelor cu efect de seră: SRES A2 (înalte), A1B (medii) şi B1 (reduse), asupra recoltelor anticipate ale principalelor culturi agricole pentru trei perioade distincte de timp: 2010-2039, 2040-2069 şi 2070-2099. În conformitate cu rezultatele obținute, în lipsa măsurilor de adaptare la schimbarea climei, către sfârşitul secolului XXI (perioada temporală 2070-2099), în Republica Moldova se anticipează o reducere semnificativă a productivității principalelor culturi agricole, variind în funcție de scenariul de emisie: între 49 şi 74%, la porumbul pentru boabe; 38 şi 71%, la grâul de toamnă; 11 şi 33%, la floarea soarelui; 10 şi 20%, la sfecla de zahăr, respectiv, între 9 şi 19%, la tutun. Reducerea semnificativă a productivității principalelor culturi cerealiere se explică prin transferul fazelor fenologice critice în perioade de timp cu condiții nefavorabile de temperatură şi umiditate ca urmare a schimbărilor climatice anticipate.*

Key words: *Crop Yield, Climate Change, Impact Assessment, Statistical Models.*

INTRODUCTION

It is now universally accepted that increased atmospheric concentrations of 'greenhouse gases' are the main cause of the ongoing climate change [14] and that these changes are expected to have important effects on different economic sectors (e.g., agriculture, forestry, energy consumptions, tourism, etc.) [16]. Since agricultural practices are climate-dependent and yields vary from year to year depending on climate variability, the agricultural sector is particularly exposed to changes in climate. In Europe, the present climatic trend indicates that in the northern areas, climate change may primarily have positive effects through increases in productivity and in the range of species grown [2], while in southern areas the disadvantages will predominate with lower harvestable yields, higher yield variability and a reduction in suitable areas for traditional crops [37; 9; 35].

For climate change impact assessment, crop growth models have been widely used to evaluate crop responses (development, growth and yield) by combining future climate conditions, obtained from General or Regional Circulation Models (GCMs and RCMs, respectively), with the simulation of CO_2 physiological effects, derived from crop experiments [1]. Many of these impact studies were aimed at assessing crop development shifts and yield variations under changes in mean climate conditions. These analyses showed that increasing temperatures generally shortened the growing period of commercial crops [15], resulting in a shorter

time for biomass accumulation. On the other hand, changes in yields were not homogeneous and dependent on crop phenology (e.g. summer and winter crops), crop type (e.g. C_3 and C_4 plants) or environmental conditions (water and nutrient availability) [1; 52; 4; 15; 35]. Other studies stressed that changes in climate variability, as can be expected in a warmer climate, may have a more profound effect on yield than changes in mean climate [40]. Furthermore, the changes in the frequency of extreme climatic events during the more sensitive growth stages have been recognized as a major yield-determining factor for some regions in the future [10; 46]. Temperatures outside the range of those typically expected during the growing season may have severe consequences on crops, and when occurring during key development stages they may have a dramatic impact on final production, even in case of generally favorable weather conditions for the rest of the growing season. Many studies highlighted the potential of heat stresses during the anthesis stage as a yield reducing factor [53; 36; 8], while others pointed out that the joint probability of heat stress-anthesis is likely to increase in future scenarios [33; 47; 46; 2].

Statistical models of crop responses to climate change are the second method for climate change impact assessment in agriculture, based on historical datasets of crop and climate variables have recently been used [20; 21; 22; 44; 9; 41; 42] to address climatic change impacts on agriculture. This method has the advantage of being applicable on large spatial scales, thus facilitating the quantification of impacts in human terms such as levels of risk of hunger [38; 39].

One disadvantage of this method is the potential to introduce significant errors through the linearization of the equations for crop yield [7] and/or the use of monthly data [13], which may not be able to account sufficiently for sub seasonal variability in weather. The validity of empirical methods may be compromised when used with data outside the range for which they were fitted (e.g., climate change).

This approach can be used for all crops and all regions, but has several deficiencies (as acknowledged by the authors): (i) errors in statistical data of production and in gridded climate data, and (ii) in some instances, low weight of climatic factors for the between year variation in crop yields. Moreover, statistical models cannot be extrapolated without further assumptions to predict production impacts for future conditions (e.g. higher temperature than any historical year, elevated CO_2 concentration [50]. Some authors [28], emphasize three important points that crop models users should consider in future work. *First*, statistical models represent a very useful, although imperfect tool for projecting climate responses, with all three statistical approaches able to reproduce some of the key aspects of the simulated responses to temperature and precipitation changes. *Second*, the relative performance of statistical models will depend on the response in question. Time-series models appear particularly good at estimating precipitation responses, while panel or cross-section methods appear more reliable for temperature responses. *Finally*, the accuracy of statistical approaches depends on the spatial scale of the training data and the scale at which output projections are required. In general, statistical models appear to become more appropriate as the scale of interest becomes broader. It is also at these broader scales that climate projections are most available and reliable, and therefore statistical models are likely to continue to play an important role in anticipating future impacts of climate change [28].

Projecting the qualitative consequences for the Republic of Moldovan agriculture as a result of global climate change is very difficult, because of the uncertainty of variety of natural changes and the lack of reliable modeling tools as crop growth models, which need various input data and a calibration exercise. First assessment of the impact of climate change on crop production in the Republic of Moldova was conducted in the frame of First National Communication of the Republic of Moldova under the UNFCCC [32]. Continuation of researches in this area allowed projecting the effect of direct exposure to elevated CO_2 concentrations in the atmosphere on a yield of winter wheat and maize for different time slices and models [55].

The purpose of our study was: (i) to examine the statistic-empirical relationships between observed mean temperature and precipitation during growing season and average crop yield, based on yield data at the Republic of Moldova's agricultural enterprises of various categories; and (ii) to use these relationships to postulate possible projections of future changes in yield of these crops by 2020's, 2050's and 2080's, based on the projected changes from an ensemble of 10 Global Climate Models (GCM) for three emission scenarios of greenhouse gases and aerosols: SRES A2 (high), A1B (medium) and B1 (low). Typical winter (*Triticum aestivum L.*) and summer crops (*Zea Mays, Helianthus annuus L., Beta vulgaris L.* and *Nicotiana L.*) were considered in this study in order to analyze the specific interactions between the changing climate and crops having different seasonal growth cycles. The interactions phenology-environment in a changing climate were highlighted in order to explain the possible impact on final yield the most vulnerable cereal crops (winter wheat and grain maize).

DATA AND METHODS

The assessment of the climate change impact on agricultural sector was made based on projections of changes in temperature and precipitation received by regionalization of global experiments the most reliable in the Republic of Moldova 10 GCMs for the three SRES A2, A1B and B1 emission scenarios of greenhouse gases and aerosols

(see more information in [51]). To assess the vulnerability of main agricultural crops to climate change was used empirical-statistical approach linking fluctuations of crops yields to climate conditions during the growing season. Statistical analysis of the possible impact of climate change on yield of cereal (*winter wheat and grain maize*), oil (*sunflower*) and technical (*sugar beet and tobacco*) crops was carried out in several steps.

Firstly, according to the statistical data on productivity at agricultural enterprises of various categories were constructed linear and polynomial trends for crop yields in the Republic of Moldova over the two distinct time periods: 1961-1990 (baseline periods) and 1981-2010 (recent periods). *Secondly,* multiple regression equations linking yield variability with average monthly temperature and precipitation during the agricultural crops growing season, with the highest level of statistical significance were calculated (using the statistical application package STATGRAPHICS Centurion and Microsoft Office Excel). The temperature and precipitation predictor variables were selected in conformity with the step by step regression analysis taking into account their contribution to the crops productivity and consecutive analysis of all possible combinations to find the most reliable model. The regression coefficients of the remaining months revealed, in what direction and how much the crops productivity may be modified in response to changes in the temperature and precipitation of the respective month. *Finally,* the analysis of the impact of future climate changes, determined by temperature and precipitation conditions on the yield of major cereal, oil and technical crops, without undertaken any adaptation measures, was carried out according to a recognized methodological approach [9]. Using the regression equations relationship in the yield variability of major agricultural crops with the temperature and precipitation of the growing season, there were calculated projections of future yield changes in the Republic of Moldova, (%/30 years) according to an ensemble from 10 GCMs for the three SRES A2, A1B and B1 emission scenarios, relative to 1981-2010 periods.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The yield of most crops generally increased over the past several decades. However, in the most recent decade, yields stagnated for many crops in various regions, whereas temperatures have generally increased. The reasons for this stagnation are debated, and could include agricultural policies [12], climate [23; 5], agronomic and crop management [5] practices, etc.

According to [54], agricultural crops productivity is determined by the level of farming culture, by soil, climatic and weather conditions. Following the generally accepted methodology, we have viewed crop productivity (*Yi*) as a sum of two elements:

$$Y_i = Y_i^{(T)} + \Delta Y_i^{(T)}$$

Where $Y_i^{(T)}$ is presented via dynamic average value, determined by the rate of farming intensification and climatic conditions close to average for many years, and the deviation from it $\Delta Y_i^{(T)}$ is explained by the anomaly of weather conditions of the latter. In other words, the tendencies of crop productivity depend on the implementation of scientific and technical achievements into practice, increased investment into technical means, compliance with the agro technical measures and crop rotation, improved labor organization, better use of fertilizers, modification of varieties used, irrigation, etc. These tendencies are a consequence of gradual improvement in the culture of farming in average soil and climatic conditions.

The linear trends of major agricultural crops productivity variability on the territory of the Republic of Moldova (RM) for reference period (1961-1990) have been characterized by a sustainable increase of crop yield, by 7.3 q/ha per decade for winter wheat, 3.5 q/ha per decade for grain maize, 0.9 q/ha per decade for sunflower and 25.6 q/ha per decade for sugar beet (Table 1; Figure 1). Crop productivity increased significantly due to the implementation of intensive technologies and use of irrigation in the 1981-1990 and has reached the maximum level – for winter wheat – 35.0 q/ha; maize for grain – 39.0 q/ha; sunflower – 18.0 q/ha; and sugar beet – 272.5 q/ha.

Then, in the forthcoming three decades (1981-2010) there was a tendency for sharp decrease in crop productivity by 6.2 q/ha per decade for winter wheat, 8.3 q/ha per decade for grain maize, 2.5 q/

Table 1

YIELD LINEAR TRENDS (QUINTAL/YEAR) OF MAJOR CROPS AND THEIR STATISTICAL SIGNIFICANCE (*P-VALUE*) FOR THE THREE OBSERVATION PERIODS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Crop	*Yield*					
	1961-1990		1981-2010		1991-2010	
	Trend	*p-value*	*Trend*	*p-value*	*Trend*	*p-value*
Winter wheat	0.7288	**0.0000**	-0.6187	**0.0003**	-0.6958	**0.0297**
Grain maize	0.3480	**0.0011**	-0.8295	**0.0000**	-1.0674	**0.0042**
Sunflower	0.0862	**0.0123**	-0.2598	**0.0004**	-0.0038	0.9697
Sugar beet	2.5578	**0.0090**	0.5025	0.6956	0.5025	0.3392
Tobacco	-	-	-0.0687	0.2486	0.0030	0.9774

Note: Bold is used to mark statistically significant values.

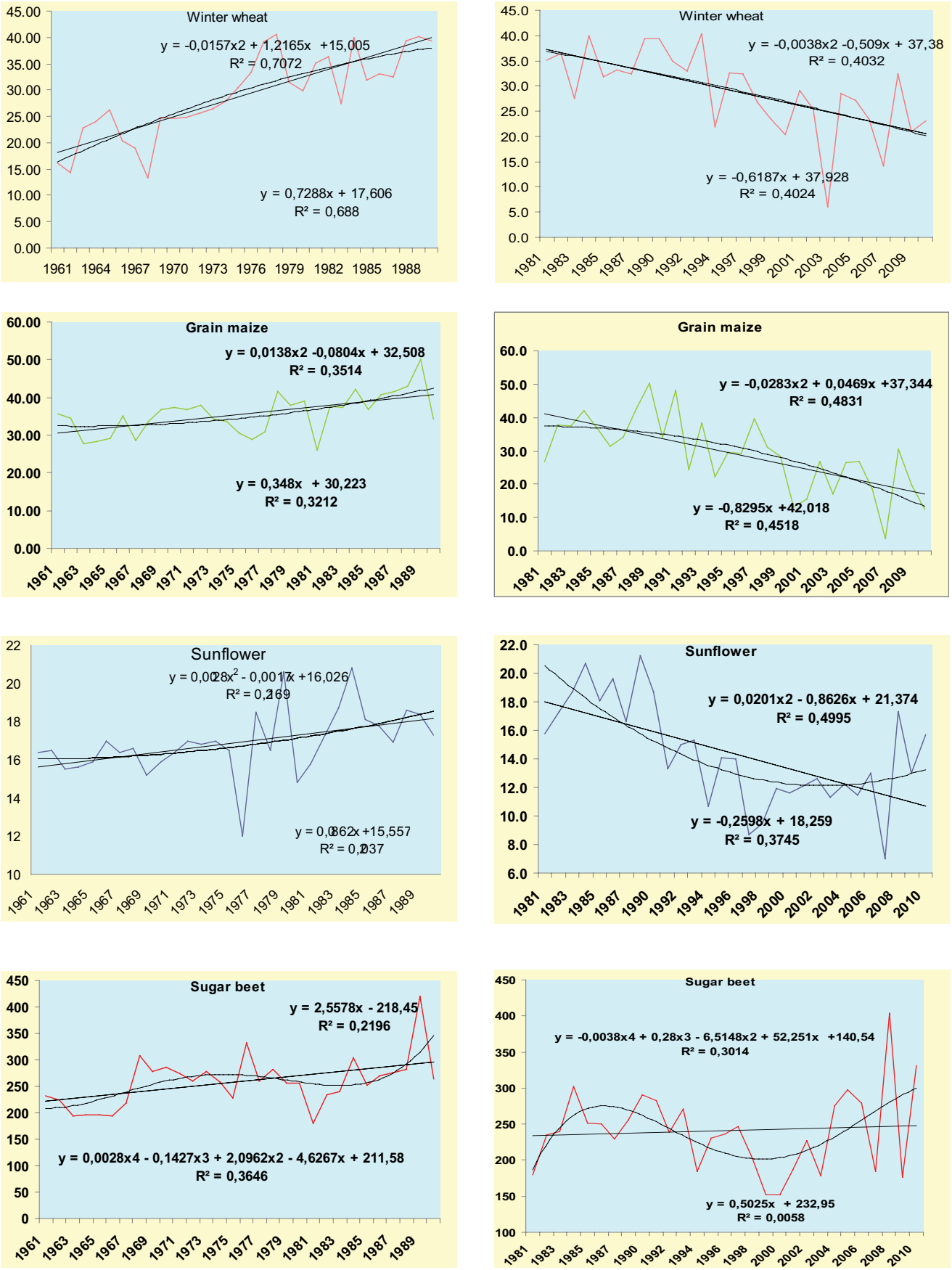


Figure 1: Yield Variability Trends for the Main Crops and Their Coefficients of Determination (R^2) for Two Observation Periods (left - 1961-1990, right - 1981-2010) in the Republic of Moldova

Table 2

THE INTERRELATIONSHIP OF MAJOR AGRICULTURAL CROPS YIELD VARIABILITY WITH TEMPERATURE AND PRECIPITATION DURING THE VEGETATION PERIOD (1981 - 2010)

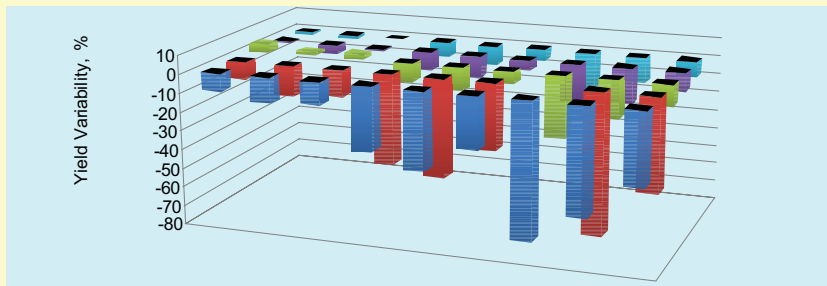
Crop	Regression equation	*p* – value	R^2,%
Winter wheat	$Y = 130,473 - 2,27358*T_V - 2,60312*T_{VII} - 0,815868*T_X + 0,0181492*P_{VI} + 0,0335445*P_{IX}$	**0.0003**	65.26
Grain maize	$Y = 177,365 - 2,20195*T_{VI} - 1,62369*T_{VII} - 3,21222*T_{VIII} + 0,0169456*P_{IV} + 0,0113687*P_{VII}$	**0.0002**	61.79
Sunflower	$Y = 41,6803 - 0,817938*T_{VIII} - 0,671806*T_X + 0,0242598*P_{VI} - 0,0415422*P_{VIII} - 0,0454977*P_X$	**0.0011**	66.36
Sugar beet	$Y = 431,527 - 16,9561*T_{VI} + 1,09464*P_{IV} + 0,338911*P_V + 0,241995*P_{VII} + 0,314864*P_{VIII}$	**0.0048**	49.92
Tobacco	$Y =26,6589 - 1,05*T_X + 0,0488325*P_V - 0,0176172*P_{VIII} - 0,0229145*P_{IX} - 0,031975*P_X$	**0.0024**	53.20

Note: Y - yield, quintal/ha; T - average monthly air temperature, ^{0}C; P - average monthly precipitations, mm; with Roman numerals are noted the corresponding months of vegetation period: since April (IV) to October (X).

ha per decade for sunflower. The greatest decrease in crop productivity was observed in the 1991 – 2010 years, for winter wheat reaching the level of 23.0 q/ha; for grain maize – 19.8 q/ha, while for sunflower – 12.6 q/ha.

The analysis of the data presented in the Table 2 reveals that the influence of climatic conditions during growing season on winter wheat yield in the 1981-2010 periods was statistically significant at 99.9% highest level of significance ($p \leq 0.001$). Coefficient of determination R^2 shows that the combined effect of precipitation and temperature defined about 65.3% of the variability of average annual productivity of winter wheat during this period. The regression equation characterizing the interrelation of agricultural crops (corn, sunflower, sugar beet and tobacco) yield variability with the temperature and precipitations during the vegetation period, revealed as well a high level of significance at 99% ($p \leq 0.01$). The combined effect of temperature and precipitation during the vegetation period determined the yield variability at the level of 66.4 per cent for sunflower, 61.8 per cent for corn, 53.2 per cent for tobacco and 49.9 per cent for sugar beet.

Crops are known to be sensitive to various aspects of climate. Persistently elevated temperatures have long been known to accelerate progress towards maturity, and more recently have been shown to



	A2 2020's	A1B	B1	A2 2050's	A1B	B1	A2 2080's	A1B	B1
Winter wheat	-9	-13	-12	-34	-41	-27	-71	-56	-38
Grain maize	-9	-16	-14	-48	-52	-35		-74	-49
Sunflower	4	2	3	-10	-13	-7	-33	-21	-11
Sugar beet	0	-5	-1	-10	-12	-5	-20	-19	-10
Tobacco	-1	-1	0	-8	-10	-6	-19	-14	-9

Figure 2: Projections of Future Changes in Productivity of Major Agricultural Crops in the Republic of Moldova, (%/30 years) Relative to 1981-2010 Periods, According to an Ensemble from 10 GCMs for SRES A2, A1B and B1 Emission scenarios in the XXI century

have a significant impact on leaf ageing [3; 25]. Crop responses to shorter periods of high temperature, particularly when coincident with flowering, show yield falling dramatically beyond a threshold temperature [31]. Maize is particularly sensitive to hot daytime temperatures, with rapid losses when temperature exceeds 30°C [44; 29]. Crop yields are also sensitive to precipitation. Quantifying the relative effect of temperature and precipitation variability is important for understanding impacts and developing adaptation options for future climatic changes. As temperatures are projected to significantly increase over the next few decades due to continuing anthropogenic emissions of greenhouse gases, whereas precipitation changes are far less certain [18], this suggests predictability in future crop yields. In addition, it is likely that temperature will have the largest impact as the projected changes are far further outside the range of natural variability than for precipitation changes [24], and because of the seasonal timing of changes in climate [49]. To effectively guide adaptation to future changes, perhaps with different crop growing strategies [43] or selective crop breeding [6], several key questions should

be considered [19]. Firstly, can the relative effects of improved technology, precipitation variability and increasing temperatures be quantified? If so, what is the relative size of the effects of rainfall and hot temperatures on yields? And, what level of technology development may be required to overcome any impact of future climatic changes on yield?

The possible changes in the yield of major agricultural crops (winter wheat, grain maize, sunflower, sugar beet and tobacco), due to future climate changes in the Republic of Moldova, without undertaken any adaptation measures, is revealed in Figure 2.

As one of the most essential resources to world food supply, wheat yield is very sensitive to temperature change [45; 27]. Lobell & Field (2007) [22], reported about 5.4 % decrease in global mean wheat yield per 1ºC increase in temperature, but Asseng et al. (2011) [3] suggested from model simulations that an average growing-season temperature increase by 2°C could cause 50% grain yield reduction in Australia because temperatures more than 34°C stimulate leaf senescence.

The analysis of the obtained results revealed that due to the impact of the main climate indicators (temperature and precipitation) in the RM, productivity of the winter wheat by 2020's could decrease from 9% (SRES A2) to 12% (SRES B1). In comparison with the 1981-2010 time periods, by 2050's the crop productivity may decrease in dependence of the assessed emission scenario from 27% (SRES B1) to 34% (SRES A2). The maximum values of productivity decrease may be reached by 2080's. So, due to changes in values of main climate indicators – precipitation and temperature – the productivity of winter wheat may decrease from 38% (SRES B1) to 71% (SRES A2). The sharp decline in the productivity of winter wheat in the RM can be explained by a shift of critical phenological phases in a more unfavorable period due to temperature increase. The vegetation period of winter wheat (starting with temperatures higher than 5^{0}C in spring), according to an ensemble of 10 GCMs will start in the RM by 2020's earlier by 1 - 4 days (under the SRES A2) and/or by 2 - 6 days (under the SRES B1). By the 2080's, the vegetation period of winter wheat will start earlier by 7-9 days (under the SRES B1) and/or by 10-13 days (under the SRES A2), in dependence of the assessed emission scenario, with a maximum expected shift in the Central Agro-Ecological Zone (AEZ).

Change of phenology duration is an essential factor for wheat yield. Previous studies had found that warming will shorten wheat phenology duration and decrease wheat yield, mainly due to a shorter growing period, which decreases the duration of photosynthesis and wheat mass accumulation [53; 17]. The reduction would be 4–7% for each 1°C raised [17] and more (see example above). Farooq et al., 2011 [11] have found that wheat yield would decrease with maximum temperatures higher than the optimum temperature in anthesis and grain-filling stages. By use of the index 'sum of effective temperatures above 5^{0}C' there were calculated for winter wheat, according to an ensemble from 10 GCMs for three SRES A2, A1B and B1 emission scenarios, the average initiating date of main development phases in the spring-summer period. Analysis of the data for the most vulnerable Central AEZ pre-

Table 3

PROJECTIONS ON SHIFTING THE PERIOD OF INITIATION OF PHENOLOGICAL PHASES IN WINTER WHEAT DEPENDING ON THE SUM OF EFFECTIVE TEMPERATURES ACCORDING TO AN ENSEMBLE FROM 10 GCMS FOR SRES A2, A1B AND B1 EMISSION SCENARIOS IN THE CENTRAL PART OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Scenarios	Winter wheat			
	Sum of effective temperatures above 5^{0}C necessary to initiate the phenological phase			
	Tiller initiating (125^{0}C)	Jointing (455^{0}C)	Kernel in milk (685^{0}C)	Kernel in dough (945^{0}C)
1960-1990	24/04	27/05	13/06	30/06
2020's				
A2	20/04	22/05	07/06	24/06
A1B	18/04	20/05	06/06	23/06
B1	18/04	20/05	06/06	23/06
2050's				
A2	15/04	17/05	02/06	18/06
A1B	13/04	16/05	31/05	17/6
B1	15/04	17/05	03/06	19/06
2080's				
A2	10/04	12/05	28/05	12/06
A1B	09/04	10/05	26/04	11/04
B1	14/04	15/05	31/04	18/06

Table 4

PROJECTIONS ON SHIFTING THE PERIOD OF INITIATION OF PHENOLOGICAL PHASES IN MAIZE VARIETIES OF DIFFERENT MATURITY GROUPS DEPENDING ON THE SUM OF EFFECTIVE TEMPERATURES ACCORDING TO AN ENSEMBLE FROM 10 GCMS FOR SRES A2, A1B AND B1 EMISSION SCENARIOS IN THE CENTRAL PART OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Scenario	Maize varieties of different maturity groups (early, intermediate and late)		
	Sum of effective temperatures above 10^{0}C necessary to initiate the phenological phase		
	Germination - tasseling		
	(320-410^{0}C)	(400-510^{0}C)	(520-660^{0}C)
1960-1990	23/06	02/07	16/07
2020's			
A2	16/06	25/06	08/07
A1B	14/06	23/06	05/07
B1	14/06	23/06	05/07
2050's			
A2	09/06	18/06	29/06
A1B	06/06	15/06	27/06
B1	09/06	18/06	03/07
2080'e			
A2	01/06	09/06	20/06
A1B	31/05	08/06	20/06
B1	06/06	15/06	27/06
Scenario	**Sowing – milky grain**		
	(720-770^{0}C)	(820-870^{0}C)	(880-930^{0}C)
1960-1990	26/07	04/08	09/08
2020's			
A2	17/07	24/07	29/07
A1B	14/07	21/07	26/07
B1	14/07	22/07	27/07
2050's			
A2	08/07	15/7	19/07
A1B	05/07	12/07	16/07
B1	09/07	16/07	21/07
2080's			
A2	28/06	04/07	08/07
A1B	28/06	05/07	11/07
B1	05/07	12/07	17/07
Scenario	**Sowing – milky dough grain**		
	(770-820^{0}C)	(870-920^{0}C)	(970-1020^{0}C)
1960-1990	31/07	08/08	17/08
2020's			
A2	20/07	28/07	05/08
A1B	18/07	26/07	02/08
B1	18/07	26/07	03/08
2050's			
A2	11/07	18/07	25/07
A1B	09/07	15/07	22/07
B1	13/07	20/07	27/07
2080's			
A2	01/07	08/07	14/07
A1B	01/07	08/07	15/07
B1	09/07	16/07	23/07

sented in the table below, revealed that by 2020's output in the tiller initiating phase at winter wheat may have shifted in average from 4 days (SRES A2) up to 6 days (SRES B1) (Table 3). By 2050's the shift in the respective phenological phases will account from 9 days (SRES A2) up to 11 days (SRES A1B), while by 2080's according to the SRES A2 и A1B emission scenarios the tiller initiating phase will start by 14 days early the onset of respective phase in the reference period (1961-1990).

According to the projections, by 2020's the phenological phase of jointing may come for winter wheat earlier from 4 days (SRES A2), up to 7 days (SRES B1). According to the performed assessment, the humidity conditions in this period will be close to optimal (HTC=1.0), according to L. Taranu (2013) (unpublished data). However, by 2080's this shift can already draw from 12 days (SRES B1), up to 15-17 days (SRES A2 and A1B). Humidity conditions for this period would be sufficient only in accordance with the SRES B1 low emission scenario (HTC=1.0), while according the other two emission scenarios (SRES A2 and A1B) there will be recorded insufficient humidity conditions (HTC=0.8-0.9), thus the critical period for jointing at winter wheat will take place in dryer conditions, which will impact a sharp decrease in the productivity.

Lobell & Asner 2003 [23], evaluated maize and soybean production relative to climatic variation in the United States, reporting a 17% reduction in yield for every 1ºC rise in temperature, but this response is unlikely because the confounding effect of rainfall was not considered. In a recent evaluation of global maize production response to both temperature and rainfall over the period 1961-2002 [22] reported an 8.3% yield reduction per 1ºC rise in temperature. The analysis of obtained results revealed, that due to changes in heat and water regime during the growing season, yield of grain maize in RM by 2020's may decrease from 9-14% (SRES A2 and B1) to 16% (SRES A1B). In comparison with the 1981-2010 years, by 2050's the crop productivity may decrease in dependence of the assessed emission scenario from 35% (SRES B1) to 48-52% (SRES A2 and A1B). The maximum values of productivity decrease may be reached by 2080's. So, due to changes in values of main climate predictor variables – precipitation and temperature – the productivity of grain maize may decrease from 49% (SRES B1) to 74% (SRES A1B). By use of the index 'sum of effective temperatures above 10^{0}C' there were calculated for maize of different maturity groups, according to an ensemble from 10 GCMs for three SRES A2, A1B and B1 emission scenarios, the possible average initiating date of main development phases in the spring-summer period. Analysis of the data for the most vulnerable Central AEZ presented in Table 4, revealed that by 2020's onset in the germination - tasseling phase at maize varieties may have shifted, in dependence from emission scenario and maturity group from 7 days (SRES A2) up to 9 days (SRES B1) for the early and intermediate; and from 8 days (SRES A2) up to 11 days (SRES B1) for late maturity groups. While by 2080's, according to SRES B1 и A2 emission scenarios, the germination - tasseling phase will start by 17-22 days (for the early and intermediate); and by 20-26 days (for late maturity groups) early the onset of respective phase in the reference period (1961-1990) (Table 4). In this regard, it is interesting to note that the actual observed changes in the occurrence of phenological germination - tasseling phase of maize due to the temperature increase over the last two decades (1991-2010) were by 5 days, for early and intermediate, and by 6 days, for late maturing hybrids.

According to the projections, by 2020's onset in the sowing – milky grain phase at maize hybrids may have shifted, in dependence from emission scenario and maturity group from 9 days (SRES A2) up to 12 days (SRES B1) for the early maturity group; and from 11 days (SRES A2) up to 14 days (SRES B1) for intermediate and late maturity groups. While by 2080's, according to the SRES B1 и A2 emission scenarios, the sowing – milky grain phase will start early the onset of respective phase in the 1961-1990 period by 21-30 days for the early maturity group; and by 23-32 days for late maturity group (Table 4). The actual observed changes in the occurrence of phenological sowing – milky grain phase at maize due to the temperature increase over past two decades (1991-2010) were by 7 days for early maturity group and by 9 days for intermediate and late maturing hybrids. According to the projections, in the 2020's the humidity conditions will be close to optimal (HTC=1.2) during the sowing – tasseling phenological phase across all three scenarios for early and intermediate hybrids, while for late maturity corn hybrids moisture conditions will be sufficient only under two emission scenarios: SRES A2 and B1 (HTC = 1.0).

The next phenological stage the flowering - milky ripening at maize will be ongoing in low humidity conditions (HTC=0.9-1.0). By the 2080's the humidity conditions would be close to optimal (HTC=1.0) during the tasseling phenological stage under SRES A1B and B1 emission scenarios; and insufficient (HTC=0.8) for the SRES A2 high emission scenario. The subsequent critical phenological phases as flowering and milk grain ripening at maize regardless of maturity group will take place in dryer conditions according to high emission SRES A2 (HTC=0.6) and medium emission SRES A1B (HTC=0.8) scenarios; or in insufficient humidity conditions (HTC=0.9) under the low emission scenario SRES B1, which along with an increase of temperatures will reduce dramatically the crop yield.

By the end of the XXI century, the cultivation of major cereal crops such as the winter wheat and maize will be either impossible according to the SRES A2 high emission scenario or economically not cost effective according to the SRES A1B medium and SRES B1 low emission scenarios (Figure 2), due to changes in climatic conditions, without adaptation measures (*if maintaining the current cultivation technologies and used varieties*) in the Republic of Moldova.

For oil crop such as sunflower, which is relatively drought-resistant, there are projected more favorable climate conditions during the growing season than for cereal crops: winter wheat and grain maize. Slight increase in productivity by

2-4% it is possible for sunflower in the 2020's, which will be replaced in the future with consecutive decline in yield. By 2050's, the most severe decrease in productivity by 10-13% is projected under the SRES A2 high and SRES A1B medium emission scenario. While under the SRES B1 low emission scenario the projection is more favorable, it is expected a decrease of productivity only by 7%. In 2080's, the most severe yield reduction for sunflower in the RM will be observed according to SRES A2 high emission scenario - by 33%, while for SRES B1 low emission scenario the forecast is more favorable – a decrease by 11% (Figure 2).

For sugar beet by 2020's, when assessing the combined effect of temperature and precipitation during the growing season, it is expected a decrease in productivity by 1-5% under two assessed emission scenarios SRES B1 and A1B. By 2050's, there will persisting the decreasing trend in productivity due to climate changes. The most severe decrease in productivity, by 10-12% is predicted under the SRES A1B medium and A2 high emission scenario. While under the SRES B1 low emission scenario the projection is more favorable, it is predicted a decrease of productivity only by 5%. In 2080's, the most severe yield reduction for sugar beet in the RM will be observed according to SRES A2 high emission scenario – by 20%, while for SRES B1 low emission scenario the forecast is more favorable – a decrease by 10% (Figure 2).

For other high added value technical crop – tobacco, similar changes are expected: a slight decrease in the yield by 1%, according to the SRES A2 and A1B scenarios in the 2020's. By 2050's, there will persisting the decreasing trend in productivity due to climate changes. The most severe decrease in productivity, by 8-10% is predicted under the SRES A1B medium and SRES A2 high emission scenarios. While under the SRES B1 low emission scenario the projection is more favorable, it is predicted a decrease of productivity only by 6%. In 2080's, the most severe yield reduction for sugar beet in the RM will be observed according to SRES A2 high emission scenario – by 19%, while for SRES B1 low emission scenario the forecast is more favorable – a decrease by 9% (Figure 2).

In this paper, relationships between observed mean temperature and precipitation during growing season and average crop yield based on statistical data at the Republic of Moldova's agricultural enterprises of various categories are explored and then used to estimate potential impacts of climate change scenarios on anticipated average yields for the 2020's, 2050's and 2080's time periods. Average yields of winter wheat, grain maize, sunflower, sugar beet and tobacco in the 1981-2010 years were highly correlated with precipitation and temperature during the growing period. Based on range of available temperature and precipitation climatic conditions during the vegetation period projected by an ensemble from 10 GCMs for SRES A2 (high), A1B (medium) and B1 (low) emissions scenarios average agricultural crop yields achievable in the Republic of Moldova could decrease by about 59 to 87% for grain maize; 38 to 71% for winter wheat; 11 to 33% for sunflower, 10 to 20% for sugar beet; and 9 to 19% for tobacco by 2080's, not including the direct effect of increased atmospheric CO_2 concentration, advances in plant breading and crop production practices or changes in the impacts of weeds, insects and diseases on yield. The sharp decline in the productivity of cereal crops can be explained by a shift of critical phenological phases in the more unfavorable humidity and temperature conditions due to climate change.

CONCLUSIONS

The impact assessment performed allow conclude that the negative effect of global warming, according to an ensemble from 10 GCMs for SRES A2 (high), A1B (medium) and B1(low) emission scenarios in the XXI century will not be offset by increase of precipitations. In these circumstances, without undertaken any adaptation measures it can be expected by 2080's: a significant drop in the productivity for grain maize from 49% (SRES B1) to 74% (SRES A1B) and winter wheat from 38% (SRES B1) to 71% (SRES A2); a medium drop in the productivity for sunflower from 11% (SRES B1) to 33% (SRES A2), respectively for sugar beet from 10% (SRES B1) to 20% (SRES A2); and for tobacco from 9% (SRES B1) to 19% (SRES A2), in comparison with the average productivity of the Republic of Moldova's major agricultural crops in the most recent period of 1981-2010.

BIBLIOGRAPHY

1. Ainsworth E.A., Long S.P. (2005): What have we learned from 15 years of free-air CO_2 enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO_2. New Phytol, 165:351–372

2. Alcamo J., Moreno J.M., Nováky B. et al (2007): Europe. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. In: Parry M.L. et al (eds) Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, pp 541–580

3. Asseng S., Foster I. T., and Turner N. C. (2011): The impact of temperature variability on wheat yields. Glob. Change Biol. 17:997–1012.

4. Brassard J.P., Sigh P. (2008): Impact of climate change and CO_2 increase on agricultural production and adaptation options for Southern Quebec, Canada. Mitig Adapt Strategies Glob Change, Vol. 13:241-265.

5. Brisson N., Gate P., Gouache D., Charmet G., Oury F.-X., Huard F. (2010): Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France. *Field Crops Research*, 119,

201–212. Calderini D, Slafer G. (1998): Changes in yield and yield stability in wheat during the 20th century. *Field Crops Research*, 57, 335–347.

6. Cattivelli L., Rizza F., Badeck F.-W. et al. (2008): Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*, 105, 1–14. doi: 10.1016/j.fcr.2007.07.004.

7. Challinor A. J., Wheeler T. R, Osborne T. M., and Slingo J. M. (2006): Assessing the vulnerability of crop productivity to climate change thresholds using an integrated crop–climate model. *Avoiding Dangerous Climate Change,* J. Schellnhuber et al., Eds, Cambridge University Press, 187–194.

8. Challinor, A. J., Wheeler T. R., Slingo J. M. (2005): Simulation of the impact of high temperature stress on the yield of an annual crop. *Agric For Meteorol*, Vol. 135: 180–189.

9. Constantinov T., Taranu L., Mironova T., Toderas V. (2009): Assessment of vulnerability of some agricultural crops productivity in the Republic of Moldova, without adaptation measures, to new climate conditions according to the CSIRO-Mk2, HADCM2 and ECHAM4 general atmospheric models. The Bulletin of the Academy of Sciences of Moldova, Series of "Biological, Chemical and Agricultural Sciences". Republic of Moldova, Chisinau, 2009, Nr.2 (308). C. 124-132.

10. Easterling W., Apps M. (2005): Assessing the consequences of climate change for food and forest resources: a view from the IPCC. *Climate Change*, Vol. 70: 165–189.

11. Farooq M., H. Bramley J. A. Palta, and K. H. M. Siddique. (2011): Heat Stress in Wheat during Reproductive and Grain-Filling Phases. Crit. Rev. Plant Sci. 30:491–507.

12. Finger R (2010): Evidence of slowing yield growth - the example of Swiss cereal yields. Food Policy, 35, 175–182. doi: 10.1016/j.foodpol.2009.11.004.

13. Fischer, G., M. Shah, F. N. Tubiello, and H. van Velhuizen (2005): Socio-economic and climate change impacts on agriculture: An integrated assessment, 1990–2080. *Philos. Trans. Roy. Soc.,* 1463, 2067–2083.

14. Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo et al. (2007): Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. *In*: Solomon S., et al (eds.) Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge.

15. Giannakopoulos C., P. Le Sager, M. Bindi et al. (2009): Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from global warming. *Global Planet Change*, Vol. 68: 209–224.

16. Hanson, C. E., J. P. Palutikof, M. T. J. Livermore et al. (2007): Modeling the impact of climate extremes: an overview of the MICE Project. *Climate Change*, Vol. 81:163–177.

17. Hatfield, J. L., K. J. Boote, B. A. Kimball et al. (2011): Climate impacts on agriculture: implications for crop production. Agron. J. 103:351–370.

18. Hawkins E., Sutton R. (2011): The potential to narrow uncertainty in projections of regional precipitation change. *Climate Dynamics*, 37, 407–418. doi: 10.1007/s00382-010-0810-6.

19. Hawkins E., Fricker T. E., Challinor A. J. et al. (2013): Increasing influence of heat stress on French maize yields from the 1960s to the 2030s. *Global Change Biology* 19, 937–947, doi: 10.1111/gcb.12069

20. Iglesias A., Quiroga S. (2007): Measuring the risk of climate variability to cereal production at five sites in Spain. *Clim.Res*. 34:47–57

21. Iglesias A., C. Rosenzweig and D. Pereira (2000): Agricultural impacts of climate change in Spain: Developing tools for a spatial analysis. *Global Environ. Change,* 10, 69–80.

22. Lobell D. and Field C. (2007): Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environ. Res. Lett.* 2 014002 doi:10.1088/1748-9326/2/1/014002

23. Lobell D.B., Asner G.P. (2003): Climate and management contributions to recent trends in U.S agricultural yields. *Science*, 299, 1032, doi: 10.1126/science.1078475.

24. Lobell D.B., Burke M.B. (2008) Why are agricultural impacts of climate change so uncertain? The importance of temperature relative to precipitation. *Environmental Research Letters*, 3 (034), 007. doi: 10.1088/1748-9326/3/3/034007.

25. Lobell D.B., Sibley A., Ortiz-Monasterio J.I. (2012): Extreme heat effects on wheat senescence in India. *Nature Climate Change*, 2, 186–189. doi: 10.1038/nclimate1356.

26. Lobell D. B., M. B. Burke, C. Tebaldi et al. (2008): Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science,* 319, 607–610.

27. Lobell D. B., W. Schlenker, and J. Costa-Roberts. (2011): Climate Trends and Global Crop Production since 1980. *Science* 333:616–620.

28. Lobell, D.B., Burke, M.B. (2010): On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. *Agric. Forest Meteorol.* doi:10.1016/j.agrformet.2010.07.008

29. Lobell D.B., M. Banziger, C. Magorokosho, and B. Vivek. (2011a): Nonlinear heat effects on African maize as evidenced by historical yield trials. *Nature Climate Change* 1(1): 42-45.

30. Lobell D.B., W.S. Schlenker, and J. Costa-Roberts. (2011b): Climate trends and global crop production since 1980. *Science* 333(6042): 616-620.

31. Luo Q. (2011): Temperature thresholds and crop production: a review. *Climatic Change*, 109, 583–598. Meehl GA, Stocker TF, Collins W et al. (2007): Global climate projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis.

Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds: Solomon S. et al.). Cambridge University Press, UK.

32. Ministerul Mediului şi Amenajării Teritoriului / PNUD Moldova (2000), Prima Comunicare Națională a Republicii Moldova elaborată în cadrul Convenției Națiunilor Unite privind Schimbarea Climei., Chişinău. – 2000. - 74 p.

33. Moriondo M., Bindi M. (2006): Comparison of temperatures simulated byGCMs, RCMs and statistical downscaling: potential application in studies of future crop development. *Clim Res* 30:149–160

34. Moriondo M., Giannakopoulos C., Bindi M. (2011): Climate change impact assessment: the role of climate extremes in crop yield simulation. *Climatic Change*. 104:679–701DOI 10.1007/s10584-010-9871-0

35. Moriondo M., Giannakopoulos C., Bindi M. (2010): Climate change impact assessment: the role of climate extremes in crop yield simulation. *Climatic Change*, doi 10.1007/s10584-010-9871-0.

36. Morrison M.J, Stewart D.W. (2002): Heat stress during flowering in summer brassica. Crop Sci 42: 797–803

37. Olesen J. E. and 16 co-authors (2007): Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Climatic Change*: 81:123–143.

38. Parry M., C. Rosenzweig, A. Iglesias et al. (2004): Effects of climate change on global food production under RSES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environ. Change,* 14, 53–67.

39. Parry M., C. Rosenzweig and M. Livermore (2005): Climate change, global food supply and risk of hunger. *Philos. Trans. Roy. Soc.,* 360, 2125–2138.

40. Porter J.R., Semenov M.A. (2005): Crop responses to climatic variation. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 360:2021–2035

41. Quiroga S., Iglesias A. (2009): A comparison of the climate risks of cereal, citrus, grapevine and olive production in Spain. *Agric Syst*. 101:91–100.

42. Quiroga S, Iglesias A. (2010): A comparison of the climate marginal productivity on representative crop yields in Spain. *Princip: Estud Econ Política*. 16:55–70.

43. Rosenzweig C., Tubiello F. (2007): Adaptation and mitigation strategies in agriculture: an analysis of potential synergies. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 12, 855–873. doi: 10.1007/s11027-007-9103-8.

44. Schlenker W., Roberts M.J. (2009): Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *PNAS USA*, 106, 15594–15598, doi:10.1073/pnas.0906865106.

45. Schmidhuber J. and F. N. Tubiello (2007): Global food security under climate change. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 104:19703–19708.

46. Schneider, S. H., S. Semenov; A. Patwardhan et al. (2007): Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. In: Parry ML et al. (eds.) Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, pp 779–810.

47. Semenov M.A. (2007): Development of high-resolution UKCIP02-based climate change scenarios in the UK. *Agric For Meteor.* 144:127–138.

48. Semenov M.A., Barrow E.M. (1997): Use of a stochastic weather generator in the development of climate change scenarios. *Clim Change.* 35:397–414.

49. Semenov M.A., Shewry P.R. (2011): Modelling predicts that heat stress, not drought, will increase vulnerability of wheat in Europe. *Science Report*, 1, 66. doi: 10.1038/srep00066.

50. Soussana J., Graux A. and Tubiello F. N. (2010): Improving the use of modeling for projections of climate change impacts on crops and pastures. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 61, No. 8, pp. 2217–2228.

51. Taranu L., Bercu I., Deveatii D. (2012): Regional Climate Change Scenarios for the Republic of Moldova: Future Temperature and Precipitation Projections from Ensembles of 10 Global Climate Models. *Mediul Ambiant*. Nr.3 (63), P. 33-42.

52. Thomson A.M., Brown R.A., Rosenberg N.J. et al. (2005): Climate change impacts for the conterminous USA: an integrated assessment—part 3 dry land production of grain and forage crops. *Clim Change*. 69:43–65.

53. Wheeler T.R., Craufurd P.Q., Ellis R.H. et al. (2000): Temperature variability and the yield of annual crops. *Agric Eco Environ*. 82:159–167.

54. Дарадур М. И. (2001): Изменчивость и оценки риска экстремальных условий увлажнения. 160 p.

55. Коробов Р., Чалык С., Буюкли П. (2004): Оценка чувствительности растениеводства к возможному изменению климата. В кн.: Климат Молдовы в XXI веке: проекции изменений, воздействий, откликов. Кишинев. стр. 213 – 253.

CONȚÎNUTUL UNOR ELEMENTE RADIOACTIVE NATURALE ŞI RADIOIZOTOPI ARTIFICIALI ÎN SOLURILE MOLDOVEI

Dr. habilitat, **Gr. STASIEV**[1], **S. NEDEALCOV**[2], dr. **Gh. JIGĂU**[2]
[1] Universitatea de Stat din Moldova
[2]Centrul Republican de Pedologie Aplicată

Prezentat la 26 martie 2013

Abstract. *The results of multiyear investigations of natural radionuclide (U-238, Tn-232, Ra-226, K-40) and artificial isotopes (Sr-90, Cs-137, I-131) content în soil and plants are presented. Six anomalous polluted areas were detected after Chernobyl atomic station accident.*
Key words: *soil, natural radionuclide, artificial radioisotopes*

INTRODUCERE

Element radioactv – element chimic, izotopii căruia sunt radioactivi: Deci, elementul radioactiv este un tip de atomi radioactivi cu aceeaşi sarcină a nucleului.

Izotop radioactiv – totalitatea atomilor radioactivi ai elementului chimic dat, cu aceeaşi masă atomică.

Elementele radioactive pot fi, convențional, divizate în naturale şi artificiale. În practică avem de afacere nu cu elementele radioactive, ci cu izotopi radioactivi. Radioizotopii naturali sunt de provenienţă naturală, existenţi de la crearea planetei. Aceştia sunt, în primul rând, caliul-40 (K-40), uraniul-238 (U-238), toriul-232 (Th-232), radiul-226 (Ra-226). Perioada de înjumătățire a lor (timpul pe parcursul căruia numărul inițial de nuclee radioactive se micşorează, în medie, de două ori) este de 10^8-10^{16} ani.

Radioizotopii artificiali în natură nu au existat. Ei au apărut ca rezultat al dezagregării nucleului atomic de către om, odată cu construirea bombelor nucleare şi stațiilor atomice. La ei se referă, în primul rând, stronțiul-90 (Sr-90), şi cesiul-137 (Cs-137) care sporesc fondul radioactiv, poluând mediul ambiant. Perioada de înjumătățire a cantității lor este de 28 şi 30 ani.

Sursele de poluare radioactivă

Ca rezultat al activității antropice, sporeşte fluxul necontrolat al substanțelor radioactive în biosferă şi se creează o sursă adăugătoare de iradiere. La majorarea fondului radioactiv natural contribuie dispersarea minereurilor ce conțin elemente radioactive şi deşeurile industriei de prelucrare a lor. O sursă de poluare a mediului reprezintă stațiile termice electrice [16]. Analizele efectuate [27, 10, 3] demonstrează că în cenuşa volatilă, eliminată în atmosferă de către Stația termică electrică din Moldova (Cuciurgan), chiar şi după filtrare, se conțin peste norma admisă: radiu – de 3 ori, toriu – de 1,5 ori. Impactul radioactiv al termocentralelor asupra mediului a fost menționat şi de alți autori [1, 7].

Cantitatea elementelor radioactive în sol, poate fi sporită şi prin administrarea îngrăşămintelor minerale, în care ele se conțin sub formă de balast. Astfel, în Germania, de la începutul aplicării îngrăşămintelor minerale, conținutul izotopilor de uraniu şi radiu în solurile prelucrate s-a majorat corespunzător cu 9 şi 6%, iar doza iradierii a crescut cu 5% [20]. În mai multe țări s-a depistat dublarea concentrației în sol a uraniului [6] şi toriului [18] în raioanele în care se administrează intens îngrăşăminte minerale.

Analizele îngrăşămintelor minerale, utilizate în Moldova [10, 3] demonstrează că în acestea se conțin în special toriu, a cărei cantitate este mai ridicată în cele fosforice.

Conținutul K-40 în îngrăşămintele fosforice este neînsemnat – în limitele sensibilității metodei analitice. Cantitatea ridicată a acestui radionuclid în îngrăşămintele complexe este condiționată de tehnologia producerii lor, în procesul căreia la fosfatul de amoniu se adaugă nitrat şi clorid de potasiu. Majorarea conținutului acestui element sporeşte şi cantitatea radioizotopului lui, a cărui pondere constituie 0,0119%. Iată de ce conținutul acestui izotop în îngrăşămintele de potasiu este mai înalt.

În condițiile experiențelor de câmp de lungă durată, s-a constatat că, cantitatea toriului, introdus în sol cu îngrăşămintele minerale este în medie de 14-28 ori mai mare decât evacuarea lui odată cu recoltarea culturilor agricole, fapt ce denotă tendința poluării radioactive a terenurilor agricole ca rezultat al administrării intense a îngrăşămintelor minerale. [10, 3]. Calculele efectuate de noi demonstrează că aplicarea P_{120} pe parcursul a 30 de ani poate majora conținutul toriului în stratul arabil al solului în medie cu 0,06-0,08%. (24,6-32,8 Bq/kg), adica cantitatea lui se dublează.

O sursă a poluării mediului ambiant cu radionuclizi artificiali constituie testarea bombelor atomice şi termonucleare, accidentele de la stațiile atomo-electrice. Acestea au contri-

buit semnificativ la poluarea ratadioactivă locală şi globală a Terrei. Unele produse radioactive, create în urma exploziei nucleare, sunt induse sub formă de aerosol în straturile superioare ale atmosferei, de unde continuă să cadă pe suprafața terestră pînă la ora actuală. Sedimentări radioactive accentuate au loc între latitudinile 40-50^0. Teritoriul Republicii Moldova este situat între 45^{0}21' - 48^{0}35' latitudine nordică, deci, în epicentrul precipitațiilor radioactive globale.

În apropiere de teritoriul Republicii Moldova, la distanțe de 125-400 km, se află 7 stații atomoelectrice, fapt ce sporeşte poluarea mediului înconjurător. După accidentul de la Centrala Atomoelectrică de la Cernobîl, din 26 aprilie 1986, nivelul fondului radioactiv al teritoriului Moldovei a crescut brusc. [22, 10, 3].

Investigațiile multianuale referitoare la conținutul elementelor radioactive naturale şi artificiale în componentele de mediu al Republicii Moldovei şi imixtiunea în ciclul trofic au fost generalizate anterior [15, 28, 26, 27]. După accidentul de la Cernobâl pe teritoriul republicii au fost depistate 6 zone contaminate cu iod-131, cesiu-137 şi stronțiu-90 [17, 22, 10, 3].

Tabelul 1

CARACTERISTICA STATISTICĂ A CONȚINUTULUI ELEMENTELOR RADIOACTIVE NATURALE ÎN STRATUL ARABIL (0-30) AL SOLURILOR MOLDOVEI, BQ/KG

Tipul, suptipul de sol	n	Limitele oscilării	x	s	sx	V	Ps
1	2	3	4	5	6	7	8
TORIU – 232							
Cenuşii de pădure	53	10,3 – 40,2	32,8	1,67	0,23	20,76	2,85
Cernoziom:							
levigat	53	22,6 – 43,9	35,3	1,14	0,16	13,30	1,83
tipic	31	23,8 – 40,2	34,9	0,98	0,18	11,59	2,08
obişnuit	97	24,6 – 47,6	37,7	1,10	0,11	11,89	1,21
carbonatic	155	36,9 – 58,6	34,4	1,43	0,11	17,08	1,37
erodat	21	21,7 – 34,0	30,3	0,85	0,19	11,48	2,51
Solonețuri stepice	19	31,2 – 42,2	37,3	0,87	0,20	9,59	2,20
Aportate dîn vâlcele	7	16,4 – 33,2	24,6	1,48	0,56	24,45	9,24
Aluviale	17	11,1 – 45,5	32,0	1,75	0,43	22,52	5,45
RADIU – 226							
Cenuşii de pădure	53	14,8 – 51,1	33,3	1,99	0,27	21,97	3,02
Cernoziom:							
levigat	53	22,9 – 54,4	35,9	2,21	0,30	22,89	3,14
tipic	31	25,2 – 50,7	37,4	1,83	0,33	17,97	3,23
obişnuit	97	24,1 – 59,9	37,4	1,58	0,16	15,75	1,60
carbonatic	155	12,2 – 47,0	34,4	1,79	0,14	19,21	1,54
erodat	21	22,9 – 49,2	39,2	1,91	0,42	18,05	3,94
Solonețuri stepice	19	25,9 – 46,3	34,0	1,44	0,33	15,56	3,57
Aportate dîn vâlcele	7	18,5 – 40,7	31,1	2,39	0,90	28,52	10,78
Aluviale	17	21,8 – 45,5	33,7	1,57	0,38	17,22	4,18
POTASIU – 40							
Cenuşii de pădure	53	250 - 568	431	0,27	0,04	14,62	2,01
Cernoziom:							
levigat	53	363 – 568	477	0,21	0,03	9,85	1,35
tipic	31	341 – 568	499	0,24	0,04	11,21	2,01
obişnuit	97	295 – 590	454	0,27	0,03	13,69	1,39
carbonatic	155	136 – 590	409	0,23	0,02	12,58	1,01
erodat	21	250 – 499	409	0,29	0,06	16,50	3,60
Solonețuri stepice	19	477 – 613	545	0,17	0,04	7,28	1,67
Aportate dîn vâlcele	7	295 – 431	363	0,36	0,13	22,81	8,62
Aluviale	17	159 – 658	499	0,49	0,12	22,00	5,34

ADNOTARE:
n - numărul probelor;
x - media aritmetică;
s - devierea standardizată;
Sx - marja de eroare;
v - coeficientul variației;
Ps - precizia experienței.

MATERIALE ŞI METODE

Conținutul elementelor radioactive naturale în sol şi plante a fost determinat în Laboratorul Radiologie Agricolă al Filialei Chişinău a Institutului Central de Deservire Agrochimică al Ministerului Agriculturii al URSS (actualmente Laboratorul Radiologie şi Control Radiațional, Centrul Republican de Pedologie Aplicată), la aparatul gamaspectrometric AI-256 şi AI-1024, iar a radioizotopilor artificiali – Sr-90 şi Cs-137 – prin metoda radiochimică. Ca unitate de radioactivitrate se consideră beqerelul (Bq) – o dezintegrare nucleară într-o secundă.

REZULTATE ŞI DISCUȚII

Conținutul elementelor radioactive naturale

Caracteristica statistică a conținutului elementelor radioactive naturale în stratul arabil al solurilor Moldovei este demonstrata în tabelul 1 [10,3].

În afara de stratul arabil, conținutul elementelor radioactive (U-238, Th-232, Ra-226, K-40) a fost determinat în 41 de profile depline şi 12 sondaje ale diverselor tipuri şi subtipuri de soluri ale Moldovei [15, 10]. În baza a 750 de probe se caracterizează limitele oscilării şi conținutul mediu al Th-232, Ra-226 şi K-40 în granițele raioanelor administrative ale Republicii Moldova [10, 3].

Concentrația acestor radionuclizi este mai scăzută în solurile provinciei pedologice silvice (zona Codrilor), în special a raioanelor pedologice de soluri brune şi cenuşii ale pădurilor de fag şi stejar-carpen ale Codrilor Centrali înalți, cernoziomurilor argiloiluviale şi levigate, solurilor cenuşii ale pădurilor de stejar şi carpen-stejar ale părții deluroase-văluroase a Codrilor (raionarea pedoecologică de Ursu, 1980).

Un baza sistematizării datelor privitoare la conținutul radioelementelor naturale în soluri (inclusiv 537 date referitoare la solurile Moldovei, prezentate de noi) şi prelucrarea lor statistică, Institutul Central de Deservire Agrochimică din Moscova [25] a elaborat clasificarea solurilor după conținutul acestor radionuclizi (tabelul 2).

Conform acestei clasificări, solurile Moldovei, după conținutul Th-232, Ra-226 şi K-40, se referă la grupa a II-a, iar a U-238 - la cea de-a III şi a IV-a. Reieşind din gradația susnumită şi comparația cu concentrația elementelor radioactive naturale în solurile lumii [11] a fost trasă concluzia că nivelul fondului radioactiv natural al învelişului de sol al Moldovei este în limitele lui fireşti. Apropo, şi în culturile agricole conținutul elementelor radioactive naturale este în limitele sale fireşti [26, 27, 10, 3, 5].

Cantitatea **toriului-232** în stratul arabil al solurilor Moldovei este sub valorile clarcului [13] scoarței terestre (41 Bq/kg) şi litosferei (53 Bq/kg) şi constituie în medie 32 Bq/kg (tabelul 1). Cantitatea medie a acestui radionuclid în solurile globului pământesc constituie 24,6 Bq/kg [24]. Astfel, concluzionăm că evoluția scoarței terestre nu a condus la sporirea acestui radionuclid în solurile biogene, precum ar fi cernoziomurile.

Conform clasificării geochimice a elementelor, după specificul migrațiunii lor în landşaft, toriul este puțin mobil [23]. El intră în rețeaua cristalină a mineralelor rezistente la alterarea chimică. Acest element nu se dizolvă în apă şi migreaza cu materialul detritic şi suspenziile fine [12]. Mai pronunțată este migrația acestuia în circuitul biologic [10]. De menționat că odată cu uşurarea texturii solurilor cantitatea toriului, în cele nisipoase, se micşorează până la 3,7 Bq/kg, adică de 10 ori. [10].

Conținutul mediu al **radiului – 226** în solurile Moldovei este de sute ori mai mare decât clarcul acestui element, care constituie 0,74 Bq/kg în scoarța terestră şi 0,37 Bq/kg în litosferă [13]. În procesul evoluției scoarței terestre a avut loc concentrarea acestui radionuclid în învelişul de sol. Radiul se atribuie la clasa de migranți apoşi mobili [23]. Conținutul lui mediu în diferite tipuri şi subtipuri de soluri din Moldova oscilează în limitele 31,1 – 39,2 Bq/kg (tabelul 1). Nu formează minerale proprii şi există în stare dispersată, iar în unele cazuri adsorbită [12]. Odată cu uşurarea texturii solului, cantitatea radiului se micşorează de 3 ori - până la 12,2 Bq/kg [10].

Fluxul **potasiului-40** în biosfera practic nu este supravegheat, cu toate că acest lucru este necesar în cazurile cînd în unele substanțe, cum ar fi îngrăşămintele minerale, împreună cu acest element, se conțin şi alți radioizotopi. Concentrația potasiului radioactiv în ele ajunge pînă la 8172 Bq/kg, ceea ce constituie de 15-23 ori mai mult decât conținutul mediu în sol [10].

În solurile Moldovei conținutul mediu al K-40 constituie 363-545 Bq/kg (tabelul 1). Aceste valori sunt mai joase decît clarcul scoarței terestre şi litosferei 636 – 681 Bq/kg [13]. Solurile de pe planeta noastră conțin în medie 341 Bq/kg de K-40 [24]. În aşa mod, ca rezultat al dezvoltării istorico-naturale a Terrei, s-au format solurile cu o concentrație mai mică a potasiului radioactiv, decît în scoarța terestră şi în litosferă.

În solurile nisipoase, cantitatea acestui radioizotop se micşorează de 3 ori – până la 159 Bq/kg. Coeficientul variației conținutului K-40 oscilează în limitele 7,3-22,8, toriului – 9,6 – 24,5, radiului – 15,6 – 28,5, uraniului – 8,0 – 26,5%[10]. Deci, concentrația acestor radionuclizi în sol este determinată, în general, de componența granulometrică.

Conținutul mediu al U-238 în stratul arabil al solurilor Moldovei variază în limitele 8,6-36,0 Bq/kg, constituind în medie 19,7 Bq/kg [15, 10, 3]. Clarcul acestui izotop (Bq/kg) este de 49,2 în scoarța terestră şi 30,8 în litosferă [13]. În solurile globului pământesc conținutul U-238 constituie 29,5 Bq/kg. Cercetările noastre denotă că acest radioelement se concentrează în fracția argilei fine. În procesul irigării are loc levigarea uraniului din stratul arabil [10], fapt remarcat ulterior şi de alți autori [19].

Tabelul 2

GRUPAREA SOLURILOR DUPĂ CONȚINUTUL RADIONUCLIZILOR NATURALI, BQ/KG

Radionuclidul	Grupa			
	I	II	III	IV
U – 238	≤ 5,4	5,5 – 10,4	10,5 – 15,8	≥ 15,9
Th – 232	≤ 17	18 – 55	56 – 94	≥ 95
Ra – 226	≤ 7	8 – 54	55 – 101	≥ 102
K - 40	≤ 210	220 – 1420	1430 – 2630	≥ 2640

Tabelul 3

CARTELA DISTRIBUIRII CONCENTRATIEI RADIONUCLIZILOR ARTIFICIALI ÎN SOLURILE MOLDOVEI, ANUL 1984

Nivelul conținutului de radio- nuclizi în sol, Bq/kg	Zona de Nord				Zona Centrală				Zona de Sud				Media pe republica			
	Sr-90		Cs-137		Sr-90		Cs-137		Sr-90		Cs-137		Sr-90		Cs-137	
Bq/kg	Nr. cazurilor	%	Nr. cazurilor	%	Nr. cazurilor	%	Nr. cazurilor	%	Nr. cazurilor	%	Nr. cazurilor	%	Nr. cazurilor	%	Nr. cazurilor	%
<3,7	22	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	17	-	-
3,7-7,4	8	26	9	29	9	20	32	70	51	93	51	93	68	52	92	70
7,4-11,1	1	3	19	61	21	45	11	24	4	7	4	7	26	20	34	26
11,1-14,8	-	-	3	10	8	17	3	7	-	-	-	-	8	6	6	5
14,8-18,5	-	-	-	-	8	17	-	-	-	-	-	-	8	6	-	-

Conținutul unor radioizotopi artificiali şi repercursiunea accidentului de la Cernobâl

Sursa principală de poluare a mediului cu radionuclizi artificiali este aerosolul radioactiv indus în atmosferă în urma exploziilor armelor nucleare, accidentelor stațiilor atomoelectrice (SAE) şi întreprinderilor ciclului nuclear. Sub influența forței de gravitație (depuneri „uscate”), ploilor şi zăpezilor (depuneri „umede”) substanțele radioactive se sedimentează treptat pe suprafata Terrei. Troposfera se curăță mai rapid, în timp de o luna, pe cînd stratosfera mai încet, pe parcursul a 2-3 ani [11].

După accidentul de la SAE Cernobil, în Chişinau, β-activitatea depunerilor s-a majorat, în mai 1986, pană la 19.6.10³ Bq/m²/ lună. Ulterior, acest indice treptat s-a redus pana la 16,8 Bq/m²/lună, în luna decembrie a aceluiaşi an.

În ajunul accidentului de la SAE Cernobâl conținutul Sr-90 (Bq/kg) în solurile zonei de Nord a Moldovei (tabelul 3), în general, era mai mic de 3,7 (71%), Centrale – 7,4-11,1 (45%), Sudice – 3,7-7,4 (93%). În medie pe republică conținutul acestui izotop artificial predomina în limitele 3,7 – 7,4 Bq/kg sol (52%). Conținutul maxim al Sr-90 în limitele 14,8-18,5 Bq/kg sol a fost depistat numai în 8 puncte de reper constante din totalul de 46 în zona Centrala (17%) şi 8 puncte din 132 în zona Sudică – 6% [28, 10, 3].

Conținutul de Cs-137 (Bq/kg sol) în acea perioadă de timp (tabelul 3) în zona de Nord a Moldovei oscila în limitele 7,4 – 11,1 (61%), Centrale şi Sudice, în limitele 3,7-7,4 (respectiv 70% şi 93%). Continutul maxim al acestui radionuclid, în limitele 11,1-14,8 Bq/kg sol a fost depistat în Zonele de Nord şi Centrală în 3 puncte (respectiv 10% şi 7%).

Investigațiile indică ca, în fond, poluarea terenurilor a fost cauzata de depunerile radioactive globale „vechi”, în urma experimentelor anterioare de arme nucleare. De notat ca în medie pe republică numai în 22 cazuri (17,0%) continutul radionuclizilor < 3,7 Bq/kg sol nu prezenta pericol, pe cînd în 68 de cazuri (52%) nivelul poluarii se clasifica drept „potential periculos”, iar în 42 de cazuri (32%) era sub nivelul „potențial pericolos”. Deci, conclizionăm ca înca pîna la accidentul de la SAE Cernobîl, conform gradației respective [21], o treime din suprafața Moldovei era contaminată la nivelul „potential periculos”, poluarea fiind numai cu circa o ordine de marime mai jos de 10^{-6} chiuri m² [28, 10, 3].

După accidentul de la SAE Cernobâl din anul 1986, nivelul fondului radioactiv al Moldovei a crescut brusc. Depunerile radioactive, cauzate de aceasta avarie, au căzut neuniform pe teritoriul republicii, în funcție de factorii meteorologici, în special de curenții maselor de aer. Daca anterior fondul gamma pe teritoriul republicii varia în limitele 8-12 μR/h, apoi în luna mai a anului 1986, după avaria de la SAE Cernobîl, el a crescut pîna la 50-200 μR/h, unele terenuri atingind doze de iradiere şi mai mari (tabelul 4) de exemplu, 402 în raionul Soroca, 321 – în s. Sofia, Drochia, 257 – în raionul Ştefan Voda. [22, 8, 3] De notat că în cazurile cînd iradierea depaşeşte valoarea de 60 μR/h, sunt necesare măsuri prompte de control special şi profilaxie.

Către anul 1988 fondul radioactiv s-a redus în medie la 17-22 μR/h [22, 8, 3]. Imediat după accidentul de la SAE Cernobîl radioactivitatea solurilor şi plantelor era mai ridicată din cauza prezenței radioizotopilor de scurtă durată. Actualmente, ea constituie în medie 11-17 μR/h, [4, 8, 3, 5], iar în zona de Nord – 22-28 μR/h.

Îu scopul studierii complete a situației radiaționale a teritoriului Republicii Moldova, în anul 1991 a fost efectuată relevarea aerogamaspectrometrică la scara 1:200 000, care a permis depistarea a şase terenuri sporit contaminate [17]. În anii 1993-1994 ele au fost studiate mai detaliat prin masurări terestre şi analize de laborator, care au stabilit predominarea în substanțele radioactive sedimentate ale Cs-137 (tabelul 4). Cantitatea acestuia în sol s-a majorat în unele locuri de zeci de ori. Astfel, pe terenurile agricole ale comunelor Sobar şi Oclanda, raionul Soroca, conținutul de Cs-137 (Bq/kg sol) a atins valorile de 294 şi respectiv 197, st. Albinița, raionul Falesti – 47, s. Chirsova, raionul Comrat – 36,1, s. Erjovo, raionul Rîbnița – 29, raionul Cahul – 36, în padurea s. Țariovca, raionul Rezina – 32. În orizontul superior înțelenit (0,5 cm), sub fînețe, în solurile pădurii s.Țariovca, conținutul radiocesiului a constituit 138

Tabelul 4

RADIOACTIVITATEA TERENURILOR CONTAMÎNATE EXCESIV

Terenul	Supra-fața, km²	Numarul de probe de sol	Valorile maximale		
			Fondul radiațional, μR/h	Densitatea poluarii, Cs-137, Ci/km²	Conținutul de Cs-137, Bq/kg
c. Cremenciug, raionul Soroca	160	67	35,0	2,18	1020,0
oraşul Soroca	4	3	17,7	0,50	299,8
c. Sofia, raionul Drochia	16	14	21,5	0,99	336,0
c. Sadova, raionul Călăraşi	100	47	17,0	0,70	188,7
c. Pruteni,raionul Făleşti	4	5	17,6	0.40	108,8
c. Carmanova, raionul Grigoriopol	4	5	18,2	0.60	138,5

Bq/kg, iar în pădirea s. Sobar, raionul Soroca - 1431 Bq/kg. A fost constatată pe unele terenuri şi sporirea considerabila a Sr-90 pîna la 130 Bq/kg sol în s. Sobar, raionul Soroca, 32 Bq/kg sol (s. Țariovca, raionul Rezina [22, 8, 3]. În orizonturile înțelenite şi sub paduri radioactivitatea solurilor era mai ridicată cu 3-7 μR/h.

Pe parcursul următorilor ani – timp aproape că egal cu perioada de înjumătățire (dezagregării nuclelor) a Sr-90 şi Cs-137, precum şi ca rezultat al migrării descendente a radioizotopilor pe profilul solului, acțiunii pedoerozionale, recoltării, conținutul acestora s-a redus de câteva ori. Monitoringul radiologic al acestor terenuri e necesar de continuat, cu includerea studiului privind impactul asupra sănătății populației.

Au fost poluate puternic cumpenele apelor şi interfluviile cu altitudine maximă. Adeseori, ca rezultat al aratului, cantitatea sporită a radionuclizilor artificiali este permutata sub stratul arabil. Au fost depistate (s. Sadova, raionul Călăraşi, s. Sofia, raionul Drochia, s. Oclanda, raionul Soroca, s. Hlinaia, raionul Grigoriopol) profile de sol cu al doilea maximum al continutului radiocesiului. În s. Grigorăuca (raionul Soroca) concentrația acestui radionuclid, la adîncimea de 60 cm era mai mare (43 Bq/kg) decît în stratul arabil (31 Bq/kg) [17, 8]. Aceste fenomene se datorează desfundării solurilor, migrarii sedimentelor substanțelor radioactive în aniii precedenți accidentului de la SAE Cernobîl. Are loc migrarea de Sr-90 şi radiocesiului pe elementele reliefului [10, 3].

După accidentul de la Cernobîl continutul de Sr-90 şi Cs-137 în culturile agricole, pe terenurile poluate cu substante radioactive, s-a majorat considerabil, însa a fost, totuşi, mai jos de limita concentrației admisibile (LCA).

În organele vegetative coeficientul acumulării acestor radioizotopi este cu o ordine de marime mai mare decît în boabe, acumulîndu-se mai cu seamă în frunzele tutunului, masa verde a lucernei, ierburilor, ierbii de Sudan, sorgului. [10, 3, 5].

În primele zile după accidentele nucleare şi dispersarea substantelor radioactive în atmosferă, cel mai mare pericol pentru poluarea mediului prezintă I-131. Dar, datorită perioadei de înjumătățire relativ scurte (8,05 zile), acest radioizotop nu se acumuleaza în sol în cantități mari. El contaminează plantele în special pe cale aeriana. În primele decade după accidentul de la Cernobîl erboasele erau totalmente poluate cu I -131, al cărui conținut depăşea de 2,4-15,5 ori LCA. În laptele vacilor cantitatea acestuia depăşea limita de 3 ori [10, 3]. Contaminarea produselor cerealiere şi animaliere cu radionuclizi în acea perioada a fost constatată şi în România [2].

Datorită faptului că de la accidentul de la Cernobîl a trecut o perioadă de timp aproape egală cu perioada de înjumătățire a cantității de Sr-90 şi Cs-137, s-a redus semnificativ nivelul de radioactivitate al învelişului de sol, diminuîndu-se şi tranziția radionuclizilor în recoltele culturilor agricole. Conținutul de Sr-90 şi Cs-137 în producția vegetală a atins nivelurile de până la catastrofa de la Cernobîl. Situația radiaționala, pe parcursul ultimilor ani, este stabilă.[5, 4, 8].

În încheiere, mentionam că accidentul de la SAE Cernobîl, experimentele cu arme nucleare ce au avut loc pe Terra demonstrează cu prisosință pericolul real al poluarii radioactive a teritoriului Republicii Moldova. Situația radiologică este potențial agravată şi de faptul funcționarii în jurul nostru, la o distanță de 125-140 km, a 7 stații atomoelectrice.

Totodată, e necesar de luat în calcul faptul că teritoriul Moldovei poate fi afectat şi de accidentele ce pot avea loc la distanțe cu mult mai mari. Astfel, după catastrofa de la Centrala Atomoelectrică Fucuşima, Japonia, Serviciul Hidrometeorologic de Stat al Republicii Moldova a depistat în aerosolul atmosferei cantități neînsemnate, de Cs-137 ($8,9\cdot10^{-5}$Bq/m^3), Sr-90 ($2,4\cdot10^{-5}$ Bq/m^3), K-40 ($11,0\cdot10^{-3}$ Bq/m^3) şi urme de I-131 ($3,0\cdot10^{-5}$ Bq/m^3)[4].

În plus, Moldova este situata între latitudinile 40-50º - epicentrul precipitațiilor radioactive globale. Aspectele menționate determină organizarea unui sistem radiologic riguros. Specificul administrării în condițiile contaminării terenurilor agricole se reduce la necesitatea obținerii producției agricole cu un conținut minim al radionuclizilor [5, 8, 9].

CONCLUZII

1. Continutul elementelor radioactive naturale în solurile Moldovei şi culturile agricole este în limitele lui fireşti. Cu usurarea texturii solurilor cantitatea toriului se micşoreaza de 10 ori, iar a radiului şi radiopotasiului de 3 ori.
2. Nivelul fondului radioactiv al mediului Republicii Moldova a crescut ca rezultat al poluării cu radioizotopi artificiali în urma experimentelor anterioare cu arme nucleare, accidentelor ce au avut loc la întreprinderile şi centralele atomoelectrice. Către anul 1986, pîna la accidentul de la Cernobîl, conform gradației respective, o treime din suprafața solurilor Moldovei era deja contaminată aproape de „potențial periculos”.
3. După accidentul de la Cer-

nobil a avut loc poluarea masiva a mediului Republicii Moldova cu radioizotopi artificiali, fiind depistate 6 zone anomaliu contaminate. Cu toate acestea, cantitatea de Sr-90 şi Cs-137 în sol şi culturile agricole nu a depăşit limita concentrației admisibile (LCA). În primele decade, însa, conținutul de I-131 în masa verde (nutrețurile suculente) depăşea LCA de 2,4 – 15,5 ori, fapt ce a contribuit la acumularea lui în laptele oilor şi vacilor în cantități mai mari de limită.

4. Ținînd cont de faptul că în jurul teritoriului Republicii Moldova, la distanțe de 125-400 km, sunt situate 7 stații atomoelectrice, care influențeaza poluarea mediului înconjurator, accidentele spontane ce pot avea loc la stațiile din alte regiuni (recent la „Fucuşima") este necesar monitoringul radiologic peremanent.

Directiile principale în perfecționarea metodologiei efectuarii monitoringului radiologic sunt: perfecționarea sistemului controlului radiațional, studierea sistematica a nivelurilor de poluare ale terenurilor şi producției agricole, legităților migrării radionuclizilor în ciclurile ecologice şi trofice, depistarea landşafturilor elementare „critice" pe teritoriul contaminat.

BIBLIOGRAFIE

1. Algueperse I., Chalabrevss J., Coulon R., Graubv A., Uzzan G. 1982. Impact Radioloigique des rejets atmospheriques d'une centrale au carbon//Health yenglez imacts of different sources of energy. Viena.

2. Botezatu E., Iacob O. 1992. Iradierea populației României datorită ingestiei de radiocesiu şi stronțiu-90, ca urmare a accidentului de la Cernobâl – (anul 2 şi 3 după accident)//Mediul Înconjurator. Vol. III, nr. 3, Bucuresti, p. 47-55

3. Burlacu I., Stasiev Gr., Pleşco L., Nedealcov S. 1999, Monitoring ecopedologic (ecotoxic şi radioecologic). Chişinau, 67 p.

4. Gâlcă G., Balan V., Ştain O., Jăpălău V. 2011 (Starea actuală a radioactivității mediului ca urmare a accidentului nuclear de la Fucuşima, Japonia // Note informative şi publicații. Meteo.md

5. Jigau Gh., Grigheli Gh., Nedealcov S., Stasiev Gr. 2005. Procesul de poluare a solurilor cu metale grele şi radionuclizi în cadrul landsaftului spațiului dintre Prut şi Nistru// Factori şi procese pedogenetice din zona temperată. Vol. 4. Serie noua. Iaşi: Ed. Universității Al. I. Cuza. p. 145-156.

6. Mehzel R.G. 1968. S. agricult. Food Chem., nr. 16. p. 231-234.

7. Sonoc S., Goergescu Monica, Mihailă B. 1992. Impactul activitaților umane asupra radioactivitații naturale a mediului //Mediul Înconjurător. Vol. III, nr. 3, Bucureşti, p. 41-46.

8. Starea mediului în Republica Moldova în 2007-2010 (Raport Național), Chişinău, 2011, p. 146-148.

9. Stasiev Gr. 2011, Referințe privind radioecologia post-cernobîleană în Republica Moldova//. Cernobîl-tragedia Veacului, Chişinau, p. 94-99.

10. Stasiev Gr., Nedealcov S., Burlacu I., 1998, Starea radioecologica a mediului Republicii Moldova. Chişinau, 115 p.

11. Аненков Б. Н., Юдинцева Е. В., 1991., Основы сельскохозяйственной радиологии. М.: Агропромиздат, 287 с.

12. Баранов В. М., Титова Н. А., 1973, Радиогеология. М.

13. Гаврусевич Б. А., 1968, Основы общей геохимии. М.: Недра, 328 с.

14. Гулякин И. В., Юдинцева Е. В., 1973, Сельскохозяйственная радиобиология. М.: Колос, 272 с.

15. Карабаджак И. Г., 1978, Естественная радиоактивность основных типов почв Молдавии. Машинопись. Кишинев. 135 с.

16. Козлов В. Ф., 1977. Справочник по радиационной безопасности. М.: Атомиздат. 384 с.

17. Колотова В. Д., Новоселецкая Н. И., Журова Г. А., 1994, Отчет: Оценка радиоактивной загрязненности лито-гидросферы территории Республики Молдова. ПО AGeoM. Кишинев, 154 с.

18. Коновалова М. Е., Панкина И. Г., Одаева Н. Л., 1979. Содержание естественных радиоактивных елементов в системе удобрение-почва- растение//Первая Всесоюзная Конференция по сельскохозяйственной радиологии. Тез. докл. М. с. 165-166.

19. Мартынов В. В., Базылев В. В., 1992, Поведение тяжелых естественных радионуклидов в почвах при орошении //Экология, № 1. С. 16-20.

20. Мель М. 1979. Уровень естественного и техногенного облучения человека // Атомная техника за рубежом. № 5. С. 40-45.

21. Методические разработки по сельскохозяйственной радиологии., 1974, Часть VII. М. 26 с.

22. Недялков С. И., Буюк Л. В., Солыш М. Д., Абдурахманова З. Д., Голик А. А., 1994, Отчет о выполнении научно-исследовательских работ за 1994 г. Кишинев. Научно-технологический институт агрохимиического обслуживания. 39 с.

23. Перельман А. И.,1975, Геохимия ландшафта. М.:Высшая школа, 341 с.

24. Природные источники излучения., 1975, Сб. № A/Ae.82R/297. Объединенные Нации. Генеральная Ассамблея. Научный комитет ООН по действию атомной радиации.

25. Соколова О. К., Кузнецов А. В., 1986, Группировка почв по содержанию в них естественных радионуклидов //Влияние интенсивной химизации сельского хозяйства на накопление естественных радиоактивных нуклидов в почве и продукции растениеводства М., 46-54 с.

26. Стасьев Г. Я., 1986, Естественная радиоактивность озимой пшеницы и кукурузы //Влияние интенсивной химизации сельского хозяйства на накопление радиоактивных нуклидов в почве и продукции растениеводства. М, с. 59-73.

27. Стасьев Г. Я., 1991, Естественная радиоактивность почв и растений //Почвы Молдо-вы и их изменение в условиях интенсивного земледелия. Кишинев: Штиинца. С. 41-56.

28. Стасьев Г. Я., Некрасов Ю. И., Буюк Л. В., 1984, Усовершенствовать систему наблюдений и контроль за радиоактивным загрязнением сельскохозяйственных угодий. Научный отчет с приложением карто-схемы. Научно-технологический институт агрохимического обслуживания. Машинопись. 20 с.

29. Урсу А. Ф. Почвенно-экологическое микрорайонирование Молдавии. 1980. Кишинев. 208 с.

ROLUL ECOLOGIC AL PĂDURILOR

Cercetător ştiinţific **Viorica STRATU,**
dr. inginer în biologie **Ion TULBURE**
Institutul de Protecţie a Plantelor al AŞM

Situaţia actuală a pădurilor la scară globală şi naţională

Viaţa noastră pe pămînt este determinată de acea minune a naturii care poartă numele de **Floră.** Plantele, aceste ,,fabrici verzi", sunt principala verigă de joncţiune dintre viaţă şi moarte. Prin intermediul energiei solare ele transformă elementele mediului abiotic - bioxidul de carbon şi apă - în compuşi dătători de viaţă, substanţe organice, care sunt izvorul existenţei tuturor vietăţilor de pe pămînt. O parte specială a lumii vegetale o constituie acele plante, care formează învelişul silvic al planetei.

Pădurea este un mare dar al naturii. Din cele mai îndepărtate vremuri omul a admirat şi a iubit pădurea, ea servindu-i drept adăpost şi sursă de hrană. Încă în Egiptul Antic, faraonul Ramzes al III-lea se mîndrea cu faptul că armata a sădit la ordinul lui păduri întregi. ,,Eu am plantat mari suprafeţe cu pomi, spunea el, pentru ca pămîntul să păstreze vlaga, iar oamenii să se odihnească la umbra lor".

Suprafaţa planetei noastre constituie 51 miliarde de hectare. Dintre care, 36 miliarde hectare, sau 71%, revin oceanelor şi mărilor şi doar 15 miliarde – continentelor. După cum afirmă oamenii de ştiinţă, cu 500 de ani în urmă, planeta era acoperită cu păduri pe o suprafaţă de 9 miliarde de hectare. Cu timpul, 2/3 din această bogăţie au fost nimicite. La ora actuală pădurile ocupă aproximativ 3 miliarde de hectare, fiecărui locuitor al Terrei revenindu-i aproximativ 43 de ari de plantaţii silvice. Însă, suprafaţa pădurilor continuă să se micşoreze vertiginos. În fiecare minut, de pe glob dispar 33 hectare de pădure. Anual, doar în scopul producerii a circa 700 milioane tone de hîrtie, se taie 25 milioane de hectare de păduri. În Asia Mică, India, China, Indonezia, Filipine, în ţările din bazinul Mării Mediterane pădurile sunt pe cale de dispariţie totală. Experţii Organizaţiei Naţiunilor Unite consideră că în cazul în care nu vor fi diminuate ritmurile de tăiere, peste aproximativ 85 de ani pădurile vor dispărea de pe Pămînt!

Care-i situaţia în Republica Moldova? E cu mult mai gravă decît în multe alte ţări. Dacă în ansamblu pe glob, după cum am menţionat anterior fiecărui locuitor îi revin 0.43 hectare, apoi în Moldova acest indice este de aproximativ 0,10 ha! Situaţia este catastrofală. Cred că una dintre cauzele acestei situaţii este necoenştizarea de către o mare parte a populaţiei a importanţei pădurilor în viaţa societăţii.

Reieşind din zona în care ne aflăm şi de suprafaţa forestieră ce revine unei persoane – rolul principal al pădurilor este cel ecologic şi nicidecum cel economic!

Pădurile au funcţii multiple pentru menţinerea unui mediu sănătos:

1. În primul rînd ne vom referi la funcţia de menţinere a echilibrului gazelor în biosferă.

Ca să ne dăm seama ce ne aşteaptă, este necesar să cunoaştem importanţa unui hectar de pădure în viaţa noastră.

Odată cu dezvoltarea progresului tehnico-ştiinţific, creşte şi rolul ecologic al pădurilor mult superior celui de sursă a bunurilor materiale. Este suficient să menţionăm că datorită plantaţiilor verzi se compensează consumul crescînd al oxigenului. Putem afirma că ne menţinem doar datorită pădurilor. Un hectar de plantaţii absoarbe bioxidul de carbon expirat de 500 de persoane şi elimină oxigen pentru viaţa a 30 de oameni. Exprimîndune la figurat, copacii sunt adevărate ,,fabrici verzi" de curăţare a aerului. Arborii de pe un hectar de pădure absorb anual de la 4,6 pînă la 6,5 tone bioxid de carbon şi elimină 3.5-5 tone oxigen. Pe parcursul vieţii se schimbă şi capacitatea plantaţiilor silvice de purificare a aerului. De exemplu, un hectar de pini în vîrstă de 20 de ani absoarbe 9 tone de bioxid de carbon, iar la vîrsta de 60 ani – 13 tone. Randamentul plantaţiilor forestiere depinde, de asemenea, de componenţa speciilor. Dacă, de exemplu, egalăm capacitatea de purificare a aerului a unui hectar de brazi cu 100% , apoi productivitatea unui hectar de pini este de 160% , tei- 250% , stejar – 450% , plop- 700% . Plantaţiile forestiere pe glob absorb anual circa 19,5 miliarde tone de bioxid de carbon şi elimină 15 miliarde de tone de oxigen. Este imposibil de imaginat amploarea catastrofei globale în caz de dispariţie a pădurilor de pe Pămînt.

2. Purificarea aerului de praf

Plantaţiile silvice curăţă bazinele aeriene ale oraşelor şi satelor de praf, gaze toxice, fum, funingine etc. Brazii de pe o suprafaţă de 1 ha. reţin pe coroanele lor pînă la 32 tone de praf pe an, pinii – 35 tone, ulmii – 43 tone, stejarii – 54 tone, fagii – 68 tone. Conţinutul de praf din aerul de pe o stradă înverzită este de trei ori mai mic decît pe una fără copaci. Cercetările ştiinţifice au arătat că în condiţiile urbane conţinutul de praf sub coroanele arborilor, chiar şi iarna este cu 34 la sută mai mic decît pe loc viran. S-a stabilit, de asemenea, că şi capaci-

tatea de reținere a prafului diferă de la o specie la alta. Ulmul, de exemplu, reține de 6 ori mai mult (3,4 mg/m^2) decît plopul.

3. Rolul igienic al pădurilor

Rolul pădurilor nu se reduce doar la păstrarea echilibrului dintre conținutul de oxigen, bioxid de carbon şi azot. În procesul de fotosinteză multe specii elimină substanțe chimice foarte active. În aerul de pădure au fost depistate peste 300 de asemenea substanțe. Un hectar de conifere elimină pînă la 5 kg de substanțe chimice cu însuşiri fitoncide, care nimicesc microbii provocatori de boli şi de dăunători. De exemplu, într-o pădure de pini un metru cub de aer conține numai 170 de microbi, în una de specii asociate (foioase şi conifere) – 1400, de mesteceni – 1800, într-o pădure de luncă – 634. Nucul, salcîmul, salcia, stejarul, bradul, plopul ş.a. produc cele mai multe fitoncide. În anumite doze fitoncidele ameliorează schimbul de substanțe în organism, calmează sistemul nervos. De exemplu, fitoncidele din mugurii de plop şi eucalipt distrug virusul gripei, cele din varză rețin dezvoltarea bacilului de tuberculoză etc.

4. Rolul stabilizator al reliefului

Se ştie că cei mai abrubți versanți sunt în Codrii Moldovei, însă acolo unde pădurile sunt păstrate procesele de alunecări nu au loc şi invers, acolo unde pădurile au fost distruse şi nimicite – alunecările de teren sunt foarte active (Leuşeni, Hînceşti, Ghiliceni-Teleneşti, Călăraşi, Făleşti, Nisporeni etc.). Arborii, datorită volumului considerabil de rădăcini care împînzesc solul la diferite adîncimi, pe de o parte, fixează solul, pe de altă parte – evacuează excesul de apă care provoacă alunecările terenurilor, în care argilele impenetrabile sunt aproape de suprafață. De rînd cu fixarea terenurilor, poate fi soluționată parțial şi problema acută a aprovizionării populației cu resurse energetice pentru încălzirea locuințelor.

5. Pădurile- factor determinator al climei

Pădurea nu este un simplu component al mediului înconjurător, dar un sistem ecologic purtător al unei energii colosale, prin care influențează activ asupra biosferei. Ea determină distribuirea depunerilor atmosferice. Majoritatea rîurilor şi rîulețelor îşi au izvoarele în inima codrilor şi, odată cu dispariția pădurilor, dispar izvoarele, rîurile. Rolul pădurii este considerabil şi în reglarea microclimei. În pădure gerul din timpul iernii este mai slab, la fel şi arşița pe timp de vară, deoarece acestea stăvilesc vînturile. Fîşiile de pădure ameliorează microclima pe ogoarele agricole, protejează solurile. În urma acțiunii lor ameliorative, scurgerea apelor de pe suprafața versanților se reduce de 2-3 ori. Prin urmare, solurile din preajmă absorb cu 40-60 % mai multe depuneri atmosferice, care asigură un spor considerabil al recoltelor.

6. Pădurea – caznaua biodiversității

În condițiile progresului tehnico-ştiințific contemporan păstrarea biodiversității devine din ce în ce mai dificilă. Nu întîmplător de soluționarea acestei probleme se ocupă în cadrul mai multor convenții internaționale (Convenția privind diversitatea biologică, Rio de Janeiro, 1992; Convenția privind speciile migratoare de animale, Bonn, 1979; Convenția privind zonele umede de importanță internațională, Ramsaar, 1971).

Pe teritoriul Republicii Moldova cresc circa două mii de specii de plante – ganerogame, ferigi, muşchi, licheni şi ciuperci superioare. Numărul speciilor în ultimii 30-40 ani s-a micțorat considerabil. La ora actuală lista speciilor pe cale de dispariție şi foarte rare cuprinde 269 de denumiri. Din punctul de vedere al păstrării biodiversității pădurile sunt adevărate caznale. În argumentarea acestei afirmații o să venim cu două exemple. Doari în Rezervația ,,Codrii" cresc peste 1000 de specii de plante, dintre care 18 specii de licheni, 90 specii de muşchi şi circa 780 specii de ecvizetacee, ferigi şi plante vasculare. În Rezervația ,,Plaiul Fagului" cresc peste 900 specii floristice, inclusiv: 645 specii vasculare, 151 specii ciuperci, 65 specii de muşchi etc. De asemenea, pădurile sunt habitatul majorității animalelor şi păsărilor sălbatice.

7. Rolul arborilor în purificarea sonoră a atmosferei

Vegetația forestieră contribuie la atenuarea poluării fonice, îndeplinind rolul de ecran acustic.

Coroanele înfrunzite ale arborilor absorb 26% din energia fonică, adică a zgomotului, celelalte 74% fiind reflectate şi dispersate. Pe străzile urbane plantate cu arbori zgomotul e de 5 ori mai slab decît pe cele lipsite de pomi.

8. *Rolul decorativ al arborilor*

Plantațiile verzi de pe teritoriul urbei contemporane joacă un rol important în formarea aspectului arhitectural al localității, în organizarea şi funcționarea teritoriilor urbane şi rurale, ameliorează condițiile igienico-sanitare şi viața populației.

Plantațiile verzi teritoriale se împart în interurbane şi extraurbane.

Din punct de vedere funcțional acestea se împart în:

a) *de uz obştesc* – parcurile, plantațiile raioanelor locative, scuarurile, bulevardele etc;
b) *de uz limitat* - pe sectoarele şcolilor, grădinițelor, spitalelor, întreprinderilor industriale etc.
c) *Speciale* – pe străzi, zonele sanitare de protecție, grădini botanice şi zoologice, expoziții, pepiniere etc.

Plantațiile de uz public trebuie să fie amplasate uniform pe tot teritoriul urbei şi ca o centură verde în afara ei. Elementele principale ale înverzirii sunt parcurile de odihnă polifuncționale. Acestea servesc ca bază pentru odihna populației, petrecerea diferitelor acțiuni sportive, culturale etc. Parcurile orăşeneşti se organizează reieşind din limita a 75 – 100 m^2, pentu fiecare vizitator. În parc plantațiile verzi trebuie să ocupe 70% din teritoriu, 8-10% terenurile de odihnă, aleiele – 10-12%, 5% – obiectele de distracție ale parcului, 5% – locurile de joacă pentru copii. Parcul trebuie să fie o grădină mereu înfloritoare. Anume pe acest principiu se selectează speciile forestiere şi de arbuşti în structura plantațiilor verzi. Arborii şi arbuştii se combină după termenele de înflorire, aspectul frunzelor în timpul verii şi culoarea acestora toamna, desenul coajei tulpinilor, culoarea şi aspectul fructelor etc.

Plantațiile verzi servesc pentru odihna cotidiană a populației. Suprafața acestora este determinată de numărul populației. Suprafața plantațiilor verzi necesară unei persoane constituie 9 mp.

Scuarurile se amenajează în fața clădirilor publice, monumentelor istorice, în curțile caselor etc. Suprafața acestora variază între 0,2-2 ha. De-a lungul drumurilor se plantează fîşii verzi de arbori şi arbuşti, cu o lățime nu mai mică de 16 m, cu specii cu o capacitate bună de producere a oxigenului.

Suprafața plantațiilor verzi pe teritoriul grădinițelor de copii trebuie să fie de 18-24 mp, pentru fiecare copil şi nu trebuie să aibă în componență pomi fructiferi sau specii cu frunze sau flori ce elimină substanțe otrăvitoare.

O deosebită importanță au plantațiile verzi pe teritoriul spitalelor, sanatoriilor etc. Aici suprafața înverzită trebuie să constituie nu mai puțin de 70 %, unui bolnav trebuie să-i revină nu mai puțin de 50 mp. În componența lor trebuie să fie obligatoriu specii răşinoase, specii care reproduc intensiv oxigenul etc. Se exclud speciile otrăvitoare şi cu spini.

La întreprinderile industriale plantațiile verzi trebuie să constituie 15-20 % din suprafața acesteia. Rolul lor este de a proteja populația de emanările nocive, praful şi zgomotul produs.

9. *Importanța economică a pădurilor*

Pădurea este un izvor foarte important de resurse materiale. Este necesar de remarcat faptul că mai mult de 20 de mii de tipuri de mărfuri necesare omului se produc din lemn.

E timpul să constientizăm că pur şi simplu să iubim natura e prea puțin. ***Ocrotiți pădurea – garantul sănătății generațiilor viitoare.***

CĂTINA ALBĂ, UN ADEVĂRAT IZVOR DE VITAMINE

Nina CIOCÂRLAN, doctor în biologie
Grădina Botanică (Institut) a AȘM

Hippophae rhamnoides L. (cătină albă) este o specie din familia *Elaeagnaceae*, răspândită în Europa și Asia. Potențialul terapeutic al cătinei a determinat introducerea ei în cultură în SUA, Canada, Germania, Rusia, China şi Ucraina.

În Republica Moldova se cultivă ca plantă medicinală, alimentară și ornamentală. Evadând din cultură, deseori, crește spontan pe marginea drumurilor, în parcuri, în locuri însorite.

Este cunoscută și sub numele de cătină de râu, cătină cenușie, cătină ghimpoasă, cătină roșie.

Scurt istoric

Genul *Hippophae* derivă de la termenii greceşti „*hippos*”, ceea ce semnifică „*cal*” şi „*phao*”, în traducere din greacă - „*omor*”. Astfel, denumirea se referă la utilizarea încă în antichitate a fructelor de cătină pentru eliminarea viermilor intestinali la cai. Legendele, însă, spun că, cătina era hrana preferată a lui Pegas, calul înaripat al mitologiei grecești. Alți autori antici, precum Dioscoride şi Theophrast, recomandau cătina în hrana cailor de curse pentru sporirea masei musculare şi a luciului părului.

Primele popoare care au descoperit virtuțile terapeutice ale cătinei au fost tracii, hinduşii, grecii, chinezii, mongolii, celții şi slavii. Prima documentare scrisă apare în secolul al VII-lea după Hristos în tratatul clasic de medicină tibetană „*Rgyud Bzi*”, care recomanda în mod explicit consumul de fructe de cătină pentru cei care călătoreau la mari înălțimi.

Cele patru cărți fundamentale ale medicinei chinezeşti tradiționale apărute în decursul dinastiei Tang (907 după Hristos) recomandau cătina pentru tratamentul bolilor de piele şi a afecțiunilor tubului digestiv. În Rusia, unde creşte pe suprafețe foarte mari, cătina a fost numită „*ananas siberian*” datorită gustului plăcut şi proprietăților revigorante. Proprietățile magnifice ale plantei nu au rămas neobservate şi în perioada modernă, când au fost utilizate experimental în alimentația cosmonauților sovietici, deoarece, pe lângă celelalte calități ale cătinei, cercetătorii ruși au descoperit că aceasta protejează organismul uman de radiațiile cosmice.

Descriere botanică

Arbust cu înălțimea de 1-6 m, cu tulpini ramificate și ramuri prevăzute cu spini și muguri mici, păroși. Frunzele sunt alterne, aproape sesile, scurt-pețiolate, pe partea superioară de culoare verde-cenușie pe cea inferioară – albicios-argintie. Florile sunt mici, dioice, de culoare galbenă-ruginie acestea apar înaintea frunzelor. Florile masculine cu două sepale și patru stamine sunt grupate în inflorescențe globuloase. Cele feminine, cu două sepale foarte mici, sunt unite în raceme spiciforme. Fructe – drupe “false” globuloase până la ovoid-cilindrice, de culoare galben-portocalie, grupate în mănunchiuri.

Înflorește în lunile martie-aprilie.

Recoltare

În scopuri terapeutice se utilizează fructele (*Fructus Hippophae*) care se recoltează de la sfârșitul lunii august până la sfârșitul lunii octombrie. Recoltarea se face în momentul când fructele ating greutatea maximă și conținutul de principii active este cel mai înalt. În condițiile țării noastre recoltarea

fructelor de cătină se recomandă să se efectueze până la mijlocul lunii octombrie. După aceasta, fructele sunt supramaturate, scad în greutate, se zdrobesc ușor, iar o parte dintre ele crapă în momentul recoltării. De asemenea, după primul îngheț scade brusc conținutul de vitamina C.

Tufele dese, spinii lungi și rigizi, fructele mici și aglomerare, precum și prinderea lor puternică de ramuri face procesul de recoltare foarte dificil. Recoltarea se efectuează manual, prin desprinderea fructelor direct de pe tufă. Pentru eficientizarea operațiunii de recoltare, se mai practică și folosirea unor instrumente speciale (piepteni de metal cu dinți lungi, cârlige, greble etc.). Fructele se depozitează în ambalaje mici, pentru a evita strivirea lor; se pot păstra timp de 3-4 săptămâni la temperatura de 0^0C.

Principii active

Fructul conține zaharuri, acizi organici, pectine, polifenoli, flavonoide, celuloză, proteine, β-caroten, microelemente (fosfor, calciu, magneziu, potasiu, sodiu, fier), vitaminele hidrosolubile C, P, K, complexul de vitamine B (B_1-B_9), vitaminele liposolubile A, E, F și D. Fructul conține, de asemenea, acizi esențiali (acidul oleic, linoleic, pantotenic, palmitoleic, heptadecanoic, erucic, succinic, malic, maleiuc, ascorbic, licopen, criptoxantină, zeaxantină, taraxantină, fitofluină, kantofilă, tocoferoli, fitosteroli etc.). Semințele conțin acizi grași nesaturați (acidul linoleic și linolenic). Frunzele conțin proteine.

Efecte și utilizări terapeutice

Cătina este o sursă naturală excelentă de vitamine, de minerale, de substanțe antioxidante, de acizi grași esențiali şi de alți nutrienți care îi conferă efecte energizante, tonice, antianemice şi de creştere a imunității organismului. Se utilizează în:

Afecțiuni ale aparatului digestiv: hepatită cronică, ciroză, ulcer gastric şi duodenal, gastroenterite, colite, dureri de stomac, diaree, viermi intestinali, lipsa poftei de mâncare.

Afecțiuni cardiovasculare: cardiopatie ischemică, hipertensiune arterială, ateroscleroză, refacerea capilarelor lezate, depurația sângelui, stimularea circulației periferice a sângelui, arterite, varice.

Afecțiuni maligne: prevenirea şi combaterea tumorilor canceroase la sân, plămâni, ficat, colon.

Probleme respiratorii: tuse, gripă, tuberculoză pulmonară.

Afecțiuni renale și genitale: litiază renală, infecții urinare, insuficiență renală, prostatită şi adenom de prostată.

Dereglări ale sistemului nervos: nevroze, oboseală fizică şi intelectuală, surmenaj, astenie nervoasă, boli neuroendocrine, dereglări cerebrale, stări depresive, convalescență, paralizie.

Afecțiuni metabolice: diabet zaharat, colesterol ridicat, alcoolism, tabagism, anemie, avitaminoze, hipovitaminoze, scorbut, refacerea forțelor fizice şi intelectuale, întărirea sistemului imunitar, prevenirea îmbătrânirii premature.

Afecțiuni oculare: cataractă, glaucom, miopie, astigmatism.

Afecțiuni ale pielii: arsuri termice şi chimice, plăgi, răni grave, degerături, furuncule, abcese, iritații, psoriazis, iradierea pielii, urticarie, pistrui, reumatism, poliartroze, osteoporoză, alergii, revitalizarea şi întinerirea pielii, stimularea epitelizării țesuturilor lezate.

Atenție: Cătina este contraindicată în caz de colecistită acută, pancreatită, diaree cronică.

Alte utilizări

Fructele de cătină se utilizează în cosmetică, industria alimentară și în silvicultură.

Uleiul extras din fructe, datorită proprietăților emoliente și protectoare față de razele ultraviolete este un ingredient apreciat în preparatele cosmetice. Unguentele de uz cosmetic pe bază de ulei de cătină, respectiv creme antirid și nutritive, geluri și loțiuni de protecție, au o puternică acțiune revitalizantă pentru ten.

În scopuri alimentare, din cătină se prepară sirop, suc, dulceață, nectar, gem, jeleu, marmeladă, gelatină, băuturi alcoolice. Cele mai promițătoare produse care se pot obține din cătină sunt: ulei din semințe, ulei din pulpă, fructe uscate, aditivi alimentari, coloranți alimentari naturali, acizi naturali și vitamina C. Planta are proprietăți tinctoriale. Din frunze se obține vopsea de culoare neagră și cafenie, iar din fructe – galbenă și verde.

În zootehnie cătina se folosește în hrana animalelor. Fructele se folosesc ca hrană pentru găini și fazani.

Planta se folosește la combaterea procesului de eroziune a terenurilor, la fixarea stratului arabil, precum și în ameliorarea solurilor degradate.

Mod de administrare

Infuzie: 1-2 linguriițe fructe zdrobite la 250 ml apă clocotită. Se acoperă și se infuzează până la răcire, se strecoară şi se beau 2-3 căni pe zi, după mesele principale. Este o sursă importantă de vitamine, cu efecte în combaterea scorbutului, hepatitei cronice, gripei, nevrozelor, asteniei, diareei, stărilor de convalescență.

Decoct: 2 linguri fructe zdrobite la 500 ml apă. Se fierbe 2-3 minute, se infuzează 25-30 de minute și se îndulceşte cu miere de albine. Se beau două căni pe zi, cu înghițituri rare, pentru tratarea aterosclerozei, durerilor de stomac şi, extern, în ulcerații ale pielii.

Sirop: 750 g fructe prospete şi zdrobite se fierb în 2 litri de apă, se acoperă şi se infuzează până la răcire. Se strecoară, se adaugă 1 kg zahăr şi 3 linguriițe suc de lămâie şi