



UNIVERSITATEA „BABEŞ – BOLYAI”
FACULTATEA DE BIOLOGIE ŞI GEOLOGIE
CATEDRA DE TAXONOMIE ŞI ECOLOGIE

STUDII FAUNISTICE ŞI ECOLOGICE ASUPRA AMFIBIENILOR DIN PODIŞUL DOBROGEI

Rezumatul tezei de doctorat



Coordonator științific: Prof. Univ. Dr. Nicolae Tomescu

Doctorand: SZÉKELY JÓZSEF-PAUL

Cluj-Napoca 2010



UNIVERSITATEA „BABEȘ – BOLYAI”
FACULTATEA DE BIOLOGIE ȘI GEOLOGIE
CATEDRA DE TAXONOMIE ȘI ECOLOGIE

**STUDII FAUNISTICE ȘI ECOLOGICE
ASUPRA AMFIBIENILOR DIN
PODIȘUL DOBROGEI**

TEZĂ DE DOCTORAT - REZUMAT

COORDONATOR ȘTIINȚIFIC:
Prof. Univ. Dr. Nicolae Tomescu

DOCTORAND:
Székely József-Paul

**Cluj-Napoca
2010**

Cuprinsul tezei

Introducere	1
I. Istoricul cercetărilor legate de amfibienii din Dobrogea	5
II. Caracterizarea zonei de studiu	13
II. 1. Localizare	13
II. 2. Clima	19
II. 3. Geologia, pedologia	22
II. 4. Rețeaua hidrografică	24
II. 5. Vegetația	29
II. 6. Fauna	36
II. 7. Habitate	39
Partea 1 Distribuția amfibienilor din Dobrogea	45
III. Distribuția și Lista Roșie a amfibienilor din Dobrogea	47
III. 1. Introducere	47
III. 2. Materiale și metode	49
III. 3. Rezultate	51
III. 4. Discuții	86
III. 5. Conservarea amfibienilor din Dobrogea	89
Partea 2 Aspecte legate de biologia și ecologia genului <i>Pelobates</i> în Dobrogea	93
IV. Plasticitatea fenotipică adaptivă a mormolocilor genului <i>Pelobates</i> (<i>P. fuscus</i> și <i>P. syriacus</i>) la variația regimului hidrologic	97
IV. 1. Introducere	97
IV. 2. Materiale și metode	99
IV. 3. Rezultate	104
IV. 4. Discuții	119
V. Rata de creștere comparativă postmetamorfoză la speciile genului <i>Pelobates</i> (<i>P. fuscus</i> și <i>P. syriacus</i>)	129
V. 1. Introducere	129
V. 2. Materiale și metode	131
V. 3. Rezultate	133
V. 4. Discuții	138

VI. Particularități ale reproducerii la <i>Pelobates syriacus</i>	145
VI. 1. Introducere	145
VI. 2. Materiale și metode	147
VI. 3. Rezultate	148
VI. 4. Discuții	156
VII. Dimorfismul sexual la genul <i>Pelobates</i>	163
VII. 1. Introducere	163
VII. 2. Materiale și metode	165
VII. 3. Rezultate	166
VII. 4. Discuții	171
VIII. Morfometria comparativă a două populații de <i>Pelobates fuscus</i>	175
VIII. 1. Introducere	175
VIII. 2. Materiale și metode	176
VIII. 3. Rezultate	182
VIII. 4. Discuții	184
Concluzii	189
Lucrările științifice ale autorului pe care se bazează această teză	193
Bibliografie	195

Cuvinte cheie: amfibieni, distribuție, Listă Roșie, Dobrogea, perioadă larvară, plasticitate fenotipică adaptivă, metamorfoză, pelobatide, *Pelobates fuscus*, *Pelobates syriacus*, rată de creștere, reproducere, dimorfism sexual, morfometrie

Introducere

Prezenta teză este structurată pe două părți principale, precedate de o parte generală dedicată istoricului cercetărilor de herpetologie din Dobrogea (capitolul 1) respectiv prezentării principalelor caracteristici ale zonei studiate (capitolul 2). În prima parte (capitolul 3) ne propunem să prezentăm datele de distribuție a amfibienilor din Dobrogea, aduse la zi și completate de semnalările noastre, precum și analiza datelor istorice de distribuție existente (din articole, colecții muzeale sau date de teren nepublicate) din această regiune, analiză care ne-a permis evaluarea stării și statutului de conservare a speciilor de amfibieni din regiune și alcătuirea Listei Roșii a amfibienilor din Dobrogea.

Partea a doua (capitolele 4-8) este dedicată celor două specii ale genului *Pelobates*, prezente în regiunea studiată. Dobrogea constituie o zonă importantă pentru studiul acestui gen deoarece este, pe de o parte, limita sudică a arealului unei specii (*Pelobates fuscus*), iar pe de altă parte reprezintă limita nordică de distribuție a celeilalte (*Pelobates syriacus*), oferind condiții ideale pentru observarea interacțiunii dintre cele două specii. Dobrogea, datorită condițiilor climatice mai aride pare să ofere condiții favorabile speciei *P. syriacus*, care este o specie de zone semi-deșertice, într-o mai mare măsură decât speciei *P. fuscus*, care preferă condițiile climatice mai reci și umede din Europa Centrală și Estică. Astfel, au fost abordate aspecte legate de răspunsul adaptiv al celor două specii la condițiile fizico-geografice dobrogene, cum ar fi potențialul mormolocilor celor două specii de a face față la uscarea habitatelor de reproducere sau capacitatea juvenililor de a crește în această regiune. Prezenta teză își propune, de asemenea, să îmbogățească informațiile existente despre biologia și ecologia (în special detaliile legate de reproducere) acestor amfibieni care, datorită modului de viață nocturn și ascuns, prezintă numeroase aspecte nelămurite.

Capitolele 3-8 reprezintă articole parțial independente care au fost publicate sau sunt în curs de a fi publicate în reviste științifice internaționale sau naționale. Toate aceste capitole pot fi parcurse și independent deoarece fiecare din ele conține o parte introductivă în care este prezentată baza teoretică a subiectului abordat în cadrul articolului. Diferențele principale dintre aceste capitole și variantele publicate sunt reprezentate de detaliile studiilor oferite în această teză, detalii care au trebuit să fie omise în cazul articolelor

datorită spațiului limitat al revistelor științifice, precum și de formatul bibliografiei, care a fost unită într-una singură pentru întreaga lucrare.

Pe de altă parte, aceste capitole pot fi privite și ca un întreg, ca o încercare de a furniza o imagine cât mai completă și precisă asupra situației actuale a speciilor de amfibieni din Dobrogea, informații care, sperăm noi, se vor dovedi utile pentru protejarea faunei acestei minunate regiuni. De asemenea, prezenta teză își propune să furnizeze detalii legate de biologia și ecologia speciilor de pelobatide din această regiune și astfel să contribuie la cunoașterea a două din cele mai interesante specii de anure din țara noastră.

Mulțumiri

În primul rând țin să mulțumesc conducătorului științific al prezentei teze de doctorat, domnului prof. dr. Nicolae Tomescu, pentru îndrumarea, sfaturile și încurajările oferite, încrederea deplină în mine și mai ales pentru răbdarea de care a dat dovadă.

Domnului profesor Dan Cogălniceanu îi sunt în mod special îndatorat pentru ajutorul oferit. Cunoștințele acumulate pe perioada acestor câțiva ani de colaborare s-au dovedit a fi neprețuite și pentru acest lucru îi sunt îndeosebi de recunoscător. Domnului profesor Ioan Coroiu doresc să-i mulțumesc pentru sfaturile oferite și pentru încrederea pe care a avut-o în mine de-a lungul anilor. Domnului profesor Marius Skolka și doamnei profesoare Teodora Onciu le mulțumesc pentru ajutorul oferit în realizarea experimentelor de laborator și pentru bunăvoința de care întotdeauna au dat dovadă. Lui Marian Tudor îi mulțumesc pentru prietenie, ajutorul acordat încă de la venirea mea în Constanța și pentru faptul că a fost de acord să-mi pună la dispoziție datele personale de teren.

Le mulțumesc de asemenea pentru prețiosul ajutor oferit pe teren prietenilor mei Sebastian Bugariu, Alida Barbu, Răzvan Zinică, Elena Buhaciuc, Călin Hodor și Daniela Iordache. Lui Hartel Tibor îi mulțumesc pentru discuțiile incitante și ajutorul oferit legat de literatura de specialitate, iar lui Nemes Szilard îi mulțumesc pentru ajutor și colaborare. Lui Cristi Domșa și Laurențiu Rozyłowicz le mulțumesc pentru ajutorul oferit în realizarea hărților GIS iar colegilor mei de la Societatea Ornitologică Română le sunt recunoscător pentru răbdarea de care au dat dovadă și le sunt profund îndatorat pentru acest lucru.

Nu în ultimul rând mulțumesc familiei mele pentru ajutorul oferit de-a lungul anilor în formarea mea profesională, ajutor fără de care nu aș fi acum aici.

Această teză îi este dedicată Dianeii, fără al cărei ajutor prezenta lucrare nu ar fi putut fi realizată.

I.

Istoricul cercetărilor legate de amfibienii din Dobrogea

La începutul secolului XX apar lucrările celui pe care îl putem considera întemeietor al herpetologiei românești, CONSTANTIN KIRIȚESCU (1876-1965), cea mai importantă lucrare a sa fiind publicată în anul 1930: „Cercetări asupra faunei herpetologice a României” în care acesta prezintă în detaliu noua subspecie de triton, *Triton cristatus* var. *dobrogeicus*, descrisă în 1903 din Delta Dunării. Prima lucrare dedicată exclusiv Dobrogei este articolul marelui GRIGORE ANTIPA (1867-1944) din 1911 în care acesta descrie biodiversitatea Deltei Dunării.

În 1954 MIHAI BĂCESCU (1908-1999) descrie o nouă specie de anure din Dobrogea (România) și anume broasca săpătoare verde (*Pelobates syriacus balcanicus*), îmbogățind astfel lista de specii de amfibieni din țara noastră. În anii '60 apar 7 lucrări legate și de Dobrogea, din care de departe, cea mai importantă este monumentală lucrare a lui ION EDUARD FUHN (1916-1987), fascicula 1 a volumului XIV al Faunei R.P.R.: Amphibia, în care sunt sintetizate toate datele legate de amfibienii din România și implicit și din Dobrogea. În anii '70 apar 11 articole, din care 5 sunt studii faunistice, cea mai însemnată fiind cea a MARIEI POPESCU (1977), în care autoarea reconfirmă prezența speciei *Rana dalmatina* în Dobrogea (județul Tulcea), prima semnalare a acestei specii fiind făcută de către KIRIȚESCU, în Constanța, în anul 1930. În anii '80 sunt publicate 6 lucrări, din care mai importante sunt cele ale ornitologului KISS J. BOTOND, el fiind cel care a semnalat pentru prima oară prezența broaștei râioase brune (*Bufo bufo*) în Delta Dunării.

Începând cu anul 1991 numărul publicațiilor crește abrupt (peste 50 de lucrări în perioada 1991–2009), indicând interesul crescut al herpetologilor din țară pentru această regiune cu o bogată biodiversitate specifică. Pentru Dobrogea această perioadă se caracterizează prin apariția de lucrări dedicate în mare parte consemnării prezenței speciilor de amfibieni din diferitele zone și problemelor de conservare, numeroase lucrări fiind publicate de către TATIANA KOTENKO, VASILE OȚEL și TÖRÖK ZSOLT. Între timp apar și lucrările de sinteză ale lui DAN COGĂLNICEANU despre distribuția amfibienilor din țara noastră (1991) sau despre literatura herpetologică legată de România (COGĂLNICEANU și ANDREI, 1992), în care autorul reușește să actualizeze și să completeze datele acumulate de la apariția volumului Amphibia a lui FUHN, din 1960 până la aceea oră.

II.

Caracterizarea zonei de studiu

Zona de studiu este situată în Dobrogea, regiune unică în România datorită prezenței bioregiunii pontice, dar și datorită condițiilor speciale create de influența celor două bioregiuni, pontică și stepică (fig. 2.1). Studiile faunistice și ecologice din cadrul prezentei teze au fost efectuate în Podișul Dobrogei, situat pe suprafața județelor Constanța și Tulcea. Această zonă complexă din punct de vedere morfostructural este alcătuită din următoarele unități morfotectonice: Dobrogea de Nord, Dobrogea Centrală și Dobrogea de Sud (fig. 2.2). Per ansamblu, studiile au fost efectuate pe întreaga suprafață a acestor unități, adică întregul Podiș al Dobrogei.



Figura 2.1. Dobrogea (cu roșu) și bioregiunile acesteia.

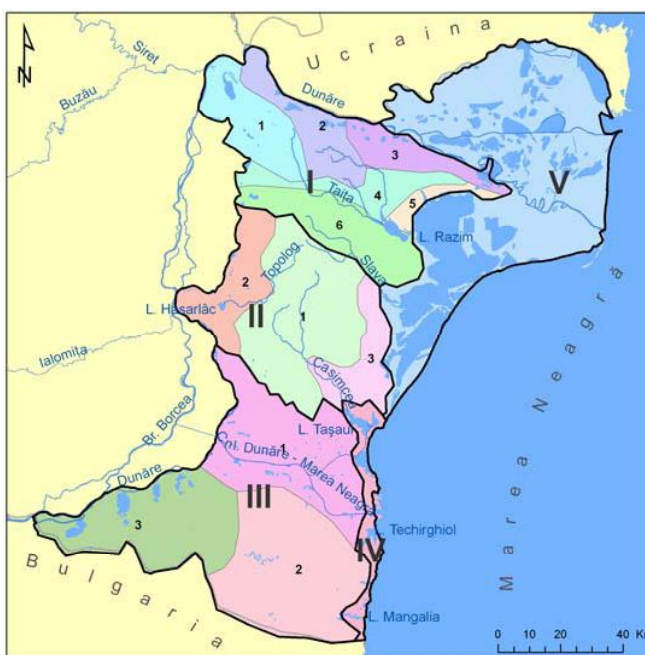
Dacă din punctul de vedere al regiunii fizico-geografice Dobrogea este alcătuită din cinci unități (fig. 2.3), atunci zona cercetată se întinde pe suprafața tuturor acestor unități, după cum urmează: Dobrogea de Nord, Dobrogea Centrală, Dobrogea de Sud, Litoralul maritim sud-dobrogean, respectiv o bună parte din cea de-a cincea unitate (Delta Dunării și complexul Razim) adică complexul lagunar Razim-Sinoe.

Cu alte cuvinte, **zona cercetată este cea a Podișului Dobrogei, litoralului maritim sud-dobrogean și a complexului lagunar Razim-Sinoe.** Astfel, exceptând studiile necesare întocmirii listelor și a hărților de distribuție, care s-au realizat pentru întreaga Dobroge, nu s-au efectuat studii în Delta Dunării propriu-zisă. Motivul principal a fost faptul că această zonă a fost și este în continuare cea mai studiată din această regiune.



Figura 2.2. Unitățile morfostructurale ale Dobrogei: Depresiunea Predobrogeană, Dobrogea de Nord, Dobrogea Centrală și Dobrogea de Sud (după Popovici și colab., 1984). Studiile au fost desfășurate în ultimele trei dintre acestea.

Figura 2.3. Regionarea fizico-geografică a Dobrogei (după Popovici și colab., 1984). I. Dobrogea de Nord: 1 - Munții Măcinului, 2 - Podișul Niculițelului, 3 - Dealurile Tulcei, 4 - Culoarul depresionar Cerna-Nalbant, 5 - Câmpia litorală Razim, 6 - Podișul Babadagului. II. Dobrogea Centrală (Podișul Casimcei): 1 - sectorul central, 2 - sectorul dunărean, 3 - sectorul maritim. III. Dobrogea de Sud: 1 - Podișul Medgidiei, 2 - Podișul Cobadin-Negru Vodă, 3 - Podișul Oltinei. IV. Litoralul maritim sud-dobrogean. V. Delta Dunării și complexul lagunar Razim-Sinoe.



PARTEA 1

Distribuția amfibienilor din Dobrogea

Scopul principal al conservării și managementului biodiversității este de a înțelege structura și funcționarea sistemelor ecologice confruntate cu iminenta expansiune a populației umane, precum și de a aplica aceste cunoștințe pentru a menține diversitatea specifică. Amfibienii, ca multe alte grupe de organisme, se confruntă la ora actuală cu un accentuat declin al populațiilor la nivel mondial, restrângerea arealului și dispariția a numeroase specii. Este imperativ să se găsească soluții și să se aplice măsuri de conservare pentru a inversa această tendință și pentru a se menține bogăția specifică a grupului.

Premisa oricărei acțiuni de conservare este cunoașterea cât mai detaliată a arealelor ocupate de speciile de interes, ceea ce nu se poate realiza fără date de distribuție sigure și actualizate. În decembrie 1990, Comisia de Evaluare a Supraviețuirii Speciilor (Species Survival Commission) din cadrul IUCN a înființat grupul de lucru DAPTF (Declining Amphibian Populations Task Force), al cărui scop era determinarea cauzelor ce provoacă declinul amfibienilor și de a promova modalități de stopare a acestuia. Prima problemă cu care s-a confruntat acest grup a fost faptul că datele existente referitoare la distribuția speciilor de amfibieni erau insuficiente pentru a putea determina situația reală a speciilor și pentru a detecta eventualele tendințe de declin, realizarea hărților de distribuție actualizate devenind absolut necesară. Indiferent dacă vorbim de inițiative la nivel global, european, regional sau național al diverselor specii, evaluarea statutului de conservare se bazează preponderent pe datele de distribuție.

Presiunea accentuată exercitată de dezvoltarea economică asupra habitatelor naturale asociată cu schimbările climatice a determinat și în Dobrogea fragmentarea habitatelor și reducerea biodiversității locale. În capitolul care urmează prezentăm sinteza tuturor datelor existente, atât a datelor istorice cât și a celor recente, despre distribuția amfibienilor pentru această regiune. Pe baza analizei datelor de distribuție vechi și noi, am realizat evaluarea statutului de conservare a speciilor și în final, alcătuirea Listei Roșii a amfibienilor din Dobrogea.

III.

Distribuția și Lista Roșie a amfibienilor din Dobrogea

Acest capitol prezintă sinteza tuturor datelor existente (cele din publicații, din colecțiile muzeale și respectiv datele personale), liste centralizate și hărți de distribuție a amfibienilor din Dobrogea aduse la zi, analiza datelor de distribuție, evaluarea statutului de conservare a speciilor de amfibieni pe baza datelor de distribuție vechi și noi și în final, realizarea Listei Roșii a amfibienilor din Dobrogea.

Pentru acest studiu am utilizat datele de distribuție publicate în articole sau cărți, colecții muzeale, precum și propriile noastre date de teren. Din cele 1130 de semnalări existente, 807 reprezintă date publicate anterior, 10 provin din colecții muzeale (muzeele din Iași, Deva și Oradea), iar 313 reprezintă date de teren. Dintre aceste date de teren, 260 sunt ale noastre (reprezentând 23% dintre toate semnalările), iar restul ne-au fost furnizate de către Ion Fuhn, Gheorghe Sin, Martin Kyek, Jan (Pim) Arntzen, Török Zsolt, Mathieu Denöel, Tatiana Kotenko și Ioan Coroiu. Pentru reprezentarea cartografică a semnalărilor am folosit sistemul de coordonate UTM cu pătrate de 5 x 5 km (Lehrer și Lehrer, 1990). Este foarte important de menționat că analiza datelor, pentru prezentarea distribuției speciilor de amfibieni cât și pentru realizarea Listei Roșii, s-a realizat pe baza datelor de suprafață (adică pătrate 5 x 5 km respectiv 25 km²) și nu pe baza numărului de semnalări, scopul fiind reprezentarea cât mai realistă a distribuției amfibienilor dintr-o anumită zonă.

Pornind de la datele de distribuție am utilizat pentru analiza cartografică trei indici care să evidențieze schimbările apărute în distribuția geografică a speciilor de amfibieni, precum și măsura în care este cunoscută distribuția lor. Semnalările au fost separate în următoarele categorii: date dinainte de 1990 (P), semnalări continue (C), semnalări noi, după 1990 (N) și numărul total de semnalări (T). Cei trei indici propuși sunt „schimbarea relativă a distribuției speciilor” [$R_c = P / (C + N)$], „indicele de continuitate” [$C_i = C \times 100 / (P + C)$] și „gradul relativ de cunoaștere” [$K = (C + N) \times 100 / T$].

Indicele de schimbare relativă a distribuției speciei (R_c) măsoară schimbările legate de mărimea ariilor de distribuție ale speciilor. Dacă valoarea acestuia este mai mare decât 1 atunci aria ocupată de specia respectivă a suferit o reducere de la o suprafață mai mare în trecut la situația actuală, mai mică. Indicele de continuitate (C_i) măsoară semnalările

constante dintr-o anumită zonă, cu cât valoarea sa este mai mare cu atât continuitatea prezenței speciei în zonă este mai probabilă. Gradul relativ de cunoaștere (K) este un raport între numărul de semnalări recente, atât noi cât și continue, și numărul total de semnalări. O valoare ridicată a acestui indice arată că majoritatea semnalărilor sunt după 1990 pe când o valoare scăzută indică faptul că semnalările istorice, dinainte de 1990 predomină.

În aria de studiu sunt prezente 12 specii de amfibieni (nouă specii și un complex de specii) din care unele prezintă o distribuție restrânsă iar altele sunt larg răspândite (fig. 3.1). Din numărul total de semnalări, 66% sunt după 1990, 14% sunt dinainte de 1990 iar 20% sunt date continue. Conform repartizării pe județe, 40% din semnalări sunt din județul Constanța și 60% din județul Tulcea.

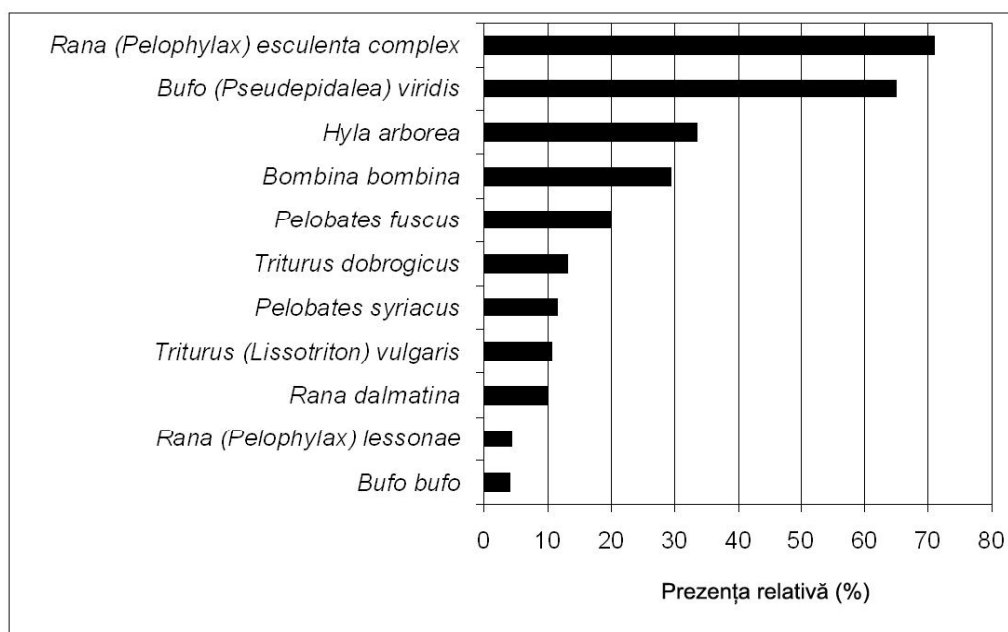
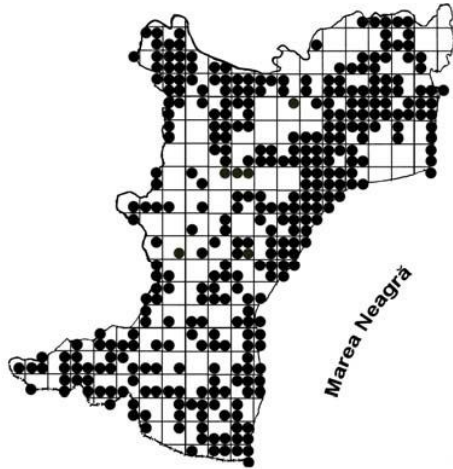
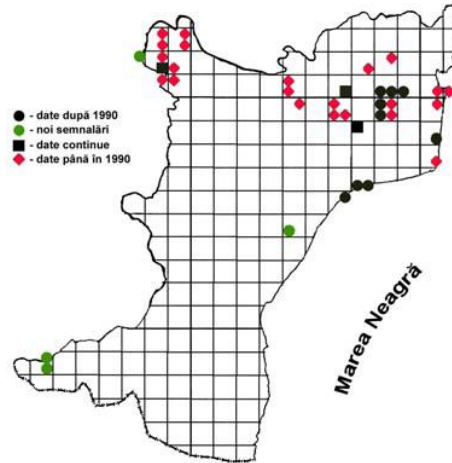


Figura 3.1. Prezența relativă a amfibienilor în Dobrogea bazată pe numărul de pătrate ocupate de o anumită specie ca procent din numărul total de semnalări (adică 343 de pătrate cu suprafața de 25 km²).

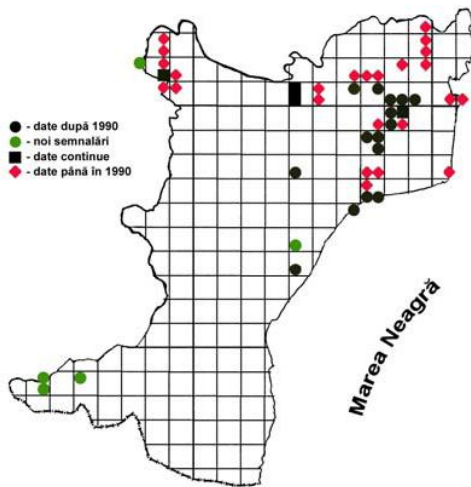
Datele disponibile pentru fiecare specie sunt prezentate în tabelul 3.1. Astfel, cele două specii de tritoni au suferit cea mai mare reducere a ariei de răspândire, sugerate de valorile indicilor Rc și Ci. Cele mai comune specii de amfibieni din Dobrogea sunt broaștele de lac (complexul *Rana (Pelophylax) esculenta*) și broasca râioasă verde (*Bufo (Pseudepidalea) viridis*), prezentând cele mai ridicate valori pentru ambii indici, Ci și K. La întocmirea Listei Roșii a amfibienilor din Dobrogea nu ne-am raportat la statutul de conservare ale speciilor propuse anterior la nivel global, național sau local ci ne-am folosit doar de datele furnizate de analiza cartografică (tabelul 3.2).



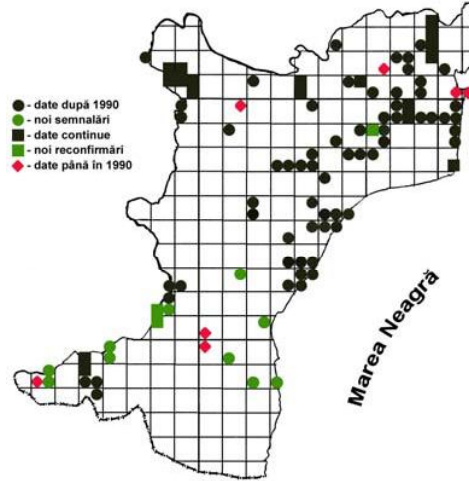
Numărul total de pătrate cu date de distribuție



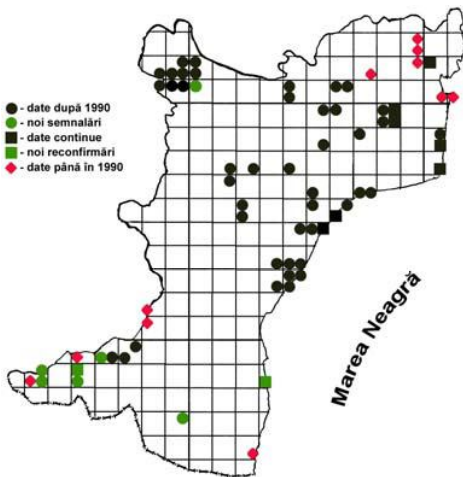
Triturus (Lissotriton) vulgaris



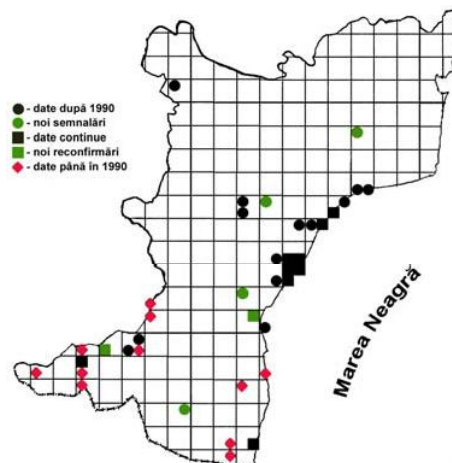
Triturus dobrogicus



Bombina bombina



Pelobates fuscus



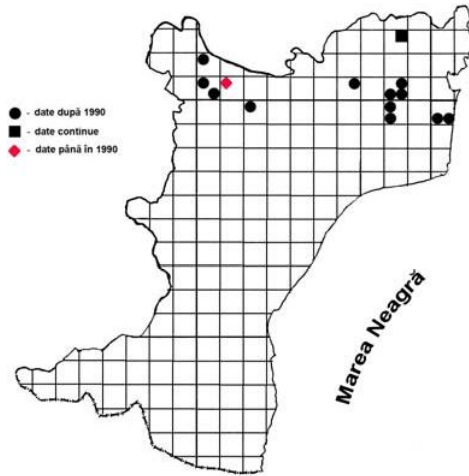
Pelobates syriacus

Tabelul 3.1. Distribuția semnalărilor speciilor de amfibieni din Dobrogea în funcție de data observării și valorile celor trei indici propuși (R_c - schimbarea relativă a distribuției speciilor, C_i - indicele de continuitate și K - gradul relativ de cunoaștere) pentru evidențierea schimbărilor apărute în distribuția geografică a acestora.

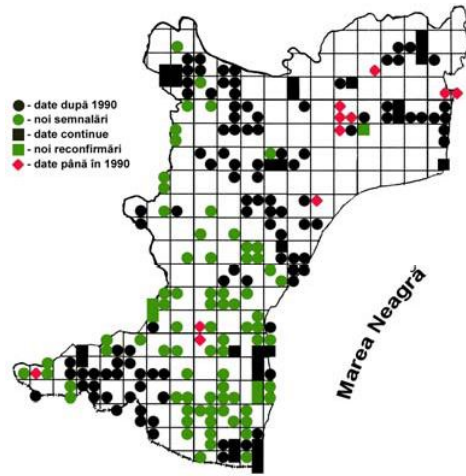
Specia	Semnalări dinainte de 1990 (P)	Semnalări continue (C)	Semnalări după 1990 (N)	Numărul total de semnalări (T)	Schimbarea relativă a distribuției speciilor $P / (C + N)$	Indicele de continuitate $C \times 100 /$ (P + C)	Gradul relativ de cunoaștere $(C + N) \times 100 / T$
<i>Triturus (Lissotriton) vulgaris</i>	22	3	13	38	1,38	12,0	42,1
<i>Triturus dobrogicus</i>	24	4	20	48	1,00	14,3	50,0
<i>Bombina bombina</i>	7	21	73	101	0,07	75,0	93,1
<i>Pelobates fuscus</i>	11	9	49	69	0,19	45,0	84,1
<i>Pelobates syriacus</i>	11	11	17	39	0,39	50,0	71,8
<i>Bufo bufo</i>	1	1	12	14	0,08	50,0	92,9
<i>Bufo (Pseudepidalea) viridis</i>	11	33	179	223	0,05	75,0	95,1
<i>Hyla arborea</i>	9	15	91	115	0,09	62,5	92,1
<i>Rana dalmatina</i>	5	4	25	34	0,17	44,4	85,3
<i>Rana (Pelophylax) lessonae</i>	2	0	14	16	0,14	0,0	87,5
<i>Rana (Pelophylax) esculenta complex</i>	24	90	129	243	0,11	78,9	90,1

Tabletul 3.2. Statutul de conservare al speciilor de amfibieni întâlnite în Dobrogea după diferitele Liste Roșii de la nivel global și național până la cel local. Ultima coloană reprezintă propunerea noastră pentru Lista Roșie a amfibienilor din Dobrogea (¹Baillie și colab. 2004, ²Botnariuc și Tatole 2005, ³Lista Roșie a Parcului Național Munții Măcin, Török 2006 și ⁴Lista Roșie Rezervației Biosferei Delta Dunării, Oșel 2000). Categoriile de pericolitate folosite sunt cele ale IUCN, adică LC - Least Concern (nepericlitat), NT - Near Threatened (potențial amenințat), VU - Vulnerable (vulnerabil) și EN - Endangered (amenințat).

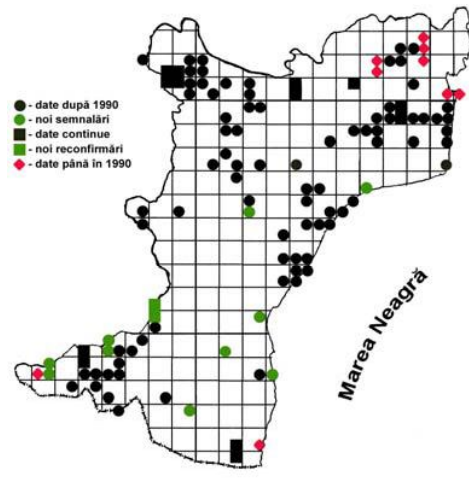
Specia	IUCN 2004 ¹	Lista Roșie a României ²	PNNM ³	RBDD ⁴	Lista Roșie a amfibienilor din Dobrogea propusă
<i>Triturus (Lissotriton) vulgaris</i>	LC	NT	-	DD	EN
<i>Triturus dobrogicus</i>	NT	EN	-	LC	EN
<i>Bombina bombina</i>	LC	NT	-	LC	NT
<i>Pelobates fuscus</i>	LC	VU	-	LC	VU
<i>Pelobates syriacus</i>	LC	EN	-	LC	EN
<i>Bufo bufo</i>	LC	NT	EN	LC	EN
<i>Bufo (Pseudopidalea) viridis</i>	LC	NT	VU	LC	LC
<i>Hyla arborea</i>	LC	VU	VU	LC	NT
<i>Rana dalmatina</i>	LC	VU	VU	-	EN
<i>Rana (Pelophylax) lessonae</i>	LC	-	-	DD	EN
<i>Rana (Pelophylax) ridibunda</i>	LC	-	VU	LC	LC
<i>Rana (Pelophylax) esculenta</i>	LC	-	-	-	LC



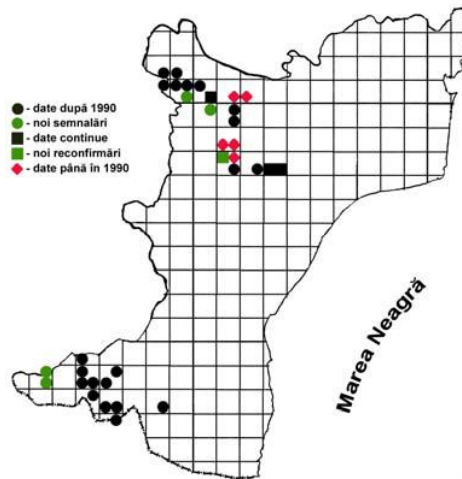
Bufo bufo



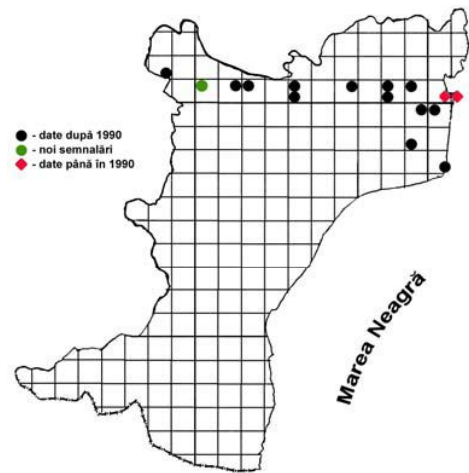
Bufo (Pseudepidalea) viridis



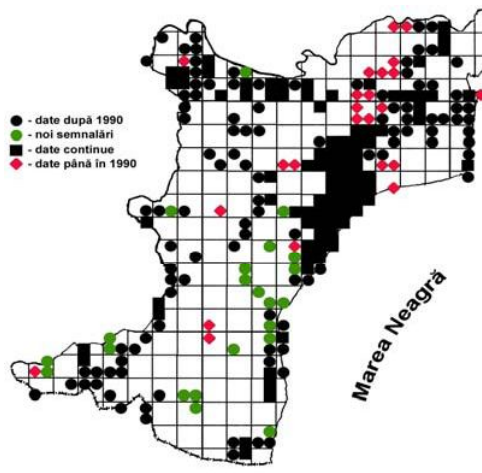
Hyla arborea



Rana dalmatina



Rana (Pelophylax) lessonae



complexul *Rana (Pelophylax) esculenta*

PARTEA 2

Aspecte legate de biologia și ecologia genului *Pelobates* în Dobrogea

Familia Pelobatidae reprezintă un grup arhaic de broaște săpătoare, conservativ din punct de vedere morfologic, ale cărei relații filogenetice cu restul grupelor de anure rămâne neclară (Ford și Cannatella, 1993; Hay și colab., 1995; García-París și colab., 2003; Frost și colab., 2006). Până nu de mult, datorită modului de viață și a morfologiei generale similare, în această familie erau incluse și cele șapte specii de broaște săpătoare nord americane, dar în urma recentelor studii acestea au fost plasate într-o familie separată, Scaphiopodidae, cu două genuri, *Scaphiopus* și *Spea* (García-París și colab., 2003; Frost și colab., 2006). La ora actuală familia Pelobatidae este reprezentată de un singur gen, *Pelobates* cu patru specii: o specie vest africană, *P. varaldii*, una vest europeană *P. cultripes*, una central/estică, *P. fuscus* și una estică, *P. syriacus*, în România fiind întâlnite ultimele două.

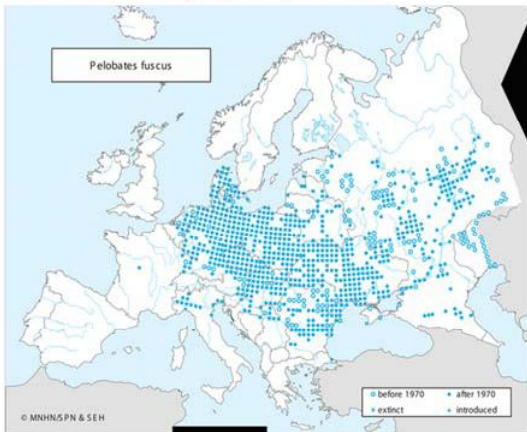
Speciile acestui gen se caracterizează printr-un mod de viață ascuns, fiind active numai noaptea, pe timpul zilei sau în perioadele secetoase fiind îngropate în pământ. Nu este de mirare că prezența acestor specii în multe regiuni a fost semnalată foarte târziu. De exemplu, în Balcani, *P. syriacus* a fost descris din Macedonia abia în 1928 (Karaman, 1928), din Bulgaria în 1932 (Müller, 1932), din România în 1954 (Băcescu, 1954), iar din Grecia în 1975 (Böhme, 1975). Peninsula Balcanică este crucială pentru explicarea relațiilor filetice, a răspândirii geografice și corologiei acestei familii. Dobrogea reprezintă o zonă importantă pentru studiul acestui grup, deoarece este pe de o parte limita sudică a ariei de distribuție a lui *P. fuscus* și pe de altă parte tot aici se găsește și limita nordică de distribuție a lui *P. syriacus*.

În următoarele cinci capitole sunt prezentate datele studiilor legate de biologia și ecologia reproducerii (cum ar fi fenologia perioadei de reproducere, dimorfismul sexual, fecunditatea femelelor și vocalizarea), plasticitatea fenotipică adaptivă a mormolocilor la secarea habitatelor de reproducere, ratele de creștere postmetamorfoză a juvenililor și morfometria comparativă a acestor două fascinante specii dobrogene, *Pelobates fuscus* și *P. syriacus*.

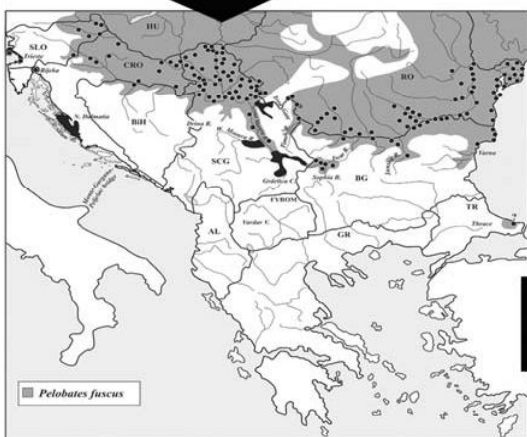


Pelobates fuscus
(Laurenti, 1768)

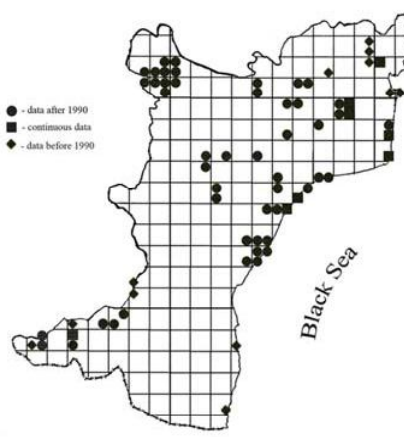
Distribuția în Europa (Gasc și colab., 1997)



Distribuția în Eurasia (IUCN, 2010)



Distribuția în Balcani (Džukić și colab., 2005)

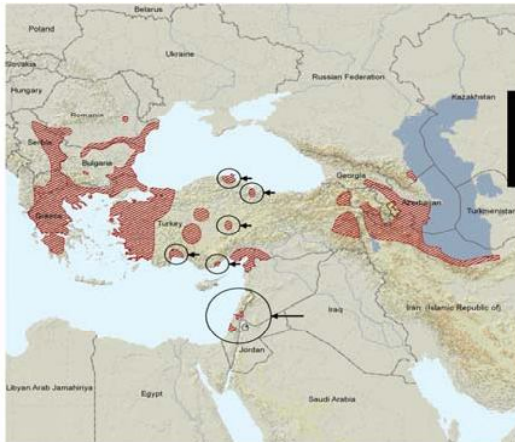


Distribuția în Dobrogea (Székely și colab., 2009)

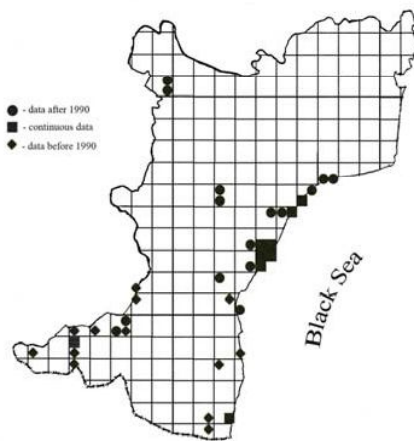
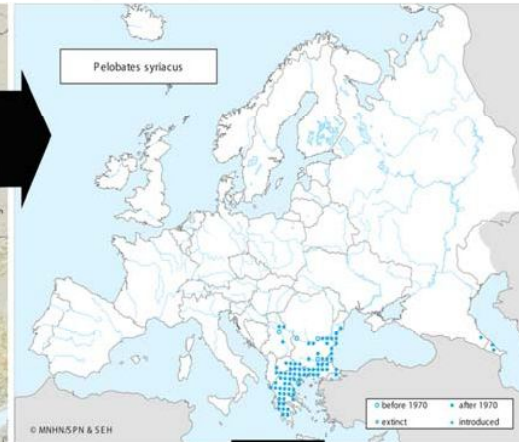
Pelobates syriacus
(Boettger, 1889)



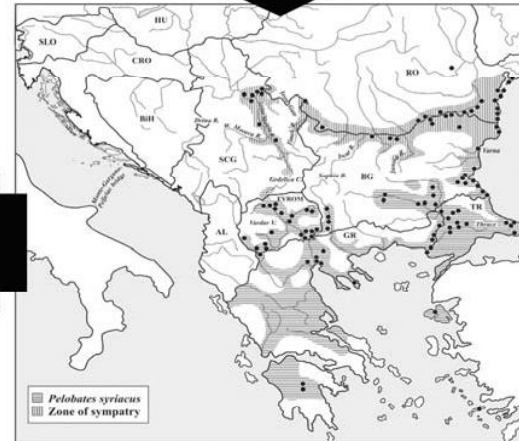
Distribuția în Eurasia (IUCN, 2010)



Distribuția în Europa (Gasc și colab., 1997)



Distribuția în Dobrogea (Székely și colab., 2009)



Distribuția în Balcani (Džukić și colab., 2005)

IV.

Plasticitatea fenotipică adaptivă a mormolocilor genului *Pelobates* (*P. fuscus* și *P. syriacus*) la variația regimului hidrologic

La mormolocii a numeroase specii de anure s-a observat o accelerare a metamorfozei ca răspuns la secarea habitatului de reproducere (ex: Crump, 1989; Loman, 1999; Richter-Boix și colab, 2006). Studiul prezent investighează plasticitatea fenotipică adaptivă a mormolocilor de *Pelobates syriacus* dintr-un complex de bălți temporare și a mormolocilor de *Pelobates fuscus* dintr-o baltă permanentă din Dobrogea. Acești mormoloci au fost expuși la rate diferite de secare a apei pentru a testa dacă:

- mormolocii vor prezenta o rată de metamorfoză mai accelerată atunci când sunt expuși unor descreșteri mai rapide ale nivelului apei,

- rata de dezvoltare mai rapidă va afecta dimensiunea mormolocilor la metamorfoză.

Au fost colectați mormoloci de *Pelobates syriacus*, în stadiul 25 (Gosner, 1960) dintr-o baltă temporară situată în apropierea localității Vadu (44°26'12''N, 28°44'13''E), jud. Constanța și mormoloci de *Pelobates fuscus*, în stadiul 27 (Gosner, 1960) dintr-o baltă permanentă din apropierea localității Murighiol (45°01'37''N, 29°09'40''E), jud. Tulcea. Mormolocii au fost expuși la patru tratamente de scădere a nivelului apei: 1 - tratamentul control, cu nivel al apei constant ridicat, cu volum de 6000 ml/vas (90 mm adâncime); 2 - tratament de descreștere lentă a nivelului apei, de la 6000 ml la 800 ml (de la 90 mm până la 16 mm adâncime); 3 - tratament de descreștere rapidă a nivelului apei, de la 6000 ml la 800 ml (de la 90 mm până la 16 mm adâncime); 4 - tratament cu volum de apă constant scăzut, cu volum de 1500 ml/vas (27 mm adâncime). Pentru a simula uscarea bălților, în cazul tratamentelor 2 și 3, cantitatea de apă din vase a fost redusă cu 200 și respectiv 300 ml la fiecare patru zile pentru primele 20 de zile și la fiecare trei zile ulterior. S-au folosit 96 de mormoloci de *P. syriacus* și 48 de *P. fuscus*, pentru cele patru variante experimentale de descreștere a apei.

Pentru fiecare individ s-au măsurat dimensiunile atât la apariția membrelor anterioare (începutul climaxului metamorfic, stadiul 42 Gosner, 1960), cât și la metamorfoză (sfârșitul climaxului metamorfic, stadiul 45) după cum urmează: greutatea umedă la metamorfoză a

fost măsurată cu un cântar electronic (Kern, model ABJ) cu precizie de 0,01 g, respectiv lungimea corpului, fără coadă, a fost măsurată cu un șubler digital cu precizie de 0,1 mm.

Durata metamorfozei

Mormolocii de *P. syriacus* care au fost supuși tratamentului cu descreștere rapidă a volumului de apă (tratamentul 3) și-au accelerat metamorfoza ca răspuns la reducerea nivelului apei, comparativ cu mormolocii din grupul control (tratamentul 1) ($t = 3,174$, $P = 0,010$, testul t ; fig. 4.1). Astfel, la mormolocii din grupul de tratament 3 s-a observat o reducere cu 2 zile, adică 4,4% a perioadei larvare de 45 de zile a mormolocilor din grupul control, crescuți în apă cu nivel constant ridicat. Răspunsul larvelor din grupul constant scăzut (4) nu a diferit față de grupul control ($t = 0,700$, $P = 0,500$, testul t), mormolocii metamorfozându-se aproape în același timp ca și cei din grupul control.

Larvele de *P. fuscus* nu au înșușirile fiziologice necesare unui răspuns adaptiv la descreșterea nivelului apei (fig. 4.1). Mormolocii din tratamentul cu descreștere rapidă și-au grăbit metamorfoza față de grupul control, dar diferențele nu au fost statistic semnificative ($t = 0,550$, $P = 0,612$, testul t). Cei din tratamentele cu descreștere lentă ($t = -0,0261$, $P = 0,980$, testul t) și constant scăzut ($t = -0,0904$, $P = 0,932$, testul t) s-au metamorfozat în același timp ca și mormolocii din grupul control.

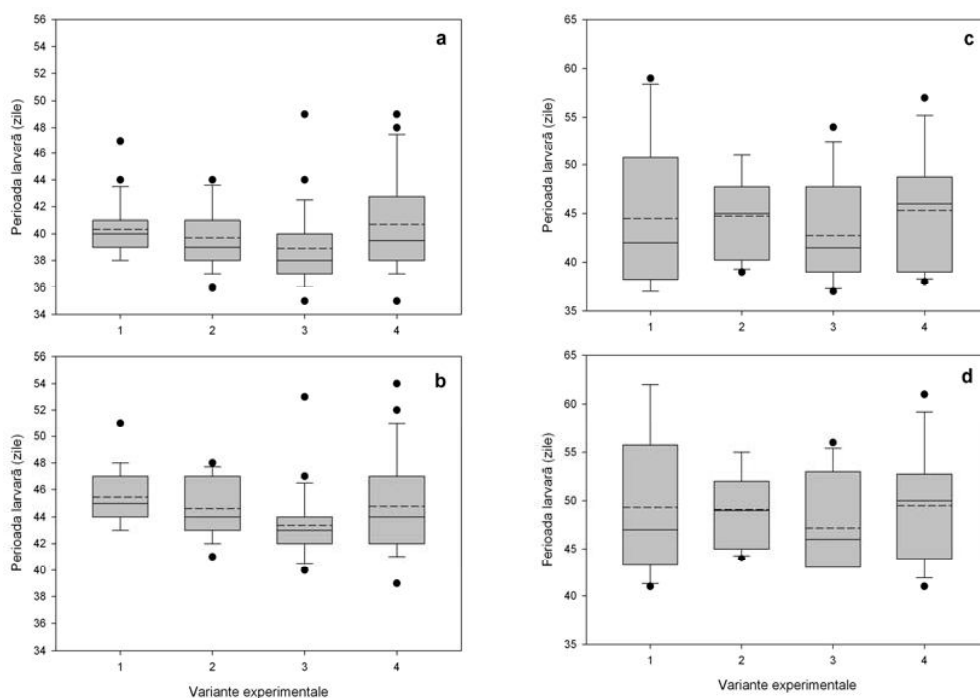


Figura 4.1. Durata metamorfozei la mormolocii de *Pelobates syriacus* (stânga) și *P. fuscus* (dreapta) în stadiul 42 Gosner (a și c) și în stadiul 45 Gosner (b și d) pentru cele patru tratamente experimentale.

Dimensiunea la metamorfoză

Nivelul apei a avut un efect semnificativ asupra greutateii și lungimii atât a mormolocilor de *P. syriacus* cât și a celor de *P. fuscus*. Mormolocii de *P. syriacus* din tratamentul cu descreștere rapidă (3) au fost semnificativ mai mici comparativ cu mormolocii din tratamentele cu volum constant ridicat (1) și cu descreștere lentă (2) atât la momentul apariției membrelor anterioare (greutatea $P < 0,001$, lungimea $P < 0,008$, testul Holm-Sidak) cât și în momentul încheierii metamorfozei (greutatea $P = 0,022$, lungimea $P < 0,005$; fig. 4.2). Totuși, cea mai mică dimensiune a putut fi observată la mormolocii creșcuți în vasele în care nivelul apei a fost constant scăzut (tratamentul 4), atât în ceea ce privește momentul apariției membrelor anterioare (greutate $P < 0,001$, lungime $P < 0,001$, testul Holm-Sidak) cât și la metamorfoză (greutate $P < 0,001$, lungime $P < 0,001$; fig. 4.2).

Mormolocii de *P. fuscus* din tratamentul 3, cu descreștere rapidă au fost de asemenea mai mici comparativ cu mormolocii din tratamentele cu volum constant ridicat (1) și cu descreștere lentă (2) la momentul apariției membrelor anterioare (greutatea $P = 0,001$, lungimea $P = 0,014$, testul Holm-Sidak; fig. 4.2). Totuși, acest efect nu a mai fost înregistrat și în momentul încheierii metamorfozei (greutatea $P = 0,849$). Și în acest caz, mormolocii cei mai mici au fost înregistrați în tratamentul 4 (constant scăzut) atât în ceea ce privește momentul apariției membrelor anterioare (greutate $P < 0,001$, lungime $P = 0,003$, testul Holm-Sidak) cât și la metamorfoză (greutate $P = 0,009$).

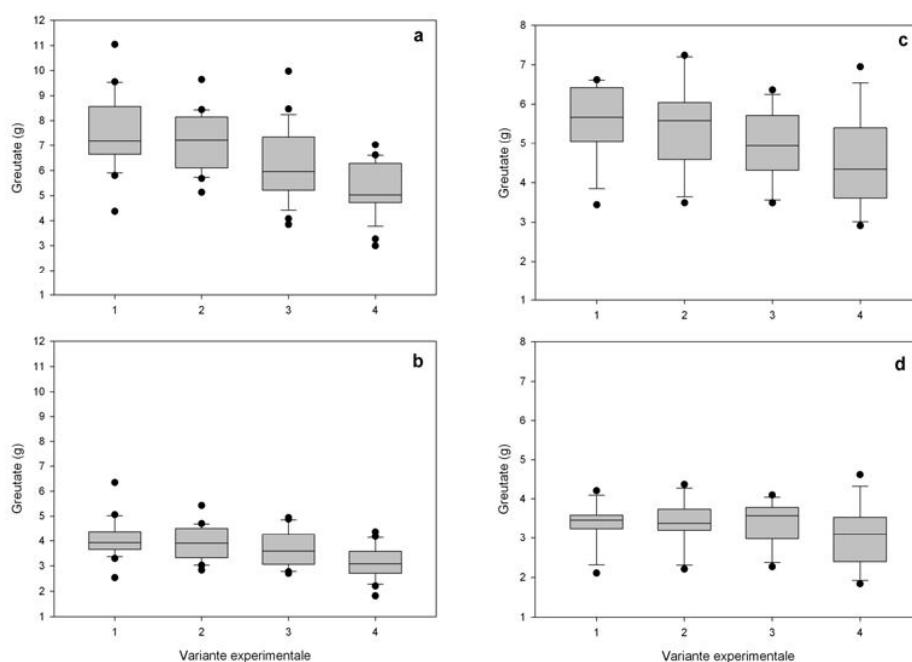


Figura 4.2. Greutatea mormolocilor de *Pelobates syriacus* (stânga) și *P. fuscus* (dreapta) în stadiul 42 Gosner (a și c) și în stadiul 45 Gosner (b și d) pentru cele patru tratamente experimentale.

Rata de creștere

La mormolocii de *P. syriacus* s-a observat o diferență semnificativă între cele patru tratamente în ceea ce privește rata de creștere (ANOVA, $F = 38,060$, $P < 0,001$), mormolocii crescuți în vasele în care nivelul apei a fost fie rapid descrescător (tratament 3), fie constant scăzut (tratament 4) manifestând cele mai mici medii ale raportului greutate maximă/tratament în comparație cu grupul control. În cazul mormolocilor de *P. fuscus* s-a observat, de asemenea, o diferență semnificativă între cele patru tratamente în ceea ce privește rata de creștere (ANOVA, $F = 5,180$, $P = 0,028$), mormolocii crescuți în vasele în care nivelul apei a fost constant scăzut (tratamentul 4) manifestând cele mai mici medii ale raportului greutate maximă/tratament în comparație cu grupul control. Totuși, cele mai mari medii ale raportului greutate maximă/tratament au fost înregistrate la mormolocii din tratamentele 2 (descreștere lentă) și 3 (descreștere rapidă), descreșterea nivelului apei neavând același efect ca și asupra mormolocilor de *P. syriacus*.

Ratele parțiale de creștere ale mormolocilor celor două specii au urmat un tipar cu două stadii: o perioadă de creștere intensivă urmată de o descreștere a masei mormolocilor (fig. 4.3). Masa maximă a mormolocilor în curs de metamorfozare a fost atinsă la câteva zile după apariția membrilor anterioare (fig. 4.4). Mormolocii de *P. syriacus* din tratamentul cu apă constant scăzută au diferit semnificativ în ceea ce privește greutatea începând cu ziua 27 ($P < 0,001$, testul Holm-Sidak), în timp ce în cazul mormolocilor crescuți în vase în care nivelul apei scade rapid aceste diferențe apar după ziua 33, la volumul apei de 3300 ml ($P = 0,017$).

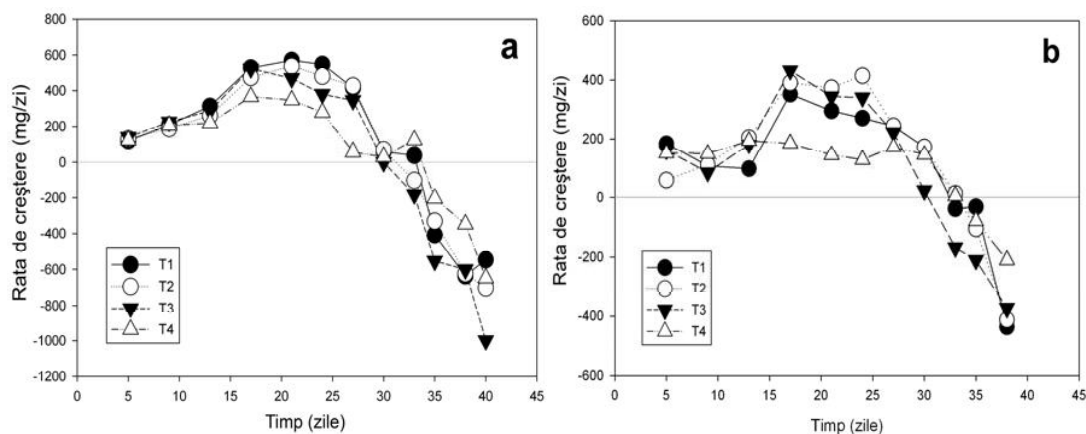


Figura 4.3. Dinamica ratei zilnice de creștere a mormolocilor de *Pelobates syriacus* (a) și *P. fuscus* (b) din cele patru tratamente experimentale.

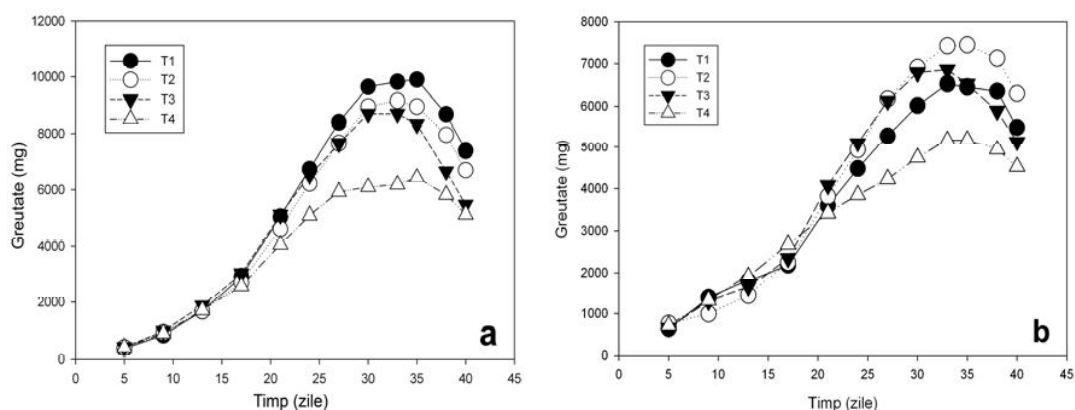


Figura 4.4. Dinamica greutății medii a mormolocilor de *Pelobates syriacus* (a) și *P. fuscus* (b) din cele patru tratamente experimentale.

Rezultatele noastre susțin ipoteza că plasticitatea adaptivă ca răspuns la secarea bălților este mai mare la speciile care se reproduc în bălți efemere din zone de deșert decât la cele care folosesc pentru reproducere alte tipuri de bălți temporare (Wells, 2007). Este interesant faptul că mormolocii din grupul care a fost menținut în apă cu nivel constant scăzut nu au terminat perioada de dezvoltare larvară mai repede (de exemplu Denver și colab., 1998; Spieler, 2000) sau mai târziu (de exemplu Crump, 1989) decât cei din grupul control, ci aproape în același moment, nivelul constant scăzut al apei afectându-le doar dimensiunea la metamorfoză, nu și momentul metamorfozei. Pe de altă parte, mormolocii de *P. fuscus* din experimentul nostru nu au fost capabili să răspundă adaptiv la secarea volumului de apă, cel mai probabil, datorită faptului că aceștia au provenit dintr-o populație care folosește pentru reproducere o baltă permanentă care rar seacă.

Deoarece la amfibieni dezvoltarea mai rapidă este de obicei asociată cu reducerea dimensiunii la metamorfoză (Wilbur și Collins, 1973; Newman, 1992), ar fi de așteptat să se observe o diferență de dimensiune între mormolocii din diferitele tratamente. Într-adevăr, nivelul apei a avut un efect semnificativ asupra greutății și lungimii mormolocilor în momentul metamorfozei. Astfel, reducerea timpului de dezvoltare în cazul mormolocilor de *P. syriacus* crescuți în vasele în care apa scade brusc a fost însoțită de o dimensiune mai mică a mormolocilor la metamorfoză și anume o reducere cu 9% a greutății și cu 4% a lungimii la metamorfoză în comparație cu grupul control. Cea mai mică dimensiune a fost observată însă la mormolocii crescuți în vasele în care apa a avut un nivel constant mic (tratament 4), care au suferit o reducere cu 23% a greutății și cu 8% a lungimii la metamorfoză, chiar dacă durata perioadei larvare a fost aproape egală cu cea a grupului control.

V.

Rata de creștere comparativă postmetamorfoză la speciile genului *Pelobates* (*P. fuscus* și *P. syriacus*)

Cele două specii ale genului *Pelobates* de la noi aparțin la două linii filogenetice distincte în cadrul genului (Maglia, 1998; García-París și colab., 2003), fiind clar diferențiate din punct de vedere morfologic. Dobrogea reprezintă una din zonele în care aceste două specii coexistă (Džukić și colab., 2005; Crottini și colab., 2007; Džukić și colab., 2008; Tarkhnishvili și colab., 2009), *P. syriacus* fiind specia dominantă, reușind să-și mențină populații mult mai mari decât *P. fuscus* (observații personale). Adulții celor două specii diferă considerabil în ceea ce privește dimensiunile corpului, *P. syriacus* fiind în medie mult mai mare decât *P. fuscus* atât în cazul animalelor din zonele alopatrice cât și a celor din zonele simpatrice (Rot-Nikčević și colab., 2001). În mod interesant, aceste două specii trec la viața terestră la dimensiuni aproximativ similare, diferențele dintre ele apar și se accentuează în decursul primului an de viață.

Scopul prezentului studiu este de a determina rata de creștere a juvenililor celor două specii, în primele patru luni de viață de după metamorfoză. În mod special am fost interesați dacă (i) juvenilii de *P. syriacus* cresc mai repede în condiții controlate de laborator decât cei de *P. fuscus* și (ii) dacă disponibilitatea hranei influențează semnificativ rata de creștere a celor două specii.

Au fost crescuți în laborator 40 de juvenili (20 de *Pelobates syriacus* și 20 de *Pelobates fuscus*) rezultați în urma experimentelor de plasticitate adaptivă, provenind din apropierea localității Vadu, jud. Constanța respectiv Murighiol, jud. Tulcea. Juvenilii au fost hrăniți cu greieri de câmp jamaicani (*Gryllus assimilis*) și greieri de casă (*Acheta domestica*) pe toată perioada experimentului. Pentru a asigura o cantitate relativ egală de hrană pentru fiecare individ, aceștia au fost hrăniți cu aproximativ 10% din greutatea medie a grupului experimental. S-au folosit două variante experimentale pentru ambele specii (10 broaște/tratament), indivizii din tratamentul I fiind hrăniți de două ori pe săptămână, iar cei din tratamentul II o singură dată.

Fiecare individ a fost măsurat o dată la fiecare nouă zile, greutatea umedă fiind măsurată cu un cântar electronic (Kern, model ABJ) cu precizie de 0,01 g, după ce în

prealabil a fost uscat cu hârtie de filtru iar apa din vezică a fost eliminată prin presarea ușoară a zonei pubiene. Lungimea corpului a fost măsurată cu un șubler digital cu precizie de 0,1 mm. Pentru ambele specii s-au calculat ratele parțiale, medii și generale de creștere și indicele de conversie a hranei.

Greutatea și lungimea au diferit semnificativ între cele două specii respectiv între cele două regimuri de hrănire, observându-se un efect colectiv evident (tabelul 5.1). Cum era de așteptat, juveniții din tratamentul I au fost semnificativ mai mari decât cei din tratamentul II, în cazul ambelor specii (fig. 5.1 și fig. 5.2), atât greutatea cât și lungimea finale ale juveniților din cele două tratamente diferind semnificativ atât pentru *P. syriacus* cât și pentru *P. fuscus*. De asemenea, greutatea finală ale indivizilor de *P. syriacus* au fost mai mari decât cele de *P. fuscus* în ambele tratamente. Lungimea finală a fost și ea mai mare în cazul juveniților de *P. syriacus*, însă diferențele nu au fost statistic semnificative, practic creșterea mai accentuată a lui *P. syriacus* fiind mai evidentă la nivelul greutății decât lungimii.

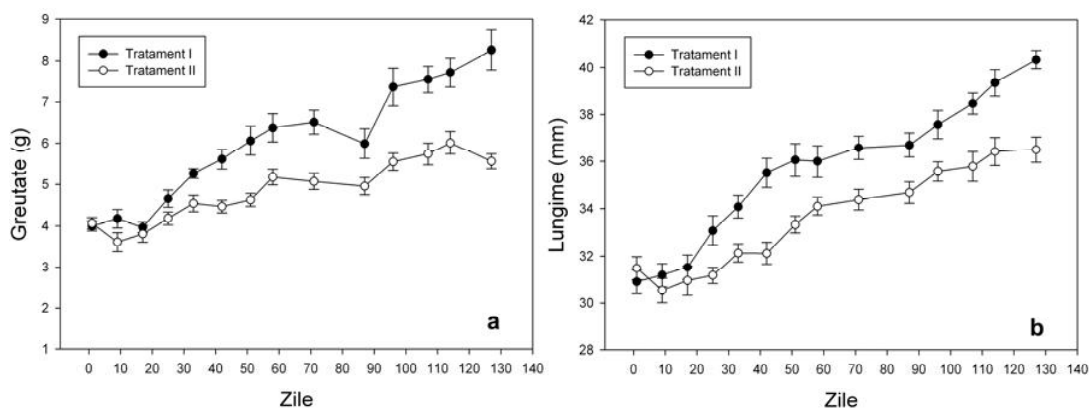


Figura 5.1. Media (\pm SE) greutăților (a) și lungimilor (b) juveniților de *Pelobates syriacus* din cele două tratamente (Tratament I - hrănire intensivă, Tratament II – hrănire redusă).

Juveniții de *P. syriacus* s-au dovedit a fi mai eficienți, având o rată generală de creștere a greutății mai mare cu 21% (tratamentul I) și 17% (tratamentul II) respectiv a lungimii cu 4% (tratamentul I) și 2% (tratamentul II) decât cei de *P. fuscus*, în pofida faptului că au primit (proporțional) aceeași cantitate de hrană. De asemenea, și din punctul de vedere al eficienței transformării hranei vii în masă corporală, juveniții de *P. syriacus* s-au dovedit a fi mai performanți, având indicii de conversie a hranei cu 33% mai mic decât cei de *P. fuscus* în cazul tratamentului I și cu 15% mai mic în cazul tratamentului II (tabelul 5.1).

Tablelul 5.1. Valorile inițiale și finale ale greutății și lungimii (media \pm abaterea standard), ratele de creștere ale juvenilor de *P. syriacus* și *P. fuscus*, cantitatea de hrană ingerată și rata de conversie a hranei pe perioada celor 4 luni de experiment.

Parametri	Tratament I	Tratament II
<i>Pelobates syriacus</i>		
<i>n</i>	10	10
Media greutății inițiale (g) \pm SD	3,99 \pm 0,35	4,06 \pm 0,42
Domeniu (greutatea inițială)	3,55-4,53	3,54-4,85
Media greutății finale (g) \pm SD	8,26 \pm 1,53	5,55 \pm 0,57
Domeniu (greutatea finală)	5,63-10,94	4,73-6,58
Rata medie de creștere a greutății (g/zi)	0,034	0,012
Rata generală de creștere a greutății (%)	93,95	50,75
Media lungimii inițiale (mm) \pm SD	30,9 \pm 1,59	31,5 \pm 1,57
Domeniu (lungimea inițială)	28,6-33,7	29,8-35,1
Media lungimii finale (mm) \pm SD	40,3 \pm 1,22	36,5 \pm 1,72
Domeniu (lungimea finală)	37,9-41,9	34,4-38,8
Rata medie de creștere a lungimii (mm/zi)	0,074	0,039
Rata generală de creștere a lungimii (%)	26,21	16,93
Masa medie de hrană ingerată (g/zi) \pm SD	0,077 \pm 0,008	0,044 \pm 0,003
Indicele mediu de conversie a hranei \pm SD	2,68 \pm 0,533	3,13 \pm 1,019
<i>Pelobates fuscus</i>		
<i>n</i>	10	9
Media greutății inițiale (g) \pm SD	3,36 \pm 0,43	3,36 \pm 0,43
Domeniu (greutatea inițială)	2,78-4,21	2,74-4,15
Media greutății finale (g) \pm SD	6,45 \pm 1,11	4,67 \pm 0,48
Domeniu (greutatea finală)	4,46-7,95	4,12-5,69
Rata medie de creștere a greutății (g/zi)	0,024	0,010
Rata generală de creștere a greutății (%)	72,40	35,49
Media lungimii inițiale (mm) \pm SD	30,4 \pm 1,67	30,7 \pm 1,60
Domeniu (lungimea inițială)	28,1-33,1	28,1-33,3
Media lungimii finale (mm) \pm SD	38,8 \pm 2,09	35,6 \pm 0,90
Domeniu (lungimea finală)	34,5-41,2	34,2-37,1
Rata medie de creștere a lungimii (mm/zi)	0,066	0,038
Rata generală de creștere a lungimii (%)	21,89	14,46
Masa medie de hrană ingerată (g/zi) \pm SD	0,067 \pm 0,005	0,038 \pm 0,001
Indicele mediu de conversie a hranei \pm SD	3,58 \pm 1,138	3,62 \pm 0,688

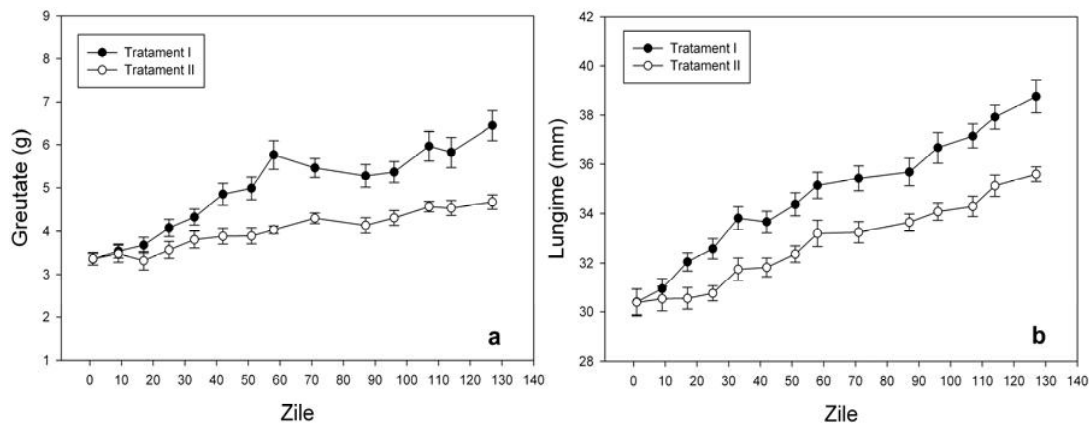


Figura 5.2. Media (\pm SE) greutateilor (a) și lungimilor (b) juvenililor de *Pelobates fuscus* din cele două tratamente (Tratament I - hrănire intensivă, Tratament II – hrănire redusă).

Ritmul de creștere și dimensiunea corpului la atingerea maturității sexuale la amfibieni sunt în mod caracteristic extrem de plastice și greu de determinat cu precizie, sugerând că factorii de mediu afectează substanțial modelul de creștere determinat genetic (Jørgensen, 1995). Cei mai importanți factori de mediu care afectează creșterea și dezvoltarea amfibienilor sunt reprezentați de temperatură, apă și cantitatea de hrană disponibilă, acești factori putând să varieze sezonier în funcție de latitudinea și altitudinea locației geografice a habitatului.

În Dobrogea diferențele de dimensiuni dintre cele două specii sunt semnificative, exemplarele de *P. syriacus* capturate fiind, în marea majoritate a cazurilor, mult mai mari decât cele de *P. fuscus*. O situație similară a fost descrisă și de Rot-Nikčević și colaboratorii (2001) din Serbia, unde într-o zonă de simpatie a celor două specii, atât femelele cât și masculii de *P. syriacus* au fost semnificativ mai mari decât cei de *P. fuscus*. De asemenea, folosind metoda de estimare a vârstei prin scheletocronologie (Castanet și colab., 1993) autorii lucrării mai sus menționate au reușit să estimeze vârsta la care se maturizează sexual cele două specii, arătând că *P. syriacus* atinge în medie cu un an mai devreme maturitatea sexuală decât *P. fuscus*. Autorii pun aceste caracteristici ale indivizilor din populațiile respective pe seama diferențelor substanțiale în ratele de creștere ale juvenililor celor două specii. Experimentul nostru confirmă astfel că juvenilii de *P. syriacus* au o rată de creștere semnificativ mai mare în primele luni de după metamorfoză. Mai mult, juvenilii de *P. syriacus* au fost mai eficienți decât cei de *P. fuscus* în ambele variante de hrănire, dovedind că și în condiții precare, de deficit de hrană, reușesc să crească mai rapid, informație care contribuie la elucidarea succesului broaștei săpătoare verzi de a menține populații viabile în condițiile habitatelor uscate din Dobrogea.

VI.

Particularități ale reproducerii la *Pelobates syriacus*

În momentul actual există foarte puține date în literatura de specialitate despre particularitățile reproducerii la broasca săpătoare verde, *Pelobates syriacus*, scopul acestui studiu fiind de a descrie și a detalia câteva dintre aspectele legate de fenologia reproducerii, strategia de reproducere, dimorfismul sexual și fecunditatea femelelor din cadrul unei populații din Dobrogea (fig. 6.1).



Figura 6.1. Pereche de *Pelobates syriacus* în amplex (stânga) și a doua zi, după depunerea pontei (dreapta).

Studiul s-a desfășurat în primăvara anului 2010, pe Grindul Lupilor, (44°37'20''N, 28°48'46''E), jud. Constanța, într-o zonă cu bălți temporare și permanente, folosite la reproducere de ambele specii ale genului *Pelobates* din România. Au fost colectate 22 perechi de *Pelobates syriacus* care se aflau în amplex și duse în laborator unde au fost distribuite separat în vase individuale cu apă pentru a putea depune ponte. Lungimea a fost măsurată cu un șubler digital și greutatea umedă a masculilor și a femelelor a fost măsurată cu un cântar electronic (Kern, model ABJ) cu precizie de 0,01 g, atât înainte de depunere cât și a doua zi după depunere. Pentru a analiza fecunditatea femelelor, acestea au fost distribuite în două categorii de dimensiuni, femelele mici având lungimea $\leq 63,5$ mm ($n = 8$) iar cele mari ≥ 65 mm ($n = 11$). După depunere, ponte a fost analizată și fotografiată, numărul de ouă fiind individual numărate iar diametrul ouălor dintr-un eșantion măsurat.

Fenologia reproducerii

Perioada de reproducere a fost foarte scurtă, durând doar câteva zile, începând pe 21 martie și terminându-se pe 25 martie, perioada coincizând cu o creștere abruptă a temperaturii medii, de la 2-5°C la 14-16°C.

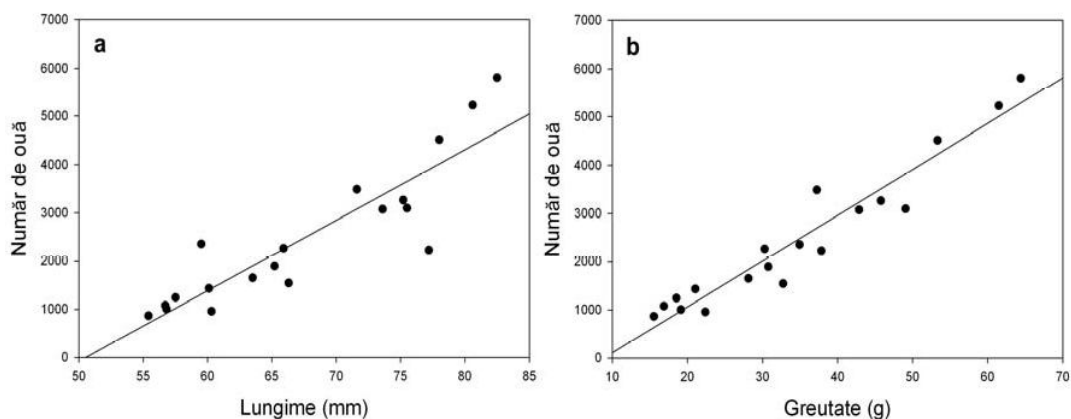


Figura 6.2. Relația dintre lungimea (a) și greutatea finală, după depunere (b) a femelelor și fecunditatea (numărul de ouă) a acestora.

Fecunditatea femelelor

În cazul perechilor aduse în laborator, depunerea pontei s-a produs în primele 12 ore, cu excepția a două perechi care au depus doar după a doua noapte. Mărimea medie a pontei depuse a fost de 2474 de ouă (SD = 1470,14; domeniu: 865-5812; $n = 19$). Numărul de ouă depuse a fost înalt semnificativ corelat atât cu lungimea femelelor (fig. 6.2.a) cât și cu greutatea finală a acestora (fig. 6.2.b).



Figura 6.3. Diferența de mărime dintre ponda depusă de o femelă mare (stânga) și una mică (dreapta).

Mărimea pontei în cazul femelelor mari a fost semnificativ mai mare decât cea a femelelor mici ($t = -3,883$, $P = 0,001$, testul t), fiind cu aproximativ 60% mai mare, femelele

de dimensiuni mai mici depunând $1323,63 \pm 492,44$ de ouă și cele mari $3310,73 \pm 1375,43$ (media \pm abaterea standard; fig. 6.3). De asemenea, volumul pontelor a fost semnificativ corelat atât cu lungimea femelelor (fig. 6.4.a), cât mai ales cu greutatea finală a acestora (fig. 6.4.b). În schimb, nu a existat corelație semnificativă între mărimea ouălor și mărimea pontelor și între mărimea ouălor și lungimea respectiv greutatea finală a femelelor.

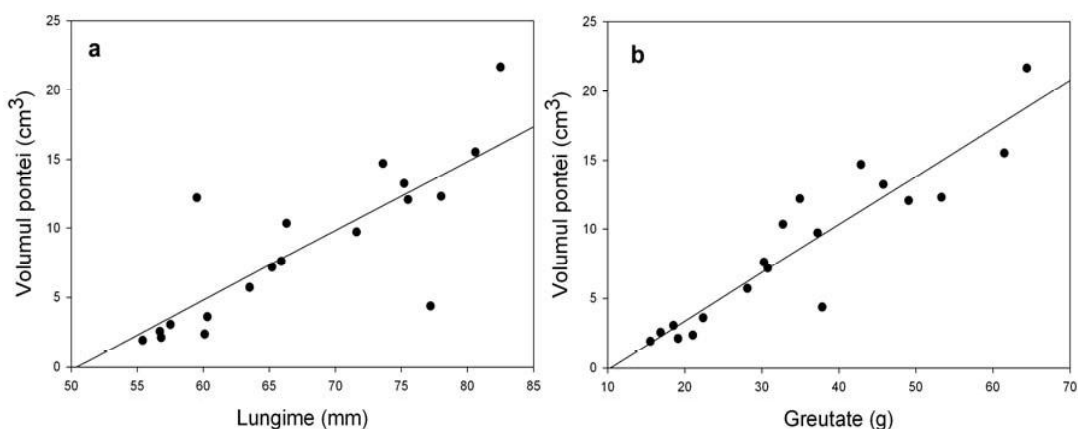


Figura 6.4. Relația dintre lungimea (a) și greutatea finală, după depunere (b) a femelelor și volumul pontelor.

Greutatea femelelor înainte și după depunerea pontei a diferit semnificativ ($t = 8,908$, $P < 0,001$, testul t pentru eșantioane perechi), greutatea finală putând fi cu până la 40% (în medie cu 27%) mai mică, după depunere, decât cea inițială (fig. 6.5). Deoarece ovipoziția a avut loc într-un timp foarte scurt, diferența de greutate reprezintă în cea mai mare parte greutatea pontei.

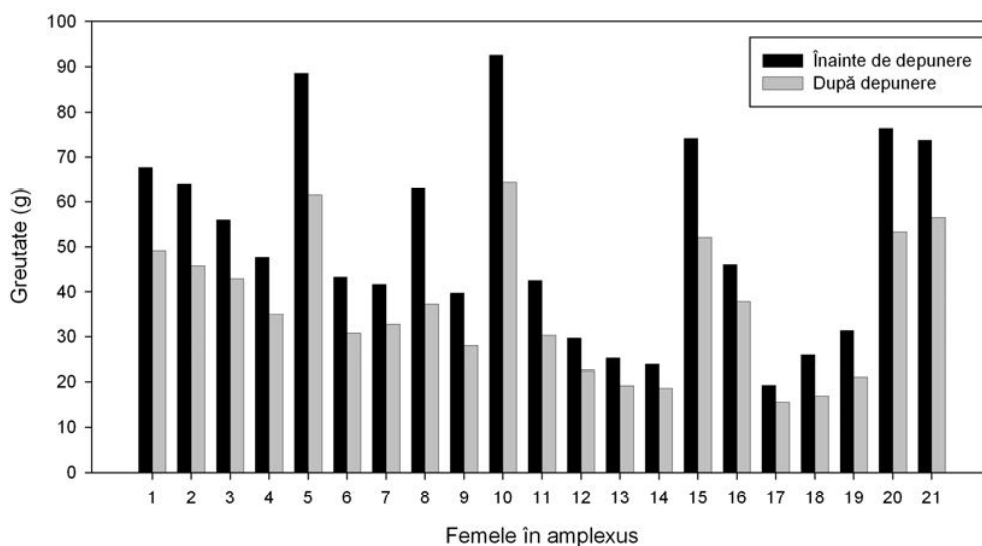


Figura 6.5. Greutatea femelelor înainte și după depunerea pontei.

În mod surprinzător și greutatea masculilor în amplex a diferit semnificativ înainte și după depunerea pondei ($t = -6,778$, $P < 0,001$, testul t pentru eșantioane perechi) diferența de greutate reprezentând chiar până la 10% (în medie 4%) din greutatea inițială (fig. 6.6).

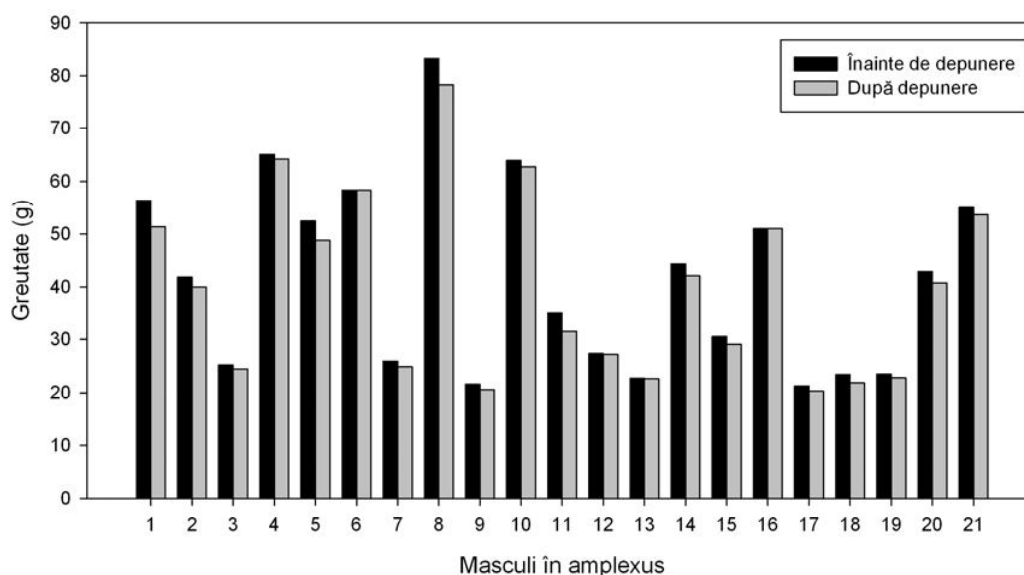


Figura 6.6. Greutatea masculilor înainte și după depunerea pondei.

În primăvara din 2010, reproducerea populației de *P. syriacus* studiate a fost o reproducere tipic explozivă, durata fiind de doar câteva zile. În general restul speciilor genului *Pelobates* sunt considerate a fi specii cu reproducere prelungită și nicidecum cu reproducere explozivă (Nöllert, 1990; Eggert și colab., 2006). Acest mod de reproducere observat, cu o perioadă așa de scurtă, seamănă mai degrabă cu cel al speciilor nord americane de broaște săpătoare (*Scaphiopus* sp. și *Spea* sp.) decât cu cel al restului de specii din cadrul genului.

Strategia de reproducere adoptată a fost cea a agregărilor de reproducere (scramble competition, Wells, 2007), în care masculii ajung la baltă ceva mai devreme decât femelele, se adună în apă în aglomerări foarte dense de indivizi și caută în mod activ, atât în apă cât și pe uscat, femelele (Davies și Halliday, 1979; Forester și Thompson, 1998). Au fost observate pe perioada a trei zile câteva mii de exemplare care au participat la reproducere.

Una din cele mai interesante observații a fost legată de vocalizarea masculilor pe perioada de reproducere. În cazul populației de *P. syriacus* studiate singurele sunete emise pe perioada reproducerii au fost cele de „eliberare” (release call), nefiind emise nici sunetele caracteristice de curtare (courtship call) și nici cele de teritorialitate (territorial call).

VII.

Dimorfismul sexual la genul *Pelobates*

Spre deosebire de numeroasele cazuri descrise la speciile homeoterme, femelele la majoritatea anurilor (aprox. 90%) sunt considerabil mai mari decât masculii (Shine, 1979; Monnet și Cherry, 2002). Selecția naturală favorizează probabil dimensiunile mai mari la femelele de anure deoarece acestea produc o cantitate mai mare de ouă decât cele mici (Salthe și Mecham, 1974). La trei din speciile genului *Pelobates* femelele sunt mai mari decât masculii însă la *P. syriacus* au fost descrise populații în care masculii sunt la fel de mari sau chiar mai mari decât femelele (Rot-Nikčević și colab., 2001; Ugurtaş și colab., 2002).

În prezentul studiu am analizat diferențele apărute între dimensiunile celor două sexe atât la o populație de *Pelobates syriacus* de pe Grindul Lupilor (44°37'20''N, 28°48'46''E), din Dobrogea, cât și comparativ, la indivizii din două populații de *P. fuscus*, una sintopică cu *P. syriacus* de pe Grindul Lupilor iar alta din Transilvania din apropierea Clujului, localitatea Sălcea (46°40'58''N, 23°32'38''E). Au fost măsurate și cântărite (greutatea umedă și lungimea totală a corpului) 221 de exemplare de *P. syriacus* (99 femele și 122 masculi), 36 de *P. fuscus* de pe Grindul Lupilor (16 femele și 20 de masculi) și 297 de *P. fuscus* din Sălcea (132 femele și 165 masculi).

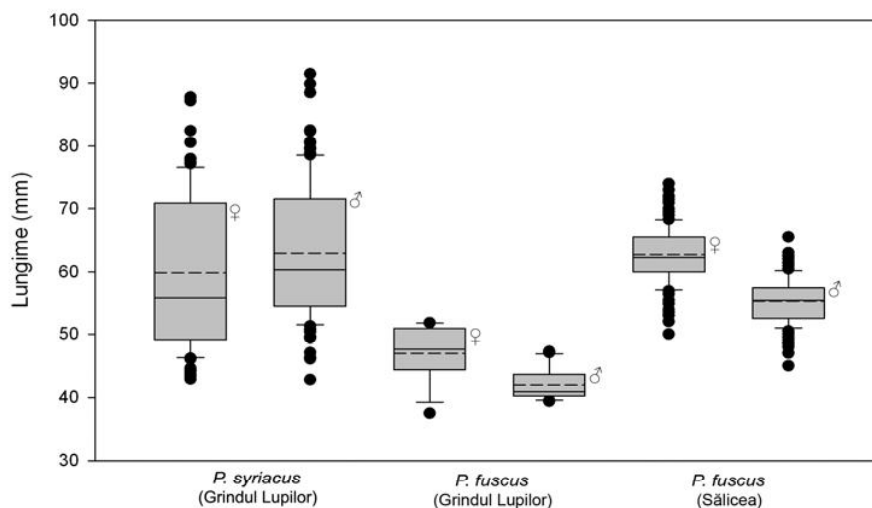


Figura 7.1. Lungimile celor două specii de *Pelobates* din populațiile de pe Grindul Lupilor, Dobrogea și Sălcea, Transilvania. Cu linii punctate sunt reprezentate mediile.

Dimorfismul sexual, SSD (sexual size dimorphism), a fost determinat ca raportul dintre media dimensiunilor femelelor și cea a masculilor, astfel valoarea fiind mai mare decât 1 dacă femelele sunt mai mari decât masculii și mai mic decât 1 dacă masculii sunt mai mari decât femelele.

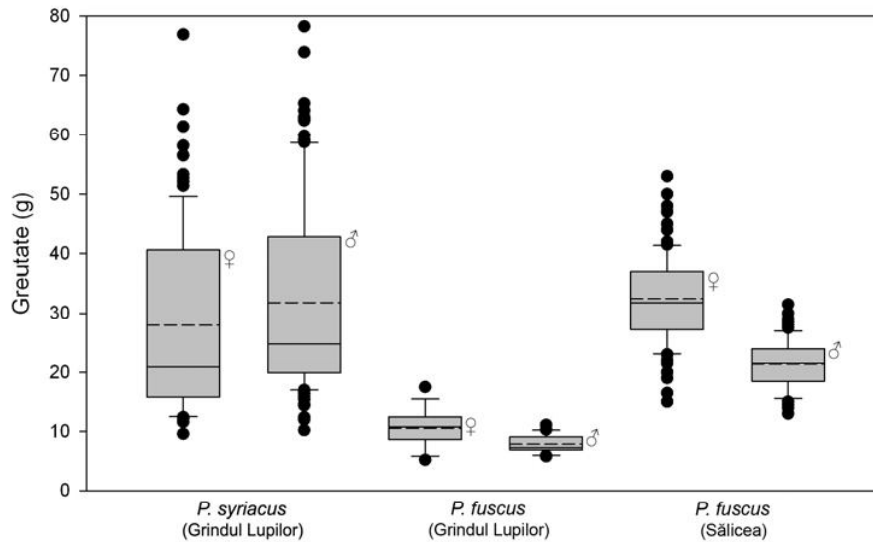


Figura 7.2. Greutățile celor două specii de *Pelobates* din populațiile de pe Grindul Lupilor, Dobrogea și Sălicea, Transilvania. Cu linii punctate sunt reprezentate mediile.

În medie, cele mai mari dimensiuni au avut exemplarele de *P. syriacus*, urmate de *P. fuscus* din populația din Sălicea respectiv de *P. fuscus* de pe Grindul Lupilor (fig. 7.1 și fig. 7.2). Atât lungimea cât și greutatea celor două sexe au diferit semnificativ în cazul ambelor specii și a ambelor zone de studiu. De asemenea, lungimea și greutatea a diferit semnificativ între cele două specii respectiv cele două populații de *P. fuscus* atât în cazul femelelor cât și a masculilor.

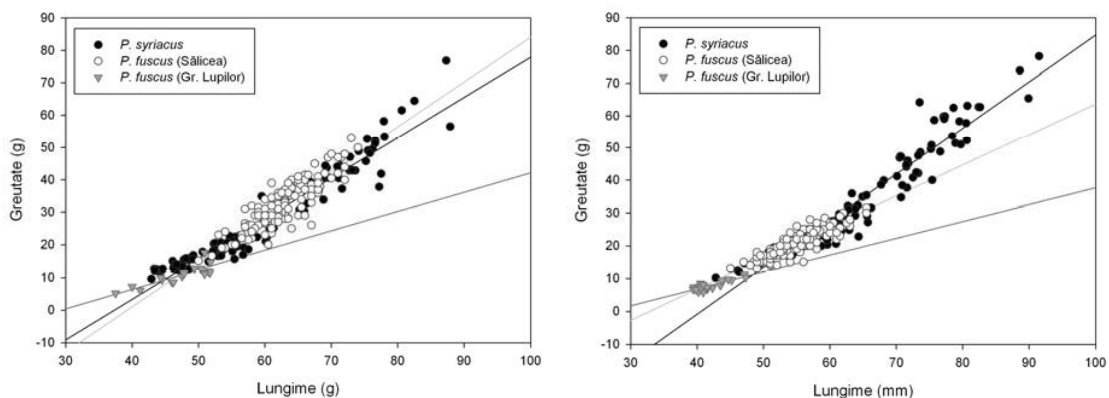


Figura 7.3. Corelația dintre greutatea și lungimea femelelor (stânga) și a masculilor (dreapta) la cele două specii de *Pelobates* din populațiile de pe Grindul Lupilor, Dobrogea și Sălicea, Transilvania.

În cazul ambelor specii lungimea a fost semnificativ corelată cu greutatea, atât în cazul femelelor (fig. 7.3) cât și a masculilor (fig. 7.3). La *Pelobates syriacus* masculii au fost semnificativ mai mari decât femelele având indicii SSD al lungimii de 0,95 (fig. 7.1) iar cel al greutății de 0,88 (fig. 7.2). În cazul lui *P. fuscus*, masculii au fost semnificativ mai mici decât femelele, atât la populația din Grindul Lupilor (SSD al lungimii 1,12 și a greutății 1,34) cât și la cea din Sălcea (SSD al lungimii 1,13 și a greutății 1,52) (fig. 7.1, fig. 7.2).

La *Pelobates fuscus* majoritatea datelor din literatură confirmă faptul că femelele sunt mai mari decât masculii (de exemplu, Nöllert și Günther, 1996; Rot-Nikčević și colab., 2001). Și la celelalte două specii, vestice, *P. cultripis* și *P. varaldii*, situația este relativ asemănătoare, în cazurile în care au fost relatate dimensiuni mai mari ale masculilor eșantioanele analizate au fost prea mici pentru ca rezultatele să poată reflecta cu adevărat situația existentă în populațiile respective (de exemplu la *P. varaldii* există puține date disponibile, fiind folosite pentru analize exemplarele din colecțiile muzeale).

La cele două populații de *P. fuscus* studiate de noi, femelele s-au dovedit a fi semnificativ mai mari decât masculii, atât în ceea ce privește lungimea cât și greutatea. Valoarea mare a indicelui SSD al greutății femelelor aparținând populației din Sălcea se datorează faptului că majoritatea exemplarelor au fost capturate înaintea depunerii pondei, deci greutatea o include și pe cea a ouălor. Eșantionul mai mic de *P. fuscus* din Dobrogea se datorează faptului că populațiile care trăiesc în sintopie cu *P. syriacus* în zona studiată sunt reprezentate de un număr foarte mic de indivizi. Cu toate acestea credem că datele analizate reflectă proporțional realitatea din teren. De asemenea, exemplarele din populația de la Sălcea sunt semnificativ mai mari decât cele de pe Grindul Lupilor, aceste diferențe datorându-se cel mai probabil condițiilor diferite de mediu și a ofertei trofice disponibile.

În cazul lui *Pelobates syriacus* însă, datele din literatură indică faptul că masculii sunt fie de aceeași mărime ca și femelele (Rot-Nikčević și colab., 2001; Ugurtaş și colab., 2002), fie sunt semnificativ mai mari decât acestea (Zaloğlu, 1964; Rot-Nikčević și colab., 2001; Ugurtaş și colab., 2002). La populația studiată de noi masculii s-au dovedit a fi semnificativ mai mari decât femelele, atât în cazul exemplarelor care au depus ponda în laborator (capitolul VI), cât și în cazul exemplarelor măsurate ulterior, după terminarea perioadei de reproducere. Valorile indicilor SSD sunt relevante în cazul ambelor sexe și pentru ambii parametri mășurați, atât datorită eșantionului suficient de mare analizat cât și faptului că greutatea femelelor a fost înregistrată după depunerea pondei.

VIII.

Morfometria comparativă a două populații de *Pelobates fuscus*

La multe specii de anure, analizele variabilității geografice intraspecifice a caracterelor morfologice au confirmat variații însemnate în ceea ce privește dimensiunile corpului (Lee, 1993; Mendelson, 1998; Castellano și colab., 2000; Schäuble, 2004). Scopul acestui studiu este de a descrie variația geografică în morfologia broaștei săpătoare brune (*Pelobates fuscus*), prin compararea datelor morfometrice ale indivizilor aparținând la două populații situate la altitudini diferite și localizate în două regiuni biogeografice diferite, cea continentală (Sălicea în Transilvania) și cea pontică (Grindul Lupilor în Dobrogea).



Figura 8.1. Aspect de pe Grindul Lupilor cu bălți temporare (stânga) și balta permanentă situată lângă localitatea Sălicea (dreapta), ambele fiind folosite la reproducere de către *Pelobates fuscus*.

Datele pentru indivizii din Dobrogea provin dintr-o zonă simpatrică a lui *P. fuscus* cu *P. syriacus*, Grindul Lupilor (fig. 8.1), din jud. Constanța, situată la nivelul mării (altitudinea de 0 m). Zona este reprezentată de un mozaic de bălți temporare și permanente unde se reproduc ambele specii. Pentru *P. fuscus* din Transilvania am studiat o populație din apropierea Clujului, localitatea Sălicea (fig. 8.1), jud. Cluj, pe parcursul a 5 ani (2000-2004) de studiu. Zona este deluroasă, situată la altitudinea de 723 m, cu câteva bălți permanente și multe bălți temporare, al căror număr variază în funcție de perioada ploioasă și de cantitatea de zăpadă din timpul iernii, marea majoritate a acestor bălți secând până la mijlocul lunii iunie. Populația de *P. fuscus* studiată a folosit pentru reproducere în toți anii de studiu o

singură baltă, permanentă, care are adâncimea și suprafața luciului de apă cea mai mare din zonă.

Greutatea umedă a exemplarelor capturate a fost cântărită cu ajutorul unui cântar Pesola, cu o precizie de până la 0,2 g (Sălicea) și cu ajutorul unui cântar electronic de teren (MyWeigh, model 400-Z) cu o precizie de până la 0,1 g (Grindul Lupilor). Animalele au fost măsurate cu ajutorul unui șubler digital (precizie de 0,1 mm), luându-se pentru fiecare exemplar în parte 7 date biometrice: lungimea corpului (L), lățimea capului (Ltc), lungimea femurului (F), lungimea tibiei (T), lungimea articulației tarsale ($Ltars$), lungimea primului deget (Dp) și lungimea membrului anterior (Lma). Au fost măsurate și cântărite 36 de exemplare de *P. fuscus* de pe Grindul Lupilor (16 femele și 20 de masculi) și 297 de *P. fuscus* din Sălicea (132 femele și 165 masculi).

Dimensiunile exemplarelor de *Pelobates fuscus* din Sălicea s-au dovedit a fi semnificativ mai mari decât cele de pe Grindul Lupilor (fig. 8.2), în cazul ambelor sexe. La femele, exceptând lungimea femurului (F), toate celelalte caractere morfologice au diferit semnificativ între cele două populații, femelele din Sălicea fiind net mai mari decât cele de pe Grindul Lupilor. De asemenea, masculii din Transilvania au fost mult mai mari decât cei din Dobrogea, toate cele opt variabile morfometrice diferind semnificativ între cele două populații. În cazul ambelor populații sexele au diferit semnificativ între ele în ceea ce privește dimensiunile corpului, femelele fiind mai mari decât masculii, fiecare din cei opt parametri mășurați diferind semnificativ și având indicele de dimorfism sexual, SSD, mai mare de 1 pentru fiecare variabilă măsurată

Rezultatele prezentului studiu confirmă existența unor variații geografice semnificative în ceea ce privește dimensiunile corpului între cele două populații de *Pelobates fuscus*. Există mai mulți factori care ar putea explica diferențele morfometrice între populațiile de amfibieni, cum ar fi condițiile climatice generale, resursele trofice, anumite proprietăți metabolice, competiția interspecifică sau interacțiunile pradă-prădător. Din moment ce aceste cauze nu se exclud reciproc, este foarte dificil să evaluăm influența lor individuală asupra mărimii optimale a speciilor dintr-o anumită locație (Kozłowski, 1992).

Cel mai probabil însă diferențele observate între indivizii celor două populații se datorează variațiilor climatice caracteristice pentru zonele studiate. Dobrogea reprezintă limita sudică a ariei de distribuție a lui *P. fuscus* (Džukić și colab., 2005; Crottini și colab., 2007; Džukić și colab., 2008), condițiile climatice uscate de aici fiind foarte probabil cel mai important factor limitant al dimensiunilor pe care le pot obține indivizii acestei specii în această regiune.

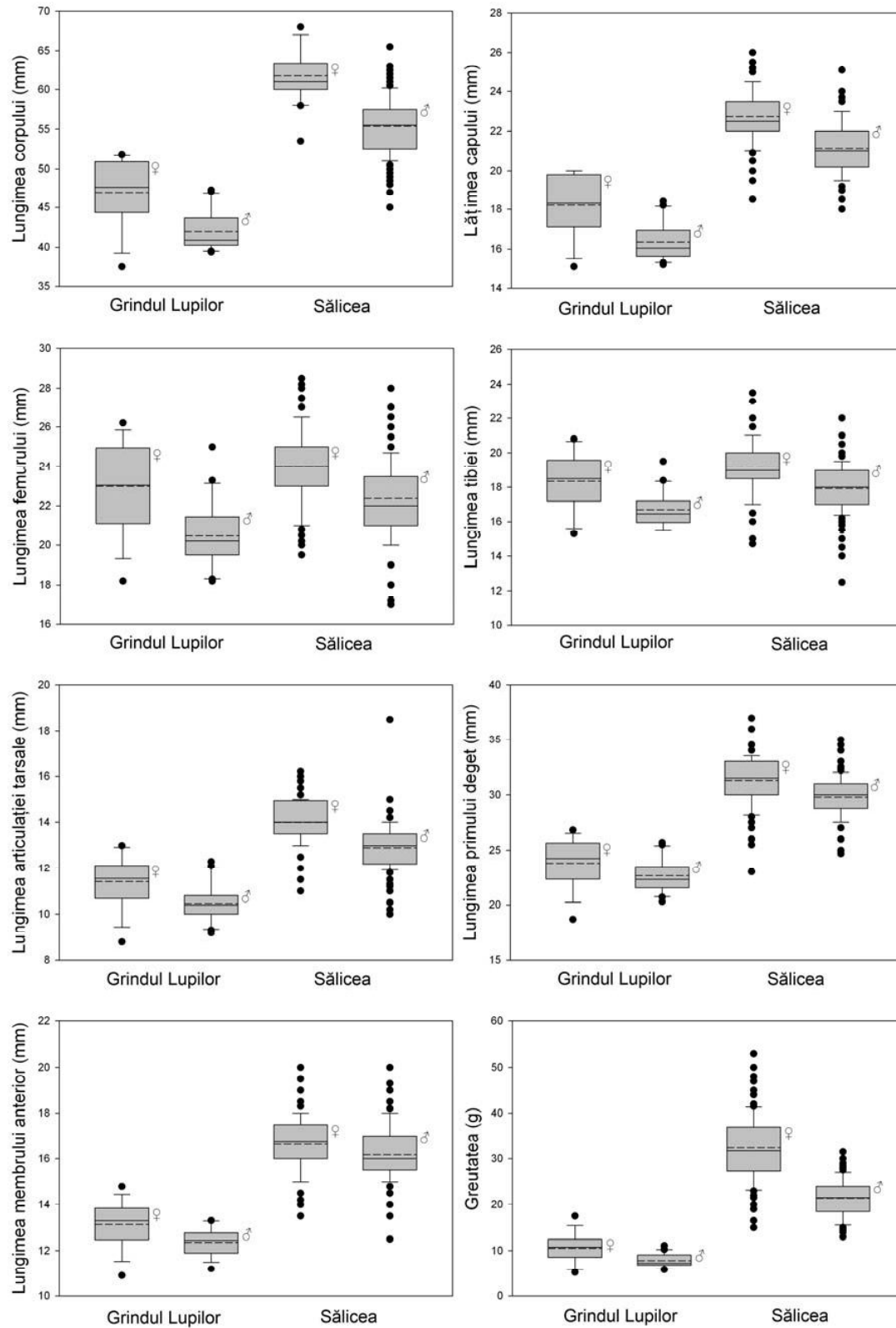


Figura 8.2. Cele opt variabile morfometrice analizate la exemplarele de *Pelobates fuscus* din populațiile de pe Grindul Lupilor, Dobrogea și Sălicea, Transilvania. Cu linii punctate sunt reprezentate mediile.

Concluzii

Distribuția amfibienilor din Dobrogea

În Dobrogea trăiesc 12 specii de amfibieni (nouă specii și un complex de specii), din care unele prezintă o distribuție restrânsă iar altele sunt larg răspândite: *Triturus (Lissotriton) vulgaris* (23 locații), *Triturus dobrogeticus* (30 locații), *Bombina bombina* (75 locații), *Pelobates fuscus* (51 locații), *Pelobates syriacus* (33 locații), *Bufo bufo* (12 locații), *Bufo (Pseudepidalea) viridis* (195 locații), *Hyla arborea* (98 locații), *Rana dalmatina* (32 locații), *Rana (Pelophylax) lessonae* (14 locații) și complexul *Rana (Pelophylax) esculenta* (211 locații). Din numărul total de semnalări, 66% sunt după 1990, 14% sunt dinainte de 1990 iar 20% sunt date continue. Din datele după 1990, 45% reprezintă datele noastre, 22,5% dintre ele fiind noi locații. Conform repartizării pe județe, 40% din semnalări sunt din județul Constanța și 60% din județul Tulcea.

Pe baza analizelor datelor de distribuție, repartizarea speciilor în cadrul Listei Roșii propuse a amfibienilor din Dobrogea este următoarea: 6 specii sunt considerate a fi **amenințate** - *Triturus (Lissotriton) vulgaris*, *Triturus dobrogeticus*, *Pelobates syriacus*, *Bufo bufo*, *Rana dalmatina* și *Rana (Pelophylax) lessonae*; o specie este **vulnerabilă** - *Pelobates fuscus*; 2 specii sunt **potențial amenințate** - *Bombina bombina* și *Hyla arborea*; 3 specii sunt **nepericlitare** - *Bufo (Pseudepidalea) viridis*, *Rana (Pelophylax) ridibunda* și *Rana (Pelophylax) esculenta*.

Aspecte legate de biologia și ecologia genului *Pelobates* în Dobrogea

În urma cercetărilor referitoare la influența nivelului apei din habitatele de reproducere, am constatat că mormolocii de *Pelobates syriacus* au răspuns la scăderea nivelului apei din vasele experimentale prin accelerarea ratei de dezvoltare, aceștia reușind să se metamorfozeze înaintea secării apei. Acest răspuns a reprezentat o reducere cu până la 4% a perioadei larvare, comparativ cu grupul control. Reducerea timpului de dezvoltare a fost însoțită și de o reducere cu 9% a greutateii și cu 4% a lungimii mormolocilor la metamorfoză în comparație cu grupul control.

Juvenilii de *P. syriacus* s-au dovedit a fi mai eficienți decât cei de *P. fuscus* și în ceea ce privește ratele de creștere. Astfel, cu toate că ambele specii au primit proporțional aceeași cantitate de hrană, juvenilii de *P. syriacus* au fost mai eficienți în asimilarea hranei consumate decât cei de *P. fuscus*, având o rată de creștere semnificativ mai mare, având cu până la 21% mai mare rata de creștere a greutateii și până la 4% mai mare rata de creștere a lungimii, acest efect înregistrându-se în cadrul ambelor tratamente respectiv variante de hrănire. În plus, indicele de conversie a hranei a fost mai mic în cazul juvenililor de *P. syriacus* indicând o capacitate sporită a acestei specii de a transforma hrana ingerată în masă corporală.

Pelobates syriacus poate să se reproducă exploziv, similar speciilor din zonele deșertice, perioada de reproducere din primăvara anului 2010 durând numai câteva zile. Populația studiată a adoptat o strategie de reproducere de tipul agregărilor reproductive și spre deosebire de restul speciilor genului *Pelobates*, masculii de *P. syriacus* nu au emis sunete de curtare (sunetele distincte care au rolul de a atrage femelele)

Numărul de ouă depuse de femelele de *P. syriacus* a fost semnificativ corelat atât cu lungimea femelelor cât și cu greutatea finală a acestora. De asemenea, și volumul pontelor a fost semnificativ corelat cu aceeași parametrii ai femelelor. În schimb, nu există corelație între mărimea ouălor și mărimea pontelor, respectiv între mărimea ouălor și dimensiunile femelelor. Greutatea femelelor de după depunere a fost cu până la 40% mai mică decât cea inițială. Greutatea finală a masculilor, de după depunerea pontei, a diferit de asemenea, diferența de greutate putând să reprezinte până la 10% din greutatea inițială. Pontele depuse de femelele mari (≥ 65 mm) pot să fie cu până la 60% mai mari decât cele depuse de femelele de dimensiuni mici ($\leq 63,5$ mm).

Spre deosebire de restul speciilor genului *Pelobates* la care femelele sunt mai mari, masculii de *P. syriacus* de pe Grindul Lupilor sunt semnificativ mai mari decât femelele. În ceea ce privește femelele de *P. fuscus*, acestea au fost semnificativ mai mari decât masculii, atât în cazul populației de pe Grindul Lupilor cât și în cel al populației din Sălcea.

Între populațiile de *Pelobates fuscus* din zone geografice diferite există diferențe de talie, exemplarele de *P. fuscus* din Sălcea fiind semnificativ mai mari decât cele de pe Grindul Lupilor, toate cele opt caractere morfologice măsurate fiind net mai mari atât la femele cât și la masculi.

Lucrările științifice ale autorului pe care se bazează această teză

Lucrări publicate

- Székely, P.**, Tudor, M., Cogălniceanu, D. 2010. Effect of habitat drying on the development of the Eastern spadefoot toad (*Pelobates syriacus*) tadpoles. *Amphibia-Reptilia* 31: 425-434.
- Székely, P.**, Plăiașu, R., Tudor, M., Cogălniceanu, D. 2009. The distribution and conservation status of amphibians in Dobrudja (Romania). *Turkish Journal of Zoology* 33: 147-156.
- Székely, P.**, Plăiașu, R., Tudor, M., Cogălniceanu, D. 2009. A preliminary record list of amphibians in Dobrudja (Romania). *Analele Științifice ale Universității „Al. I. Cuza” Iași, s. Biologie Animală* Tom LV: 145-153
- Székely P.**, Nemes Sz. 2002. Sex ratio and sexual dimorphism in a population of *Pelobates fuscus* from Transylvania, Romania. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 9: 211-216.
- Tudor, M., **Székely, P.** 2008. Date privind herpetofauna Parcului Național Munții Măcinului. *Lucrările Conferinței Naționale de Ecologie, „Protecția și restaurarea bio și ecodiversității”, 11-14 Octombrie 2007 Mamaia*. Edit. Ars Docendi 59-60.

Lucrări în curs de submitere pentru a fi publicate

- Székely, P.**, Buhaciuc, E., Cogălniceanu, D. Adaptive phenotypic plasticity in timing of metamorphosis in two species of *Pelobates* (Anura: Pelobatidae), *P. fuscus* and *P. syriacus*.
- Székely, P.**, Buhaciuc, E., Butănescu, D. Cogălniceanu, D. Variation in body size and sexual dimorphism in two distinct *Pelobates fuscus* populations
- Székely, P.**, Buhaciuc, E., Butănescu, D. Cogălniceanu, D. Aspects of breeding activity in a population of *Pelobates syriacus* from Dobrudja, Romania.
- Székely, P.**, Cogălniceanu, D. Early post-transformational growth in two species of *Pelobates* (Anura: Pelobatidae): a comparative study.

Bibliografie selectivă

- Antipa, G. 1911. Die Biologie des Donaudeltas und des Innundationsgebietes der Bunteren Donau. *Verh. VIII Intern. Zool. Congr. Graz*. 163-208.
- Băcescu, M. 1954. *Pelobates syriacus balcanicus* Karaman, o broască nouă pentru fauna R.P.R. *Comunicările Academiei R.P.R.* 4: 483-490.
- Botnariuc, N., Tatole V. (ed.) 2005. *Cartea roșie a vertebratelor din România*. București: Edit. Acad. Rom. și Muz. Nat. Ist. Nat. "Grigore Antipa". 260 p.
- Böhme, W. 1975. Zum Vorkommen von *Pelobates syriacus* Boettger, 1889 in Griechenland (Amphibia: Pelobatidae). *Senckenbergiana biologica* 56: 199-201.
- Castanet, J., Francillon-Vieillot, H., Meunier, F.J., De Ricqlès, A. 1993. Bone and individual aging. În: *Bone. Vol. 7. Bone Growth*, 245-283 p. Hall, B.K. (ed.) Florida: Edit. CRC Press.
- Castellano, S., Giacoma, C., Dujsebayaeva, T. 2000. Morphometric and advertisement call geographic variation in polyploidy green toads. *Biological Journal of the Linnean Society* 70: 341-360.
- Cogălniceanu, D. 1991. A preliminary report on the geographical distribution of Amphibians in Romania. *Revue Roumaine de Biologie, Série de Biologie Animale* 36 (1): 39-50.
- Cogălniceanu, D., Andrei, M. 1992. A bibliographical checklist of herpetology in Romania. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"* 32: 331-346.
- Crottini, A., Andreone, F., Kosuch, J., Borkin, L.J., Litvinchul, S.N., Eggert, C., Veith, M. 2007. Fossorial but widespread: the phylogeography of the common spadefoot toad (*Pelobates fuscus*), and the role of the Po Valley as a major source of genetic variability. *Molecular Ecology* 16: 2734-2754.
- Crump, M.L. 1989. Effect of habitat drying on developmental time and size at metamorphosis in *Hyla pseudopuma*. *Copeia* 1989: 794-797.
- Davies, N.B., Halliday, T.R. 1979. Competitive mate searching in male common toads, *Bufo bufo*. *Animal Behaviour* 27: 1253-1267.
- Denver, R.J., Mirhadi, N., Phillips, M. 1998. Adaptive plasticity in amphibian metamorphosis: response of *Scaphiopus hammondi* tadpoles to habitat desiccation. *Ecology* 79: 1859-1872.
- Džukić, G., Beskov, V., Sidorovska, V., Cogălniceanu, D., Kalezić, M. 2005. Historical and contemporary ranges of the spadefoot toads (*Pelobates* spp., Amphibia, Anura) in the Balkan Peninsula. *Acta Zoologica Cracoviensia* 48: 1-9.
- Džukić, G., Beskov, V., Sidorovska, V., Cogălniceanu, D., Kalezić, M. 2008. Contemporary chorology of the spadefoot toads (*Pelobates* spp.) in the Balkan Peninsula. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 15: 61-78.
- Eggert, C., Cogălniceanu, D., Veith, M., Džukić, G. 2006. The declining Spadefoot toad, *Pelobates fuscus* (Pelobatidae): paleo and recent environmental changes as a major influence on current population structure and status. *Conservation Genetics* 7: 185-195.
- Ford, L.S., Cannatella, D.C. 1993. The major clades of frogs. *Herpetological Monographs* 7: 94-117.
- Forester, D.C., Thompson, K.J. 1998. Gauntlet behaviour as a male sexual tactic in the American toad (Amphibia: Bufonidae). *Behaviour* 135: 99-119.
- Frost, D. R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R.H., Haas, A., Haddad, C.F.B., De Sa, R.O., Channing, A., Wilkinson, M., Donnellan, S.C., Raxworthy, C.J., Campbell, J.A., Blotto, B.L., Moler, P., Drewes, R.C., Nussbaum, R.A., Lynch, J.D., Green, D.M., Wheeler, W.C. 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin American Museum of Natural History*. New York. 297: 1-370.
- Fuhn, I.E. 1960. *Fauna R. P. Romine, Amphibia, vol. XIV fascicula 1*. București: Edit. Acad. R.P.R. 288 p.
- García-París, M., Buchholz, D.R., Parra-Olea, G. 2003. Phylogenetic relationships of Pelobatoidea re-examined using mtDNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 28: 12-23.
- Gasc, J.P., Cabela, A., Crnobrnja-Isailovic, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Haffner, P., Lescure, J., Martens, H., Martínez Rica, J.P., Maurin, H., Oliveira, M.E., Sofianidou, T.S., Veith, M., Zúiderwijk, A. (ed.) 1997. *Atlas of amphibians and reptiles in Europe*. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle. Collection Patrimoines Naturels 29. 496 p.
- Gosner, K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes of identification. *Herpetologica* 16: 183-190.
- Hay, J.M., Ruvinsky, I., Hedges, S.B., Maxson, L.R. 1995. Phylogenetic relationships of amphibian families

- inferred from DNA sequences of mitochondrial 12S and 16S ribosomal RNA genes. *Molecular Biology and Evolution* 12: 928-937.
- IUCN. 2010. *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010*. Disponibil pe: <http://www.iucnredlist.org>
- Jørgensen, C.B. 1995. Growth and reproduction. În: *Environmental Physiology of the Amphibians*, 439-466 p. Feder, M.E., Burggren, W.W. (ed.) Chicago: Edit. University of Chicago Press.
- Karaman S.L. 1928. Contribution to herpetology of Yugoslavia. *Bulletin de la Societe Scientifique de Skopje* 4, Section des Sciences Naturelles 1: 129-143. (în sârbă).
- Kirișescu, C. 1930. *Cercetări asupra faunei herpetologice a României*. București: Edit. Cartea Românească. 132 p.
- Kozłowski, J. 1992. Optimal allocation of resources to growth and reproduction: implications for age and size at maturity. *Trends in Ecology and Evolution* 7: 15-19.
- Lee, J.C. 1993. Geographic variation in size and shape of neotropical frogs: A precipitation gradient analysis. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* 163: 1-20.
- Lehrer, A., Lehrer, M. 1990. *Cartografierea Faunei și Florei României (coordonate arealografice)*. București: Edit. Ceres. 290 p.
- Loman, J. 1999. Early metamorphosis in common frog *Rana temporaria* tadpoles at risk of drying: an experimental demonstration. *Amphibia-Reptilia* 20: 421-430.
- Maglia, A. M. 1998. Phylogenetic relationships of extant pelobatoid frogs (Anura: Pelobatoidea): evidence from adult morphology. *Scientific Papers Natural History Museum the University of Kansas* 10: 1-19.
- Mendelson, J.R. 1998. Geographic variation in *Bufo valliceps* (Anura: Bufonidae), a widespread toad in the United States and middle America. *Scientific Papers of the Natural History Museum. The University of Kansas* 8: 1-12.
- Monnet, J.-M. Cherry, M.I. 2002. Sexual size dimorphism in anurans. *Proceedings of the Royal Society London B* 269: 2301-2307.
- Müller, L. 1932. Beiträge zur Herpetologie der südeuropäischen Halbinsel/I. Herpetologisch Neues aus Bulgarien. *Zoologischer Anzeiger* 100: 299-309.
- Newman, R.A. 1992. Adaptive plasticity in amphibian metamorphosis. *BioScience* 42: 671-678.
- Nöllert, A. 1990. *Die Knoblauchkröte. Die Neue Brehm-Bücherei*. Wittenberg Lutherstadt: Edit. Ziemsen Verlag. 144 p.
- Nöllert, A., Günther, R. 1996. Knoblauchkröte – *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768). În: *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*, 252-274 p. Günther, R. (ed.) Jena: Edit. Fischer.
- Oțel, V. (ed.) 2000. *The Red List of plant and animal species from the Danube Delta Biosphere Reserve Romania*. Tulcea: Edit. Fundația Aves. 128 p.
- Popescu, M. 1977. Contribuții la cunoașterea broaștei roșii de pădure (*Rana dalmatina*) din județul Tulcea. *Peuce: Studii și Comunicări de Științele Naturii* 5: 155-163.
- Popovici, I., Grigore, M., Marin, I., Velcea, I. 1984. *Podișul Dobrogei și Delta Dunării - Natură, om, economic*. București: Edit. Științif. și Enciclopedică. 301p.
- Richter-Boix, A., Llorente, G.A., Montori, A. 2006. A comparative analysis of the adaptive developmental plasticity hypothesis in six Mediterranean anuran species along a pond permanency gradient. *Evolutionary Ecology Research* 8: 1139-1154.
- Rot-Nikčević, I., Sidorovska, V., Džukić, G., Kalezić, M.L. 2001. Sexual size dimorphism and life history traits of two European spadefoot toads (*P. fuscus* and *P. syriacus*) in allopatry and sympatry. *Annales, Series Historia Naturalis* 11 (23): 107-120.
- Salthe, S.N., Mecham, J.S. 1974. Reproductive and courtship patterns. În: *Physiology of the Amphibia*, 309-521 p. Lofts, B. (ed.) New York: Edit. Academic Press.
- Schäuble, C.S. 2004. Variation in body size and sexual dimorphism across geographical and environmental space in the frogs *Limnodynastes tasmaniensis* and *L. peronii*. *Biological Journal of the Linnean Society* 82: 39-56.
- Shine, R. 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia* 1979: 297-306.
- Spieler, M. 2000. Developmental plasticity and behavioural adaptations of two West African anurans living in an unpredictable environment (Amphibia, Anura). *Bonner Zoologische Monographien* 46: 109-120.
- Tarkhishvili, D., Serbinova, I., Gavashelishvili, A. 2009. Modelling the range of Syrian spadefoot toad (*Pelobates syriacus*) with combination of GIS-based approaches. *Amphibia-Reptilia* 30: 401-412.
- Török, Zs. (ed.) 2006. *Lista Roșie a speciilor sălbatice de floră și faună din Parcul Național Munții Măcinului*. Tulcea. 70 p.
- Ugurtaş, I.H., Ljubisavljevic, K., Sidorovska, V., Kalezić, M., Džukić, G. 2002. Morphological differentiation of Eastern Spadefoot Toad (*Pelobates syriacus*) populations. *Israel Journal of Zoology* 48: 13-32.
- Wells, K.D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. Chicago: Edit. University of Chicago Press. 1148 p.
- Wilbur, H.M., Collins, J.P. 1973. Ecological aspects of amphibian metamorphosis. *Science* 182: 1305-1314.