

**IDENTIFICAREA PE TEREN A BROAȘTELOR VERZI DINTR-UN SISTEM
POPULAȚIONAL RE
(*PELOPHYLAX RIDIBUNDUS* – *P. KL. ESCULENTUS*)
ANALIZA BIOMETRICĂ A UNEI POPULAȚII DIN NORD-VESTUL
ROMÂNIEI**

István SAS^{1,}, Éva-Hajnalka KOVÁCS¹, Ioana FOGHIȘ², Ovidiu MICLOȘ³*

*^{1.} Universitatea din Oradea, Facultatea de Științe, Departamentul de Biologie, Str. Universității nr.1, Oradea, Romania, ^{2.} Student Biologie, Universitatea din Oradea, Facultatea de Științe, Str. Universității nr.1, Oradea, Romania, ^{3.} Student Ecologie și Protecția Mediului, Universitatea din Oradea, Facultatea de Științe, Str. Universității nr.1, Oradea, Romania, * Autor de corespondență, e-mail: isas@uoradea.ro*

Rezumat. Obiectivul studiului nostru a fost analiza biometrică a unei populații de broaște verzi din sistemul RE (*Pelophylax ridibundus* – *P. kl. esculentus*) dintr-un habitat aflat în regiunea Bazinului Hidrografic al Râului Tur. Pe parcursul studiului am urmărit caracterele biometrice la 14 exemplare de broaște verzi dintr-un habitat din apropierea localității Porumbesti, județul Satu-Mare. În total am măsurat 15 caractere biometrice, pe baza cărora au fost calculate 15 raporturi biometrice. Pe baza caracterelor morfologice, coloritul general, respectiv mărimea tuberculului metatarsal, din cele 14 exemplare de broaște verzi studiate, 5 au aparținut speciei *P. ridibundus* respectiv 9 formei hibride *P. kl. esculentus*. Rezultatele noastre arată că există diferențe semnificative între exemplarele de *P. ridibundus* și *P. kl. esculentus*. Astfel rezultatele biometrice sunt în corelație perfectă cu determinările prealabile, făcute pe teren, în timpul colectării datelor. Specia *P. ridibundus* respectiv forma hibridă *P. kl. esculentus* pot fi identificate ușor pe teren, numai pe baza absenței sau prezenței coloritului galben de pe flancuri și coapsele posterioare, respectiv după mărimea și forma tuberculului metatarsal intern.

Summary. Field identification of water frogs from an RE population system (*Pelophylax ridibundus* – *P. kl. esculentus*) – biometric analysis of a population from north-western Romania. The aim of our study was to perform a biometrical research on an RE system population (*Pelophylax ridibundus* – *P. kl. esculentus*) of water frogs from a habitat found in the Tur River hydrographic basin. During the study we determined the biometric characteristics of 14 water frogs from a habitat near Porumbesti locality, Satu Mare County. Altogether 15 biometric characteristics were measured, based on which 15 biometric ratios were computed. Based on the morphological characteristics, general colour and size of the metatarsal tubercle, from the 14 studied water frogs, 5 belonged to the *P. ridibundus* species and 9 to the hybrid form *P. kl. esculentus*. Our results show that there are significant differences between the individuals of *P. ridibundus* and *P. kl. esculentus*. Thus, the biometric results are in perfect correlation with the preliminary determinations performed during data collection on the field. *P. ridibundus* and the hybrid form *P. kl. esculentus* can be easily identified in the field merely on the basis of the absence or presence of yellow coloration on the flanks and hind thighs, respectively according to the shape and size of the inner metatarsal tubercle.

Introducere

Broaștele verzi Palearctice cuprind mai multe specii (Dubois & Ohler 1996), caracterizate de răspândirea lor largă, respectiv de apariția abundentă a hibridizărilor interspecifice (Graf & Polls-Pelaz 1989), formând în total trei complexe hibridogenetice (synkleptone) (Polls-Pellaz 1989).

În România, în cadrul grupului broaștelor verzi, se întâlnesc două specii valide {*Pelophylax lessonae* (*Rana lessonae*) (Camerano, [1882]) și *Pelophylax ridibundus* (*Rana ridibunda*) (Pallas, 1771)}, și o formă hibridă dintre acestea {*Pelophylax* kl. *esculentus* (*Rana* kl. *esculenta*) (Linnaeus, 1758)}. Aceste trei forme ocupă simpatric un areal larg în Europa (Berger 1973), complexul *Pelophylax esculentus*, răspândit peste Europa Centrală, fiind cel mai bine studiat. Evenimentele de hibridare sunt cauza existenței unor linii hibride stabile, care se reproduc hemiclinal prin hibridogeneză (Schultz 1969).

În natură, au fost descrise mai multe combinații a formelor complexului *P. esculentus*, astfel broaștele verzi putându-se întâlni în diferite sisteme populaționale. Hibridul *P. kl. esculentus* este întâlnit în cele mai diverse tipuri de habitate, specifice celor două specii parentale. Astfel în cadrul arealului comun al formelor complexului *P. esculentus*, pe lângă populații pure existente de *P. lessonae* (E) și *P. ridibundus* (R) se cunosc sisteme populaționale L-E (*lessonae-esculentus*), R-E (*ridibundus-esculentus*), L-E-R (*lessonae-esculentus-ridibundus*) și E (*esculentus*) (ex. Tunner & Heppich-Tunner 1991).

Considerând datele din literatură, în zona Bazinului Hidrografic al Râului Tur sunt prezente 15 specii de amfibieni și 9 specii de reptile (vezi în: Covaciu-Marcov et al. 2008, Covaciu-Marcov & Ferenti 2008).

Pe lângă speciile valide de amfibieni, în regiunea Bazinului Hidrografic al Râului Tur sunt prezenți și hibrizi de amfibieni, precum hibrizi între *T. cristatus* și *T. dobrogicus* (Covaciu-Marcov et al. 2008), *B. bombina* și *B. variegata* (Covaciu-Marcov et al. 2008, 2009), precum și *Pelophylax* kl. *esculentus* (Covaciu-Marcov et al. 2008, Sas 2009, 2010).

La nivelul Rezervației Cursului Inferior al Râului Tur sunt prezente toate cele trei forme ale complexului broaștelor verzi din România, atât speciile *P. ridibundus* și *P. lessonae*, cât și hibridul dintre acestea, *P. kl. esculentus* (Covaciu-Marcov et al. 2007, Covaciu-Marcov et al. 2008, Sas 2009, 2010). Cea mai bine reprezentată, atât ca număr de indivizi cât și ca suprafață ocupată, este *Pelophylax* kl. *esculentus* (Covaciu-Marcov et al. 2008, Sas 2009, 2010).

În ceea ce privește sistemele populaționale, multe din cele descrise în literatura de specialitate (vezi în: Tunner & Heppich-Tunner 1991) se regăsesc și în regiunea Bazinului Hidrografic al Râului Tur (Covaciu-Marcov et al. 2008, Sas 2009, 2010).

Situația broaștelor verzi din complexul *P. esculentus* în România încă nu este elucidată, fapt cauzat în primul rând de faptul că în multe studii de herpetologie autorii nu fac distincție între cele trei forme de broaște verzi (ex. Nicoară & Székely 2004, Cogălniceanu et al. 2006, Hartel et al. 2010) sau între *P. ridibundus* și *P. esculentus* (ex. Székely et al. 2009). Tratarea sub formă de complex *P. esculentus* se datorează în primul rând a existenței unor lucrări în literatura de specialitate (ex. Pagano & Joly 1998), în care autorii consideră că broaștele verzi nu pot fi deosebite morfologic. Totuși în literatura de specialitate există numeroase publicații care arată că pe baza coloritului și a mărimii tubercului metatarsal, broaștele verzi din complexul *P. esculentus* pot fi ușor identificate (ex. Berger 1977, Günther 1990, Reyer &

Bättig 2004, Ragghianti et al. 2007, Krizmanić 2008a,b, Plötner et al. 2008, Neveu 2009, Sas 2009, Arioli et al. 2010).

Determinarea morfologică este utilizată cu succes inclusiv în cazurile aparent mai dificile (vezi în: Tunner 2000).

Obiectivul studiului nostru a fost analiza biometrică a unei populații de broaște verzi din sistemul RE (*P. ridibundus* – *P. kl. esculentus*) dintr-un habitat aflat în regiunea Bazinului Hidrografic al Râului Tur.

Materiale și metode

Studiul a fost realizat în primăvara anului 2009, în regiunea Bazinului Hidrografic al Râului Tur. Râul Tur este singurul râu de munte din județul Satu Mare. Cursul inferior al acestuia (43 km), de la acumularea Călinești și până la granița cu Ungaria, este un "coridor verde" cu o diversitate floristică și faunistică și un relief pronunțat. Rezervația Râul Tur prezintă importanță atât ca arie de protecție specială avifaunistică (SPA) cât și ca sit de importanță comunitară (SCI) având suprafața de 20953 ha și coordonatele geografice longitudine E 23°10', latitudine N 47°53'.

Habitatul studiat se află în apropierea localității Porumbăști, la sud-est față de aceasta (47°57'53"N 22°59'24"E, altitudine 123 m), de-a lungul drumului spre Halta Porumbăști (în direcția localității Halmeu), fiind reprezentat de un șanț collector de apă.

Pe parcursul studiului am urmărit caracterele biometrice la 14 exemplare de broaște verzi din habitatul cercetat. Animalele investigate au fost capturate cu ajutorul unei plase limnologice sau direct cu mâna. Exemplarele cercetate, pe parcursul activității, au fost ținute în găleți de dimensiuni mari, cu apă pe

fund. Identificarea broaștelor s-a realizat pe baza formei tuberculului metatarsal intern (ex. Berger 1990, Gunter et al. 1991) cât și pe baza prezenței sau absentei colorației galbene de pe flancuri și membrele posterioare (vezi în ex. Krizmanic 2008a). Pe baza caracterelor coloritul general, respectiv mărimea tuberculului metatarsal, 5 exemplare au fost identificate că aparțin speciei *P. ridibundus* (Figura nr.1) respectiv 9 formei hibride *P. kl. esculentus* (Figura nr.2). Odată măsurate, animalele investigate au fost eliberate în habitatul lor de proveniență, evitând astfel impactul studiului asupra populației studiate.

Exemplarele capturate au fost analizate biometric, efectuând măsurători ale diferitelor caractere morfologice ale speciei. În acest scop am folosit un șubler gradat (precizie x0,02 mm), respectiv un micrometru (precizie de 0,005 mm) urmând indicațiile biometrice la ranidae conform literaturii de specialitate (Fuhn 1960).

În total am măsurat 15 caractere biometrice, după cum urmează: L. (*longitudo*) – lungimea corpului, măsurată de la vârful botului la anus; L.c. (*longitudo capitis*) – lungimea capului, măsurată de la vârful botului la una din comisurile gurii; Lt.c. (*latitudo capitis*) – lățimea capului, măsurată între comisurile gurii; L.o. (*longitudo oculi*) – lungimea ochiului, măsurată la capetele diametrului longitudinal; Sp.p. (*spatium palpebrae*) – distanța interpalpebrală, măsurată între globii oculari, la mijlocul pleoapelor; D.r.o. (*distantia rostrum-oculi*) – distanța din vârful botului la colțul anterior al ochiului; Sp.c.r. (*spatium canthi rostrales*) – distanța dintre muchiile rostrale, măsurată în dreptul regiunii anterioare a ochiului; Sp.n. (*spatium nostrum*) – distanța măsurată orificii nazale; L.tymp. (*longitudo tympani*) – lungimea diametrului orizontal al timpanului; F. (*longitudo femoris*) – lungimea femurului, măsurată



Figura nr.1. Aspectul general, respectiv forma și mărimea tubercului metatarsal intern la un exemplar de *Pelophylax ridibundus* din populația cercetată.



Figura nr.2. Aspectul general, respectiv forma și mărimea tuberculului metatarsal intern la un exemplar de *Pelophylax kl. esculentus* din populația cercetată.

e la anus la mijlocul articulației genunchiului; T.i. (*longitudo tibiae*) – lungimea tibiei, măsurată de la jumătatea articulației genunchiului la jumătatea articulației tibio-tarsale; P. (*pes*) – lungimea piciorului, măsurată de la mijlocul articulației tarso-metatarsale până la vârful degetului IV; D.p. (*digitus primus*) – lungimea primului deget, măsurată din vârf până la capătul distal al tuberculului metatarsal; C.int. (*callus internus*) – lungimea tuberculului metatarsal intern; C.int.-a (*proceritas callus internus*) – înălțimea tuberculului metatarsal intern. Pe baza acestor caractere biometrice au fost calculate mai multe raporturi biometrice: D.p./C.int.; T.i./C.int.; T.i./C.int.-a; C.int./C.int.-a; L./L.c.; Sp.c.r./D.r.o.; L./2T; L.c./Lt.c.; L.o./L.tymp.; Sp.p./Sp.n.; F./T.; 2T./L.; L./T.; L./D.p., la care se adaugă raportul C.int./C.int.-a (vezi în Sas 2009).

Rezultate

Pe baza caracterelor morfologice, coloritul general, respectiv mărimea tuberculului metatarsal, din cele 14 exemplare de broaște verzi 5 au aparținut speciei *P. ridibundus* (Figura nr.1) respectiv 9 forme hibride *P. kl. esculentus* (Figura nr.2). Rezultatele analizei biometrice sunt redată în Tabelele 1-2.

Broaștele verzi din complexul *P. esculentus* analizate de noi aveau mărimi cuprinse între 41,40 respectiv 89,10 mm (Tabelele nr.1-2). Atât cele mai mici, cât și cele mai mari exemplare de broaște studiate au aparținut speciei *P. ridibundus*. Exemplarele de *P. kl. esculentus* aveau mărimi cuprinse între 46,10 respectiv 86,10 mm.

Tabel nr.1. Rezultatele studiului biometric la exemplarele de *Pelophylax ridibundus*: caracterele măsurate și raporturile biometrice.

Valorile sunt în mm. Abrevierile sunt explicate la materiale și metode.

| <i>P. ridibundus</i> - Valori biometrice | | | | | | | |
|--|-------|---------|-------|-------|----------|---------|--------|
| | Media | Mediana | Minim | Maxim | Variația | Dev.St. | Er.St. |
| L. | 55,68 | 43,90 | 41,40 | 89,10 | 47,70 | 20,39 | 9,12 |
| L.c. | 16,86 | 14,50 | 13,20 | 24,80 | 11,60 | 4,81 | 2,15 |
| Lt.c. | 18,20 | 16,00 | 14,10 | 29,80 | 15,70 | 6,53 | 2,92 |
| L.o. | 7,84 | 6,60 | 5,70 | 13,00 | 7,30 | 3,01 | 1,34 |
| Sp.p. | 4,54 | 3,10 | 2,50 | 9,10 | 6,60 | 2,83 | 1,27 |
| Lt.p. | 14,36 | 12,20 | 10,70 | 21,20 | 10,50 | 4,58 | 2,05 |
| D.r.o. | 7,92 | 6,70 | 5,90 | 12,00 | 6,10 | 2,63 | 1,18 |
| Sp.c.r. | 7,70 | 5,70 | 5,30 | 14,10 | 8,80 | 3,71 | 1,66 |
| Sp.n. | 3,44 | 3,10 | 2,10 | 4,60 | 2,50 | 1,05 | 0,47 |
| L.tymp. | 4,42 | 3,90 | 3,30 | 6,10 | 2,80 | 1,13 | 0,50 |
| F. | 27,08 | 20,90 | 18,70 | 42,00 | 23,30 | 10,19 | 4,56 |
| T. | 27,58 | 21,50 | 19,70 | 43,70 | 24,00 | 10,47 | 4,68 |
| P. | 43,04 | 33,20 | 32,10 | 66,20 | 34,10 | 15,16 | 6,78 |
| D.p. | 8,40 | 7,20 | 5,80 | 11,80 | 6,00 | 2,89 | 1,29 |
| C.int. | 1,84 | 1,32 | 1,24 | 3,30 | 2,07 | 0,89 | 0,40 |
| C.int.-a | 0,49 | 0,40 | 0,34 | 0,76 | 0,42 | 0,18 | 0,08 |

P. ridibundus - Raporturi biometrice

| | Media | Mediana | Minim | Maxim | Variația | Dev.St. | Er.St. |
|----------------|-------|---------|-------|-------|----------|---------|--------|
| D.p./C.int. | 4,80 | 4,70 | 3,39 | 5,76 | 2,37 | 0,95 | 0,43 |
| Ti./C.int. | 15,47 | 15,57 | 13,24 | 17,20 | 3,96 | 1,43 | 0,64 |
| Ti./C.int.-a | 56,08 | 57,50 | 50,75 | 59,72 | 8,97 | 3,52 | 1,58 |
| C.int/C.int.-a | 3,65 | 3,50 | 3,30 | 4,34 | 1,04 | 0,40 | 0,18 |
| L./P. | 1,84 | 1,85 | 1,74 | 1,96 | 0,21 | 0,09 | 0,04 |
| L./L.c. | 3,25 | 3,18 | 2,94 | 3,59 | 0,65 | 0,25 | 0,11 |
| Sp.c.r./D.r.o. | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 1,18 | 0,32 | 0,13 | 0,06 |
| L./2T. | 1,02 | 1,02 | 0,94 | 1,05 | 0,11 | 0,05 | 0,02 |
| L.c./Lt.c. | 0,95 | 0,87 | 0,83 | 1,28 | 0,44 | 0,18 | 0,08 |
| L.o./L.tymp. | 1,74 | 1,69 | 1,58 | 2,13 | 0,55 | 0,23 | 0,10 |
| Sp.p./Sp.n. | 1,28 | 1,20 | 0,81 | 2,07 | 1,26 | 0,52 | 0,23 |
| F./T. | 0,98 | 0,96 | 0,95 | 1,03 | 0,08 | 0,04 | 0,02 |
| 2Ti./L. | 0,99 | 0,98 | 0,95 | 1,07 | 0,11 | 0,05 | 0,02 |
| L./Ti. | 2,03 | 2,04 | 1,88 | 2,10 | 0,22 | 0,09 | 0,04 |
| L./D.p. | 6,70 | 7,10 | 5,20 | 7,96 | 2,75 | 1,06 | 0,48 |

Tabel nr.2. Rezultatele studiului biometric la exemplarele de *Pelophylax* kl. *esculentus*: caracterele măsurate și raporturile biometrice.

Valorile sunt în mm. Abrevierile sunt explicate la materiale și metode.

| <i>P. kl. esculentus</i> - Valori biometrice | | | | | | | |
|--|-------|---------|-------|-------|----------|---------|--------|
| | Media | Mediana | Minim | Maxim | Variația | Dev.St. | Er.St. |
| L. | 68,72 | 71,40 | 46,10 | 86,10 | 40,00 | 17,28 | 5,76 |
| L.c. | 20,10 | 21,00 | 13,40 | 24,90 | 11,50 | 4,30 | 1,43 |
| Lt.c. | 23,37 | 24,60 | 16,10 | 28,80 | 12,70 | 5,00 | 1,67 |
| L.o. | 8,01 | 7,70 | 5,40 | 10,00 | 4,60 | 1,67 | 0,56 |
| Sp.p. | 3,81 | 4,10 | 2,90 | 4,80 | 1,90 | 0,64 | 0,21 |
| Lt.p. | 15,62 | 15,70 | 11,80 | 19,40 | 7,60 | 3,33 | 1,11 |
| D.r.o. | 8,76 | 9,10 | 6,50 | 10,22 | 3,72 | 1,54 | 0,51 |
| Sp.c.r. | 8,59 | 8,30 | 5,50 | 14,50 | 9,00 | 2,72 | 0,91 |
| Sp.n. | 4,40 | 4,50 | 3,20 | 5,60 | 2,40 | 0,88 | 0,29 |
| L.tymp. | 5,11 | 4,80 | 3,80 | 6,30 | 2,50 | 1,00 | 0,33 |
| F. | 29,00 | 29,60 | 10,80 | 39,80 | 29,00 | 10,25 | 3,42 |
| T. | 33,06 | 36,90 | 21,50 | 41,90 | 20,40 | 8,36 | 2,79 |
| P. | 51,33 | 57,50 | 27,70 | 64,50 | 36,80 | 13,48 | 4,49 |
| D.p. | 8,77 | 9,70 | 5,60 | 11,80 | 6,20 | 2,19 | 0,73 |
| C.int. | 3,19 | 3,07 | 1,67 | 4,70 | 3,03 | 1,06 | 0,35 |
| C.int.-a | 1,04 | 0,97 | 0,57 | 1,54 | 0,97 | 0,32 | 0,11 |

| <i>P. kl. esculentus</i> - Raporturi biometrice | | | | | | | |
|---|-------|---------|-------|-------|----------|---------|--------|
| | Media | Mediana | Minim | Maxim | Variația | Dev.St. | Er.St. |
| D.p./C.int. | 2,85 | 2,96 | 2,17 | 3,42 | 1,25 | 0,44 | 0,15 |
| Ti./C.int. | 10,75 | 10,61 | 8,19 | 12,99 | 4,80 | 1,84 | 0,61 |
| Ti./C.int.-a | 32,84 | 30,74 | 25,71 | 43,20 | 17,48 | 6,10 | 2,03 |
| C.int/C.int.- | 3,06 | 2,95 | 2,82 | 3,51 | 0,68 | 0,25 | 0,08 |

| | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| a | | | | | | | |
| L./P. | 1,87 | 1,84 | 1,76 | 1,98 | 0,22 | 0,08 | 0,03 |
| L./L.c. | 3,40 | 3,46 | 2,96 | 3,64 | 0,68 | 0,22 | 0,07 |
| Sp.c.r./D.r.o. | 0,97 | 0,91 | 0,83 | 1,46 | 0,63 | 0,19 | 0,06 |
| L./2T. | 1,04 | 1,06 | 0,97 | 1,11 | 0,15 | 0,05 | 0,02 |
| L.c./Lt.c. | 0,86 | 0,87 | 0,82 | 0,90 | 0,08 | 0,03 | 0,01 |
| L.o./L.tymp. | 1,57 | 1,53 | 1,26 | 1,97 | 0,72 | 0,19 | 0,06 |
| Sp.p./Sp.n. | 0,88 | 0,85 | 0,74 | 1,06 | 0,32 | 0,10 | 0,03 |
| F./T. | 0,90 | 0,98 | 0,26 | 1,00 | 0,74 | 0,24 | 0,08 |
| 2Ti./L. | 0,96 | 0,94 | 0,90 | 1,03 | 0,14 | 0,05 | 0,02 |
| L./Ti. | 2,08 | 2,13 | 1,93 | 2,23 | 0,29 | 0,11 | 0,04 |
| L./D.p. | 7,85 | 7,90 | 7,24 | 8,52 | 1,29 | 0,49 | 0,16 |

În vederea determinării biometrice a broaștelor verzi studiate, am efectuat în primul rând analiza multivariată prin discriminarea indivizilor cercetați, clasificarea făcându-se pe baza scorurilor canonice, folosind intervale de confidențialitate de 95%. Analiza multivariată (discriminarea) în prima etapă s-a realizat pe baza a tuturor indicilor biometrici calculați (Tabelele nr.1-2, Figura nr.3).

În urma testării datelor numai cinci raporturi biometrice (D.p./C.int., T.i./C.int., T.i./C.int.-a., C.int./C.int.-a., L./D.p.) s-au dovedit importante în vederea determinării și clasificării broaștelor verzi din complexul *P. esculentus* studiate.

Puterile de discriminare au fost următoarele pentru cei cinci indici biometrici, în ordinea importanței lor: T.i./C.int.-a.: $Wilk's \lambda = 0,166501$; $p < 0,0001$; D.p./C.int.: $Wilk's \lambda = 0,296375$; $p < 0,0001$; T.i./C.int.: $Wilk's \lambda = 0,330078$; $p < 0,0001$; C.int./C.int.-a.: $Wilk's \lambda = 0,508161$; $p < 0,0001$; L./D.p.: $Wilk's \lambda = 0,601814$; $p < 0,0001$.

În ceea ce privește contribuția celorlalți indici biometrici în discriminarea broaștelor verzi din complexul *P. esculentus*, aceștia s-au dovedit mult mai puțin importanți, unii prezentând valoarea $Wilk's \lambda$ foarte apropiată de

unitate (1), denotând lipsa puterii discriminatorii.

Ordinea importanței acestor indici biometrici este următoarea, în ordine descrescătoare: Sp.p./Sp.n. ($Wilk's \lambda = 0,696067$; $p = 0,000154$), L.o./L.tymp. ($Wilk's \lambda = 0,846001$; $p = 0,010155$), L.c./Lt.c. ($Wilk's \lambda = 0,846001$; $p = 0,010155$), L./L.c. ($Wilk's \lambda = 0,906189$; $p = 0,048524$), L./2Ti. ($Wilk's \lambda = 0,937536$; $p = 0,110426$), L./Ti. ($Wilk's \lambda = 0,937536$; $p = 0,110426$), 2Ti./L. ($Wilk's \lambda = 0,94198$; $p = 0,12438$), F./Ti. ($Wilk's \lambda = 0,953162$; $p = 0,16863$), L./P. ($Wilk's \lambda = 0,979286$; $p = 0,363182$), Sp.c.r./D.r.o. ($Wilk's \lambda = 0,99524$; $p = 0,664188$).

Este clar că determinarea și clasificarea broaștelor verzi din complexul *Pelophylax esculentus* se poate face chiar numai prin analiza a celor patru indici biometrici D.p./C.int., T.i./C.int., T.i./C.int.-a., C.int./C.int.-a. ($Wilk's \lambda$ mai mic de 0,5). Această determinare se poate face atât prin analiză multivariată sau după perechi de indici biometrici. După analiza multivariată pe baza celor patru indici biometrici ($Eigenvalue = 9,497959$, $Wilk's \lambda = 0,095257$; $p = 0,00$ – Figura nr.4), contribuția acestora este semnificativă, puterea de discriminare modificându-se în funcție de introducerea variabilelor în model, cum urmează: Ti./C.int, $Wilk's \lambda = 0,1665014$, $F(1,40) = 200,2383$, $p <$

0.0000; D.p./C.int, Wilks' $\lambda = 0.1556065$, $F(2,39) = 105.8161$, $p < 0.0000$; Ti./C.int.-a, Wilks' $\lambda = 0.1046285$, $F(3,38) = 108.3966$, $p < 0.0000$; C.int./C.int.-a, Wilks' $\lambda = .0952566$, $F(4,37) = 87.85612$, $p < 0.0000$.

Exemplarele de broaște verzi studiate biometric, au fost comparate între ele și după următoarele perechi de raporturi biometrice: Ti./C.int. cu D.p./C.int.; respectiv Ti./C.int.-a cu D.p./C.int. Pe lângă aceste două comparări, exemplarele studiate au fost comparate și pe baza raportului C.int./C.int.-a (vezi în Sas 2009), cum urmează: Ti./C.int. cu C.int./C.int.-a; respectiv C.int./C.int.-a cu D.p./C.int.

Compararea după perechi de indici biometrici a broaștelor verzi din complexul *P. esculentus* analizate s-a realizat tot cu un interval de confidențialitate de 95%. Considerând perechea de indici Ti./C.int. cu

D.p./C.int. biometrici (Figura nr.5, $r^2 = 0.8826$; $r = 0.9394$, $p = 00.0000$; $y = -1.18190044 + 0.380120077*x$), se poate observa că atât exemplarele de *P. esculentus* ($r^2 = 0.8877$; $r = 0.9422$, $p = 0.00000$; $y = -0.486389656 + 3.94819906*x$) cât și cele de *P. ridibundus* ($r^2 = 0.7863$; $r = 0.8867$, $p = 0.00001$; $y = 9.078827010 + 1.33042647*x$) se delimitează net, în afară de o singură excepție. Delimitare mult mai clară se poate observa în cazul perechilor de indici Ti./C.int.-a cu D.p./C.int (Figura nr.6, $r^2 = 0.7406$; $r = 0.8606$, $p = 0.0000$; $y = 7.85324011 + 9.39031784*x$), Ti./C.int. cu C.int./C.int.-a (Figura nr.7, $r^2 = 0.1867$; $r = 0.4321$, $p = 0.0043$; $y = 2.75791155 + 2.95940761*x$). Situație asemănătoare se observă și după perechea de indici biometrici C.int./C.int.-a cu D.p./C.int (Figura nr.8, $r^2 = 0.1353$; $r = 0.3678$, $p = 0.0165$; $y = 2.7992421 + 0.132729795*x$).

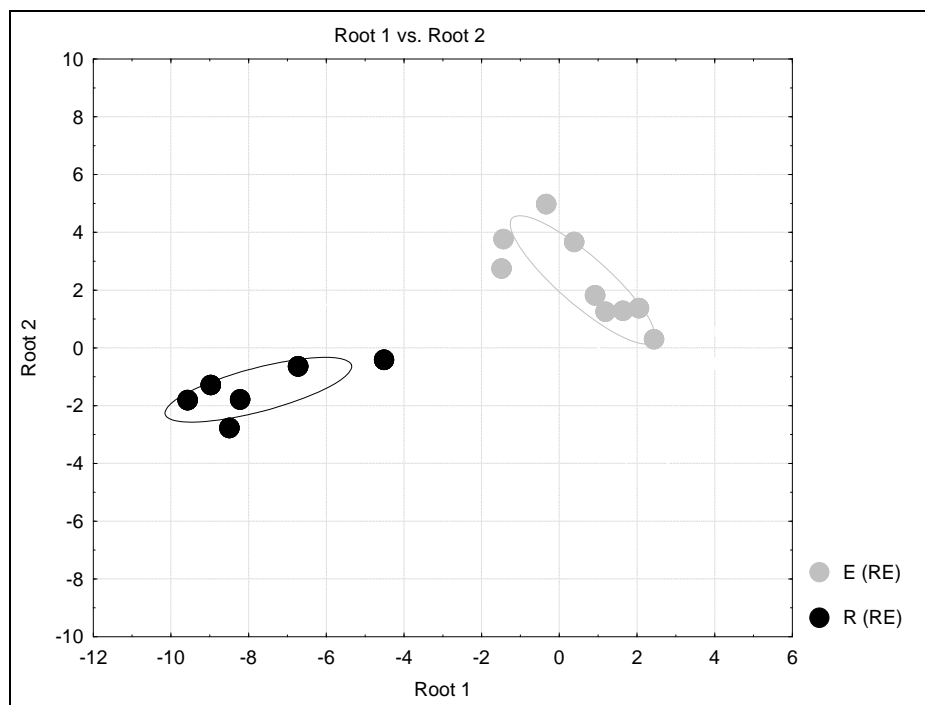


Figura nr.3. Diagrama de dispersie a scorurilor canonice discriminante la exemplarele de broaște verzi studiate, după toți indicii biometrici calculați.

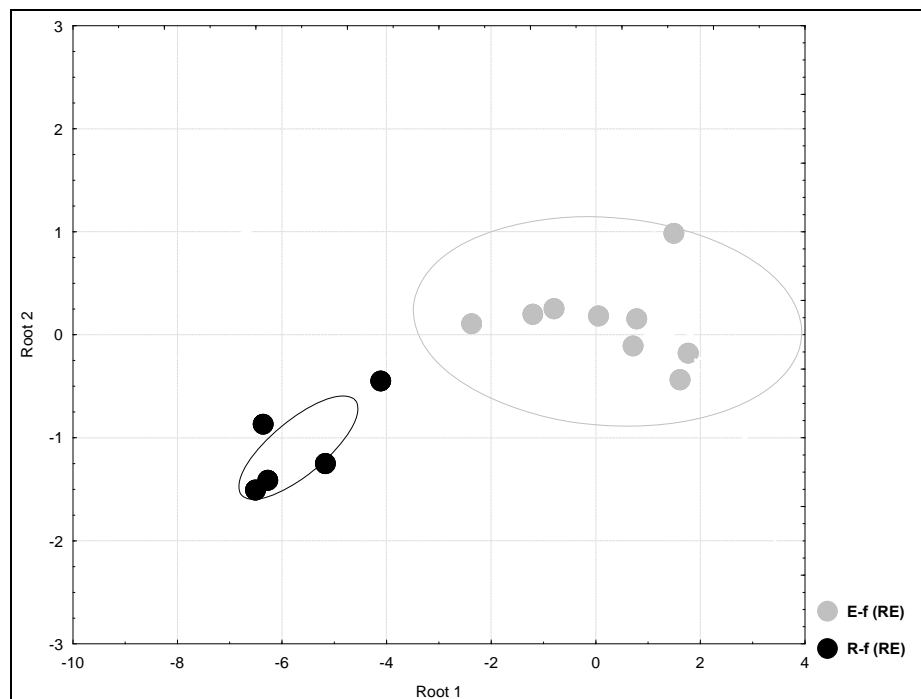


Figura nr.4. Diagrama de dispersie a scorurilor canonice discriminante la exemplarele de broaște verzi studiate, după cele patru raporturi importante.

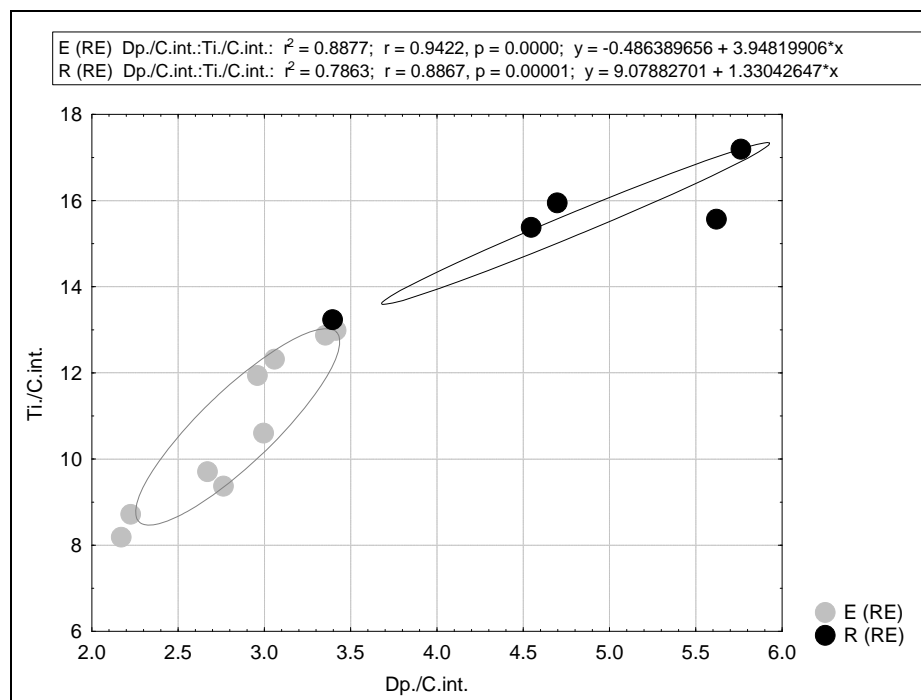


Figura nr.5. Clasificarea broaștelor verzi studiate biometric după perechea de indici Ti./C.int. cu D.p./C.int.

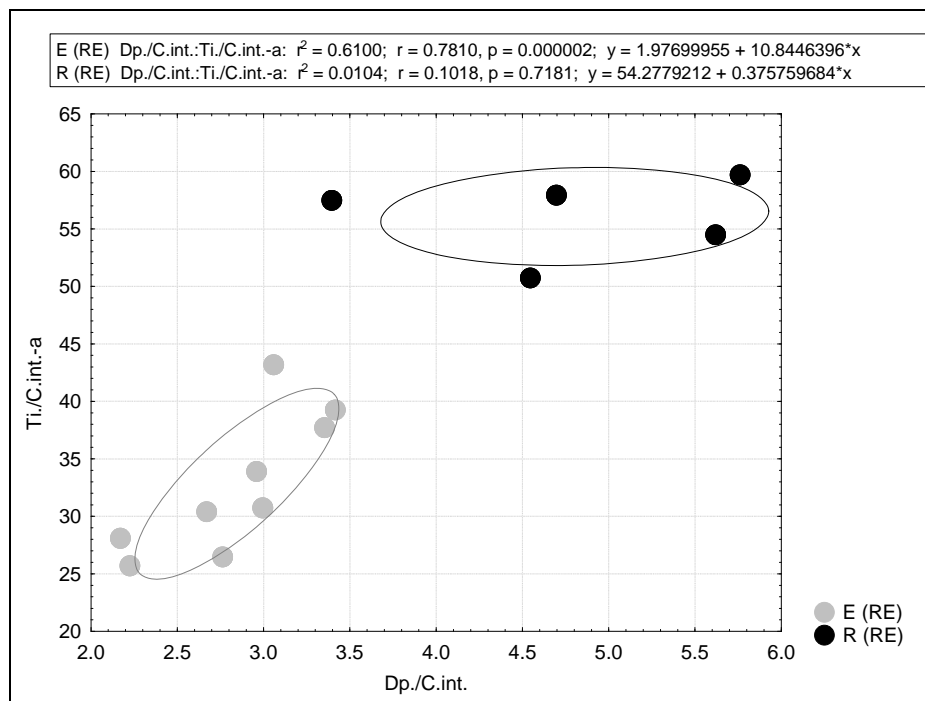


Figura nr.6. Clasificarea broaștelor verzi studiate biometric după perechea de indici Ti./C.int.-a cu D.p./C.int.

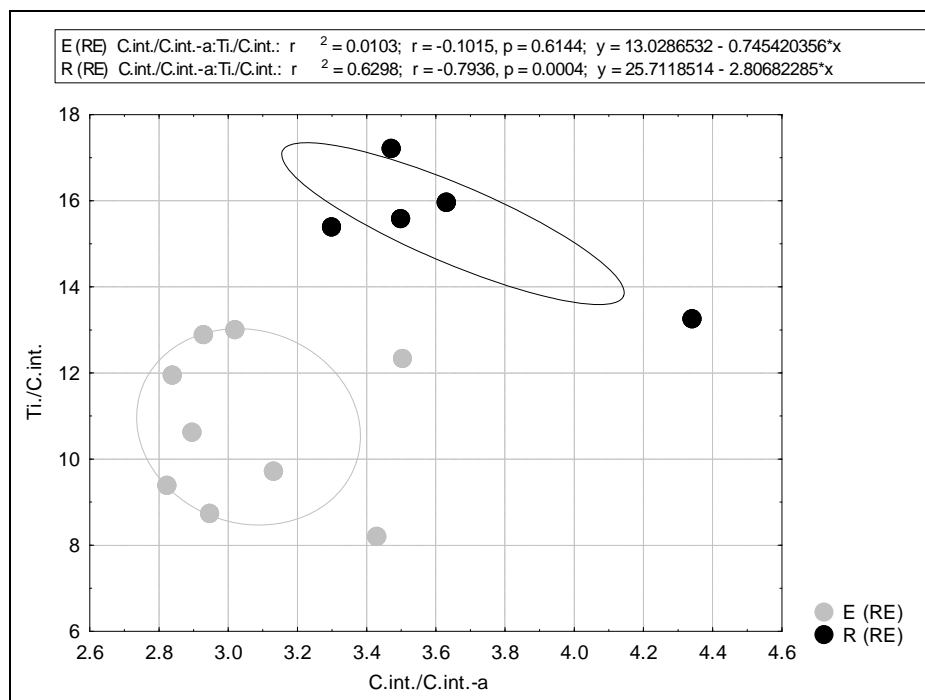


Figura nr.7. Clasificarea broaștelor verzi studiate biometric după perechea de indici Ti./C.int. cu C.int./C.int.-a

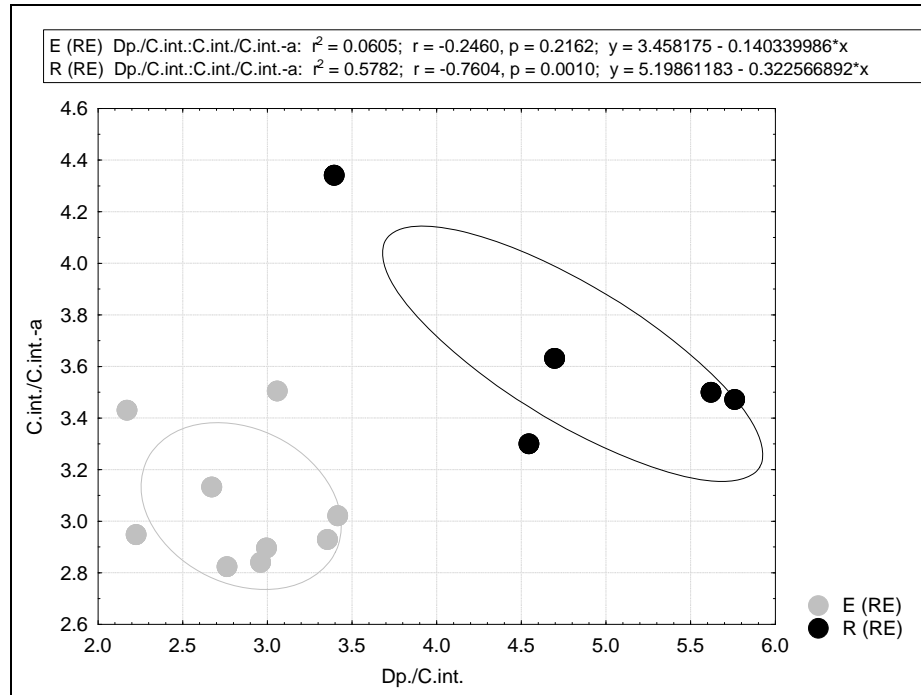


Figura nr.7. Clasificarea broaștelor verzi studiate biometric după perechea de indici D.p./C.int. cu C.int./C.int.-a

Discuții

Pe baza caracterelor morfologice, coloritul general, respectiv mărimea tuberculului metatarsal, din cele 14 exemplare de broaște verzi studiate, 5 au aparținut speciei *P. ridibundus* respectiv 9 formei hibride *P. kl. esculentus*. Datele biometrice sunt în corelație perfectă cu determinările prealabile făcute pe teren.

Rezultatele noastre sunt și mai importante, dacă luăm în considerare că la nivelul rezervației Cursului Inferior al Râului Tur sunt prezente toate cele trei forme ale complexului broaștelor verzi din România, atât speciile *P. ridibundus* și *P. lessonae*, cât și hibridul dintre acestea, *P. kl. esculentus* (Covaciu-Marcov et al. 2008, Sas 2009, 2010), populațiile acestora fiind identificate în diferite combinații, integrându-se în diferite sisteme populaționale (Sas 2010).

Cu toate că după diferențele morfologice, speciile parentale (*P. lessonae*,

P. ridibundus) pot fi ușor diferențiate, o problemă reprezintă faptul că în regiunea cercetată cea mai bine reprezentată, atât ca număr de indivizi cât și ca suprafață ocupată, este forma hibridă *P. kl. esculentus* (Covaciu-Marcov et al. 2008, Sas 2009, 2010). Aceasta populează practic orice ochi de apă relativ permanent din zona cercetată. Apare atât în mlaștinile forestiere, alături de celelalte două forme, cât și în canelele și bălțile de pe câmpuri. Numeroase exemplare sunt prezente în zonele de bălțire rămase între digurile Turului (Covaciu-Marcov et al. 2008). În cazul sistemului R-E-L cele mai numeroase sunt exemplarele de *P. kl. esculentus*, iar cele mai rare exemplarele aparținând speciei *P. ridibundus* (Sas 2010). În mlaștinile neîmpădurite sau în canale, de cele mai multe ori apare sistemul R-E (Sas 2010).

În urma analizei multivariate numai cinci raporturi biometrice (D.p./C.int., T.i./C.int., T.i./C.int.-a, C.int./C.int.-a,

L./D.p.) s-au dovedit importante în vederea determinării și clasificării broaștelor verzi din complexul *P. esculentus* studiate. Interesante sunt puterile de discriminare obținute în cazul a două raporturi biometrice și anume C.int./C.int.-a. respectiv L./D.p.. Raportul biometric L./D.p. cu toate că pare semnificativ, are valoarea *Wilk's lambda* peste valoarea 0,6, astfel fiind totuși mai puțin important.

După singurele date biometrice existente la diferite populații de broaște verzi aparținând complexului *P. esculentus* din nord-vestul României, fiind analizate toate cele trei forme (inclusiv specia *P. lessonae*) din toate sistemele populaționale existente (Sas 2009), raportul biometric C.int./C.int.-a. este mult mai important decât în cazul studiului de față. Explicația este foarte simplă dacă considerăm că la colectarea acelor date (Sas 2009) au fost evaluate atât populații din sistemul L-E (*lessonae-esculentus*) cât și E (exclusiv *esculentus*). Astfel era de așteptat că raportul C.int./C.int.-a care folosește relația dintre lungimea și înălțimea tuberculului metatarsal intern să fie un indice mult mai important pentru studii care includ și specia *P. lessonae* (broasca verde cu tuberculul metatarsal cel mai mare) decât pentru studii care analizează sisteme RE (*ridibundus-esculentus*) ca în cazul de față. Pe de altă parte trebuie menționat și faptul că din punct de vedere morfologic, hibridii *P. kl. esculentus* seamănă mai mult cu una din speciile parentale (*P. lessonae* sau *P. ridibundus*) în funcție cu a cărei dintre acestea seamănă habitatul ocupat, respectiv în ce sistem populațional sunt incluși (vezi în Sas 2009).

În mod similar, în studiul biometric care a analizat mai multe tipuri de sisteme populaționale (Sas 2009), raporturile 2Ti./L., L./2Ti., L./Ti. prezentau *Wilk's lambda* mai mic de 0,5, explicația fiind identică ca și în cazul precedent.

Pe baza ierarhizării indicilor biometrici (în funcție de puterea de discriminare dată de *Wilk's lambda* < 0,5), se poate observa că cei mai importanți sunt cei care compară lungimea primului deget posterior (D.p.) cu lungimea tuberculului metatarsal intern (C.int.), respectiv cei care compară lungimea tibiei (T.i.) la lungimea acesteia (C.int.), respectiv la înălțimea tuberculului metatarsal intern (C.int.-a). Cu toate că am studiat o populație de tip RE (*ridibundus-esculentus*), raportul C.int./C.int.-a se exprimă totuși a fi important. Astfel devine clar că determinarea și clasificarea broaștelor verzi din complexul *Pelophylax esculentus* se poate face chiar numai prin analiza a celor patru indici biometrici D.p./C.int., T.i./C.int., T.i./C.int.-a., C.int./C.int.-a. (*Wilk's lambda* mai mic de 0,5).

Aceste rezultate sunt în conformitate cu datele din literatura de specialitate. Primii indici morfometrici pentru distingerea celor trei forme ale complexului *P. esculentus* au fost propuși de Berger încă din 1966.

Caracterele biometrice, propuse de Berger pentru determinarea formelor complexului *P. esculentus* sunt următoarele: D.p./C.int., T.i./C.int., T.i./C.int.-a.. După Wijnands și Van Gelder (1976), în determinările biometrice caracterele cele mai importante sunt raportul dintre lungimea tibiei și lungimea tuberculului metatarsal extern (T.i./C.int.), respectiv raportul dintre lungimea tibiei și înălțimea tuberculului metatarsal extern (T.i./C.int.-a). La acești indici se mai adaugă indicele care compară lungimea și înălțimea tuberculului metatarsal (C.int./C.int.-a) (Sas 2009).

Identificarea cea mai simplă a broaștelor verzi din complexul *P. esculentus*, se poate face chiar pe baza mărimii tuberculului metatarsal-intern (*callus inetrnus*) (Berger 1990, sau vezi la materiale și metode în: Reyer & Bättig 2004, Sas 2010).



Figura nr.9. Aspectul general, respectiv forma și mărimea tuberculului metatarsal intern la un exemplar de *Pelophylax* kl. *esculentus* – *ridibundus*-like din populația cercetată.

Cu toate că la prima vedere broaștele analizate de noi seamănă destul de mult, fapt ce determină pe mai mulți herpetologi să nu facă distincție între *P. ridibundus* și *P. esculentus* (ex. Székely et al. 2009), totuși, pe baza analizei biometrice detaliate, putem concluziona că identificarea acestora se poate face direct pe teren folosind numai caracterele: forma tuberculului metatarsal intern respectiv prezența sau absența colorației galbene de pe flancuri și membrele posterioare (ex. Berger 1977, Günther 1990, Reyer & Bättig 2004, Ragghianti et al., 2007; Krizmanić 2008a,b, Plötner et al., 2008, Neveu 2009, Sas 2009, Arioli et al. 2010).

Astfel, cu toate că există hibrizi așa numiți *ridibundus*-like (pentru studiul de față vezi Figura nr.9), aceștia, în ciuda asemănării lor mai mari cu specia parentală *P. ridibundus* (ca și în studiul de față), prezintă totuși anumite caracteristici morfologice tipice, prin care pot fi diferențiate foarte ușor (vezi în: Tunner 2000).

Rezultatele noastre arată că pe baza celor patru perechi de indici biometrici folosiți (Ti./C.int. cu D.p./C.int.; Ti./C.int.-a cu D.p./C.int.; Ti./C.int. cu C.int./C.int.-a; respectiv C.int./C.int.-a cu D.p./C.int) există diferențe semnificative între exemplarele aparținând speciei parentale *P. ridibundus* și exemplarele formei hibride *P. kl. esculentus*.

Astfel rezultatele biometrice sunt în corelație perfectă cu determinările prealabile, făcute pe teren, în timpul colectării datelor.

În concluzie specia parentală *P. ridibundus* respectiv forma hibridă *P. kl. esculentus* (inclusiv cele *ridibundus*-like) pot fi identificate ușor pe teren, evitând orice fel de confuzii, numai pe baza absenței sau prezenței coloritului galben de pe flancuri și coapsele posterioare, respectiv după mărimea și forma tuberculului metatarsal intern.

Bibliografie

- Arioli, M., Jakob, C., Reyer, H.U. 2010. Genetic diversity in water frog hybrids (*Pelophylax esculentus*) varies with population structure and geographic location. *Molecular Ecology* 19: 1814–1828.
- Berger, L. 1966. Biometrical studies on the population of water frog from the environs of Poznan. *Annales Zoologici (Warsaw)* 23: 303–324.
- Berger, L. 1973. Some characteristics of backcrosses within forms of *Rana esculenta* complex. *Genetica Polonica* 14: 413-430.
- Berger, L. 1977. Systematics and hybridization in the *Rana esculenta* complex. pp. 367-388. In: Taylor, D.H., Guttman, S.I. (eds.), *The Reproductive Biology of Amphibians*. New York, Plenum.
- Berger, L. 1990. On the origin of genetic systems in European water frog hybrids. *Zoologica Poloniae* 35: 5-32.
- Cogălniceanu, D., Hartel, T., Plăiașu, R. 2006. Establishing an amphibian monitoring program in two protected area of Romania. pp. 31-34. In: Vences, M., Köhler, J., Ziegler, T., Böhme, W. (eds), *Herpetologia Bonnensis II. Proceedings of the 13th Congress of the Societas Europaea Herpetologica* 27 September – 2 October 2005 Bonn, Germany.
- Covaciu-Marcov, S.D., Ferenc, S. 2008. About the presence of *Rana temporaria* species (Amphibia) at 150 m altitude in the Livada forest (North-Western Romania). *Oltenia, Studii și Comunicări, Științele Naturii* 24: 147-148.
- Covaciu-Marcov, S.D., Sas, I., Cicort-Lucaci, A.Ș. 2007. Distribution of the pool frog *Pelophylax (Rana) lessonae*, in North-Western Romania. *Biota* 8(1-2): 5-10.
- Covaciu-Marcov, S.D., Sas, I., Cicort-Lucaci, A.S., Bogdan, H.V., Kovacs,

- E.H., Maghiar, C. 2008. The herpetofauna of the Natural Reservation from the Inferior Course of the Tur River and its surrounding areas. In: Sike, T., Mark-Nagy, J. (eds), *Flora și Fauna Rezervației Naturale „Râul Tur” / The Flora and Fauna of the Tur River Natural Reserve*. Bihorean Biologist (Suppl. 1): 111-128.
- Covaciu-Marcov, S.D., Ferenti, S., Bogdan, H.V., Groza, M.I., Bata, Zs.S. 2009. On the hybrid zone between *Bombina bombina* and *Bombina variegata* in Livada Forest, north-western Romania. Bihorean Biologist 3(1): 5-12.
- Dubois, A., Ohler, A. 1996[1994]. Frogs of the subgenus *Pelophylax* (Amphibia, Anura, genus *Rana*): a catalogue of available and valid scientific names, with comments on the name-bearing types, complete synonymies, proposed common names, and maps showing all type localities. In: Ogielska, M. (ed), II International Symposium on Ecology and Genetics of European water frogs, 18-25 September 1994, Wrocław, Poland. Zoologica Polonica 39: 139-204.
- Fuhn, I. 1960. Amphibia. “Fauna R.P.R.”, vol. XIV, Fascicola I. Ed. Academiei R.P.R., București.
- Graf, J.D., Polls-Pellaz, M. 1989. Evolutionary genetics of the *Rana esculenta* complex. pp.289-302. In: Dawley, R.M., Bogart, J.P. (eds), *Evolution and Ecology of Unisexual Vertebrates*. New York State Museum Publications (Bulletin) 466. Albany, New York.
- Günther, R. 1990. Die Wasserfrösche Europas (Anura-Froschlurche). NBB Wittenberg-Lutherstadt 600: 1-288.
- Günther, R., Plötner, J., Tetzlaff, I. 1991. Zu einigen Merkmalen der Wasserfrösche (*Rana* synkl. *esculenta*) des Donau-Deltas. Salamandra 27(4): 246-265.
- Hartel, T., Öllerer, K., Cogălniceanu, D., Nemes, Sz., Moga, C.I., Demeter, L. 2010. Pond-based survey of amphibians in a Saxon cultural landscape from Transylvania (Romania). Italian Journal of Zoology 77: 61-70.
- Krizmanić, I.I. 2008a. Water frogs (*Rana esculenta* complex) in Serbia - morphological data. Archives of Biological Sciences (Belgrade) 60(3): 449-457.
- Krizmanić, I.I. 2008b. Basic morphological characteristics of the *Rana (Pelophylax)* synklepton *esculenta* complex in relation to legal regulations in Serbia. Archives of Biological Sciences (Belgrade) 60(4): 629-639.
- Neveu, A. 2009. Suitability of European green frogs for intensive culture: Comparison between different phenotypes of the *esculenta* hybridogenetic complex. Aquaculture 295: 30-37.
- Nicoară, A., Szekely, P. 2004. Observations upon amphibian species from Ciric river floodplain-Iași. Universitatea din Bacău, Studii și Cercetări Științifice, Biologie 9: 121-123.
- Pagano, A., Joly, P. 1998. Limits of the morphometric method for field identification of water frogs. Alytes 16: 130-138.
- Plötner, J., Uzzell, T., Beerli, P., Spolsky, C., Ohst, T., Litvinchuk, S.N., Guex, G.D., Reyer, H.U., Hotz, H., 2008. Widespread unidirectional transfer of mitochondrial DNA: case in Western Palearctic water frogs. Journal of Evolutionary Biology 21: 668-681.
- Polls-Pelaz, M. 1989. The biological klepton concept (BKC). Alytes 8: 75-89.
- Ragghianti, M., Bucci, S., Marracci, S., Casola, C., Mancino, G., Hotz, H., Guex, G.D., Plötner, J., Uzzell, T., 2007. Gametogenesis of intergroup

- hybrids of hemiclinal frogs. *Genetical Research* 89: 39-45.
- Reyer, H.U., Bättig, I. 2004. Identification of reproductive status in female frogs – A quantitative comparison of nine methods. *Herpetologica* 60: 349-357.
- Sas, I. 2009. Faunistical, ecological and physiological research on the *Rana esculenta* complex from north-western Romania. Doctoral Thesis, Babeș-Bolyai University, Cluj-Napoca, Romania.
- Sas, I. 2010. The *Pelophylax esculentus* complex in North-Western Romania: Distribution and population systems. *North-Western Journal of Zoology* 6(2): 294-308.
- Schultz, R.J. 1969. Unisexuality and polyploidy in the teleost *Poeciliopsis* (Poeciliidae) and other vertebrates. *The American Naturalist* 103: 605-619.
- Székely, P., Plaiasu, R., Tudor, M., Cogălniceanu, D. 2009. The Distribution and Conservation Status of Amphibians in Dobruja (Romania). *Turkish Journal of Zoology* 33: 147-156.
- Tunner, H.G. 2000. Evidence for genomic imprinting in unisexual triploid hybrid frogs. *Amphibia-Reptilia* 21: 135-141.
- Tunner, H.G., Heppich-Tunner, S. 1991[1992]. A new population system of water frogs discovered in Hungary. pp.453–460. In: Korsós, Z., Kiss, I. (eds): *Proceedings of the 6th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica*, 19-23 August 1991, Budapest, Hungary.
- Wijnands, H.E.J., van Gelder, J.J. 1976. Biometrical and serological evidence for the occurrence of three phenotypes of green frogs (*Rana esculenta* complex) in the Netherlands. *Netherlands Journal of Zoology* 26: 414-424.