https://doi.org/10.52673/18570461.26.1-80.05
CZU: 597.41.5:639.2(478:282)

DIVERSITATEA GENETICĂ ȘI CITOGENETICĂ A POPULAȚIILOR DE ZVÂRLUGĂ (*COBITIS*) DIN RÂUL COGÂLNIC

Doctor în științe biologice **Anatolie MARTA**[1; 2]
E-mail: anatolmarta@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4457-8838
Doctor în științe biologice **Daniel KULIK**[3]
E-mail: daniel.kulik@uwr.edu.pl
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1268-5409
Doctor în științe biologice, doctor conferențiar **Veaceslav PURCIC**[4]
E-mail: vpurcic@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-0197-1593
Cercetător științific **Nadejda RAILEAN**[1]
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7818-9200
E-mail: nadejdarailean@yahoo.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7818-9200
Academician **Ion TODERAȘ**[1]
E-mail: iontoderas@yahoo.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6159-5325
Doctor în științe biologice **Karel JANKO**[2]
E-mail: janko@iapg.cas.cz
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7866-4937
[1]Institutul de Zoologie al USM, Chișinău, Republica Moldova
[2]Institutul de Fiziologie și Genetică Animală, CAS, Libechov, Republica Cehă
[3]Muzeul de Științe ale Naturii, Universitatea din Wroclaw, Polonia
[4]Universitatea de Stat din Moldova
© 2026. Drepturile de autor aparțin autorilor. Licență: CC BY 4.0.

GENETIC AND CYTOGENETIC DIVERSITY IN SPINED LOACHES (*COBITIS*) POPULATIONS FROM THE COGÂLNIC RIVER

Summary. This study describes a hybrid population of fish from the *Cobitis* taenia complex in the Cogâlnic River, characterized by the presence of diploid, triploid, and tetraploid individuals. Based on genotyping and karyotyping, the genetic structure and ploidy levels of the *Cobitis* population in the Cogâlnic River were characterized. The results indicate the presence of multiple hybrid biotypes within the same complex, in which tetraploids may arise through the occasional fertilization of clonal oocytes produced by triploid females. Tetraploid males are sterile and do not contribute genetically to the population. The study highlights the importance of recurrent hybridization and polyploidization in the evolution of the *Cobitis* taenia hybrid complex, offering new insights into the genetic diversity and mechanisms maintaining polyploid populations in the northwestern Black Sea basin.
Keywords: *Cobitis*, hybridization, polyploidy, clonal reproduction, cytogenetics, microsatellites, Cogâlnic River.

Rezumat. Acest studiu descrie o populație hibridă de pești din complexul *Cobitis* taenia, din râul Cogâlnic, caracterizată prin prezența indivizilor diploizi, triploizi și tetraploizi. Pe baza genotipării și a cariotipării a fost caracterizată structura genetică și nivelurile de ploidie ale populației de *Cobitis* din râul Cogâlnic. Rezultatele indică prezența mai multor biotipuri hibride în cadrul aceluiași complex, în care tetraploizii pot apărea prin fertilizarea ocazională a ovocitelor clonale produse de femele triploide. Masculii tetraploizi sunt sterili și nu contribuie genetic la populație. Studiul evidențiază importanța hibridizării recurente și a poliploidizării în evoluția complexului hibrid *Cobitis* taenia, oferind noi perspective asupra diversității genetice și asupra mecanismelor care mențin populațiile poliploide în bazinul nord-vestic al Mării Negre.
Cuvinte-cheie: *Cobitis*, hibridizare, poliploidie, reproducere clonală, citogenetică, microsateliți, râul Cogâlnic.

INTRODUCERE

În ultimele decenii, speciile de zvârlugi din genul *Cobitis* au devenit un model de studiu relevant atât din perspectivă taxonomică, cât și evolutivă, datorită frecvenței ridicate a hibridizărilor interspecifice și a strategiilor reproductive neobișnuite [1]. Aceste specii de pești bentonici populează habitatele cu ape lente – sectoare inferioare ale râurilor, lacuri și canale cu substrat nisipos și vegetație submersă abundentă [1; 2]. Distribuția genului *Cobitis* este palearctică, cu o diversitate considerabilă în Asia și Europa. Aplicarea metodelor moderne de genetică moleculară și citogenetică a condus la identificarea a peste nouăzeci de specii valide, incluzând forme criptice și hibrizi naturali [2; 3].

Râurile din bazinul nordic al Mării Negre adăpostesc un complex dinamic de *zvârlugi*, în care structura genetică și cariotipică a fost modelată de hibridizare, poliploidie și procese biogeografice. Complexul *C. taenia* include speciile parentale *C. taenia* (TT), *C. elongatoides* (EE), *C. taurica* (CC) și *C. tanaitica* (NN), iar în unele zone *C. melanoleuca* și specia înrudită *Sabanejewia balcanica* [4]. Hibrizii se reproduc prin ginogeneză: femelele hibride produc ovocite genetic identice cu propriul genom, păstrând nivelul de ploidie. Dezvoltarea embrionară este declanșată prin activarea mecanică a ovocitelor de către spermatozoizii speciilor parentale, a căror contribuție genomică este, de regulă, eliminată. În cazuri rare, genomul patern este reținut, ceea ce poate conduce la creșterea nivelului de ploidie și la apariția de noi linii hibride. Masculii rezultați în aceste situații sunt sterili [5].

Populațiile din bazinul nord-vestic al Mării Negre includ biotipuri diploide, triploide și tetraploide, reprezentând un sistem ideal pentru studiul evoluției prin hibridizare și poliploidie. Studiile efectuate în râuri mari precum Prut și Nistru au identificat: *C. elongatoides* și hibrizi triploizi EEN în Prut; TT, EE și NN, precum și hibrizi interspecifici de diverse ploidii în Nistru [6]. Analizele citogenetice și genetice au demonstrat existența unor forme hibride diploide, triploide și tetraploide cu o diversitate ridicată de haplotipuri mitocondriale, sugerând multiple evenimente de hibridizare [2].

Din perspectivă biogeografică și paleogeografică, râurile din bazinul Mării Negre au funcționat ca veritabile coridoare pentru expansiunea și colonizarea biotipurilor hibride clonale. Această conectivitate a facilitat dispersia biotipurilor diploide și poliploide de-a lungul întregului bazin, creând condiții favorabile pentru interacțiuni între complexe genetice distincte [7].

Râul Cogâlnic, situat între Dunăre și Nistru, se conectează, indirect, cu Marea Neagră. Deși nu există date ample privind acest râu, poate fi presupus că structurile hidrografice similare ar putea susține procese comparabile de colonizare și stabilizare a liniilor hibride în regiune. cu o lungime de aproximativ 243 km și un bazin de circa 3.900 km², Râul Cogâlnic traversează sudul Republicii Moldova și sud-vestul regiunii Odesa (Ucraina). Cursul său a fost fragmentat de amenajări antropice (baraje, acumulări, secări locale) [8]. Până în prezent, nu au fost realizate studii detaliate asupra diversității genetice și cariotipice a reprezentanților genului *Cobitis* de-a lungul întregului curs al Cogâlnicului, cu excepția unor observații izolate [9].

În acest context, analiza diversității citogenetice și moleculare a zvârlugilor din râul Cogâlnic este esențială pentru clarificarea statutului taxonomic al populațiilor locale, identificarea biotipurilor hibride și înțelegerea dinamicii evolutive a complexului *C. taenia* în cadrul paleogeografic și ecologic al bazinului Mării Negre.

MATERIALE ȘI METODE

Colectarea specimenelor

Pe parcursul anilor 2018–2020, au fost colectate 47 de specimene de *Cobitis* din râul Cogâlnic, în apropierea localității Gura Galbenei, utilizând un minciog cu diametrul ochiului de 0,3 mm. O parte dintre exemplare a fost anesteziată conform reglementărilor etice și fixate în etanol 70%, iar 24 de specimene vii au fost transportate în condiții controlate pentru analiză cariotipică. Identificarea masculilor s-a realizat pe baza caracterelor morfologice, aceștia fiind caracterizați de o formațiune osoasă distinctă pe a doua radie a înotătoarei ventrale.

Prepararea cariotipurilor

Pentru obținerea cariotipurilor, 4 masculi și 6 femele au fost injectați cu colchicină 0,1% (1 mL/100 g masă corporală), cu 45 de minute înainte de eutanasiere. Eutanasierea și disecția specimenelor s-au realizat cu 2-fenoxietanol. Rinichii au fost izolați și transferați într-o soluție hipotonică de KCl 0,075 M, la temperatura camerei [10].

Țesutul a fost macerat și filtrat printr-o sită de oțel, pentru obținerea unei suspensii de celule fără fragmente tisulare. Celulele au fost supuse hipotonizării timp de 40 de minute, apoi s-au adăugat câteva picături de soluție fixatoare metanol: acid acetic glacial (3:1). Suspensiile celulare au fost centrifugate în tuburi de 15 mL timp de 10 minute, la 4 °C. Supernatantul a fost eliminat, iar celulele au fost spălate de cel puțin

Tabelul 1

Intervalele de dimensiune ale microsateliților în speciile parentale de *Cobitis* (pb) [12]

Specia	Loci microsatelitari					
	COTA_006	COTA_025	COTA_032	COTA_041	COTA_093	COTA_111
TT	336-374	144-160	232-236	370-384	341-357	341-357
CC	323-374	–	232-260	359-372	339-359	254-298
NN	332-370	–	215-236	339-353	315	266-285
EE	313-353	–	212	330-332	311	–

două ori cu aceeași soluție fixatoare. Ulterior, celulele au fost resuspendate în 0,5-1 mL soluție fixatoare și depozitate la –20 °C până la analiză .

Pe lamele de microscop încălzite la 45 °C s-a aplicat câte o picătură de suspensie celulară. După uscarea preparatelor la temperatura camerei, a fost realizată colorația Giemsa. Observarea cariotipurilor metafazice s-a realizat cu un microscop automatizat Axio Imager.Z2 (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Jena, Germany), iar analiza imaginilor a fost efectuată prin intermediul Metafer system (MetaSystems, Altlussheim, Germany).

Cromozomii metafazici au fost clasificați în categoriile metacentrici, submetacentrici, subtelocentrici și acrocentrici, pe baza poziției centromerului și a raportului dintre brațul scurt (p) și brațul lung (q), conform criteriilor standard [11].

Analiza genetică

Pentru evaluarea polimorfismului genetic au fost analizați șase markeri microsatelitari nucleari la 43 de indivizi: COTA_006, COTA_025, COTA_032, COTA_041, COTA_093 și COTA_111 (Tabelul 1) [12]. Apartenența genetică a specimenelor a fost determinată pe baza literaturii existente referitoare la speciile parentale și la hibrizii răspândiți în Europa Centrală și de Est (*C. taenia*, *C. elongatoides*, *C. tanaitica*) [12].

Nivelul de ploidie a fost estimat prin calcularea numărului total de alele per locus pentru fiecare specimen.

REZULTATE

Analiza polimorfismului sexual a identificat 13 masculi și 34 de femele în populația de *Cobitis* din râul Cogâlnic. Distincția între speciile parentale și hibrizii poliploizi a necesitat utilizarea markerilor genetici. Genotiparea microsatelitară a 45 de indivizi pe șase loci (COTA_006, COTA_025, COTA_032, COTA_041, COTA_093, COTA_111) a evidențiat o structură genetică complexă, cu indivizi diploizi, triploizi și tetraploizi, corespunzând mai multor biotipuri distincte, în funcție de profilurile alelice asociate genotipurilor de referință E, T, C și N.

Populația a fost dominată de triploizi (69%), toți identificați drept ETT, inclusiv șase femele triploide analizate. Tetraploizii au reprezentat 24% din totalul indivizilor și au fost identificați drept ETTT la masculi. Diploizii au constituit 7% din eșantion și au inclus un mascul cu 50 de cromozomi, identificat prin microsateliți drept TT. Având în vedere că forma standard TT are 48 de cromozomi, acest rezultat sugerează variații cromozomiale locale sau evenimente de poliploidizare. În cadrul biotipurilor triploide, majoritatea indivizilor au fost ETT, cu excepția unui singur exemplar, Mol_192, identificat ca hibrid ECC. Tetraploizii au fost predominant ETTT, însă doi indivizi, Mol_175 și Mol_191, au fost identificați drept hibrizi ECCN. Datele absolute privind biotipurile, sexul și numărul de cromozomi sunt prezentate într-un tabel separat (Tabelul 2).

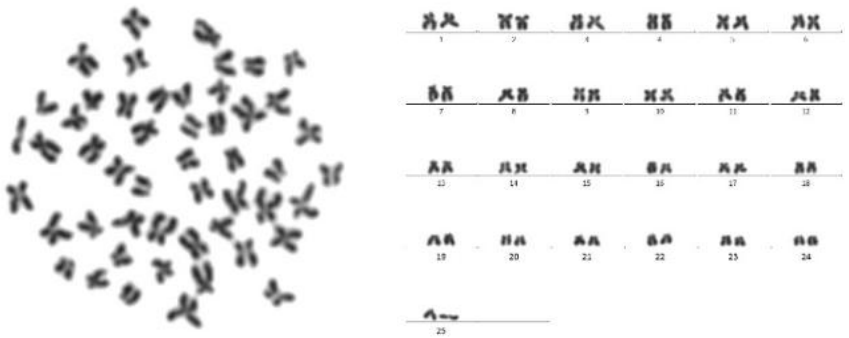

Figura 1. Cariotipul (A) și cariograma (B) cu 50 de cromozomi (2n = 50) la un mascul diploid 20MD1C08M din râul Cogâlnic.

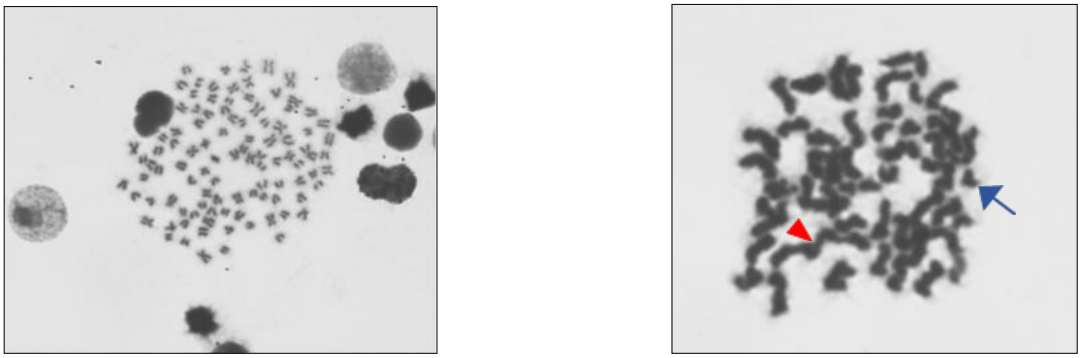

Figura 2. Cromozomii mitotici (A) și meiotici (B) la masculii tetraploizi cu 99 de cromozomi. Cu vârf de săgeată roșie sunt indicați multivalenții formați în meioză, cu săgeată albastră sunt indicați univalenții – cromozomii neconjugați.

Tabelul 2

Datele microsatelitare și citogenetice obținute de la indivizii colectați din râul Cogâlnic

ID	Chr (n)	SEX	Ploi-die (n)	Bioti-pul	COTA_006	COTA_025	COTA_032	COTA_041	COTA_093	COTA_111
Mol_169		F	3	ETT		145, 145				
Mol_170		F	4	ECCN				332, 370, 413, 415		
Mol_179		M	2	TT		141, 141		375, 402, 404		
Mol_182		F	3	ETT		145, 145		332, 371, 392		
Mol_190		F	NA	NA						
Mol_192		F	3	ECC	350, 371		214, 217, 235	333, 372	307, 324	219, 251, 261
Mol_175		M	4	ECCN	344, 349, 370		213, 216, 234, 259	332, 370, 408, 415	306, 324	218, 250, 255, 261
Mol_172		F	3	ETT	348, 366	145, 145	213, 234	331, 370, 392	306, 324	218, 263, 276
Mol_173		F	3	ETT	347, 374	145, 145	213, 234	332, 370, 391	306, 324	218, 263, 275
Mol_174		F	NA	NA						
Mol_180		F	3	ETT	348, 374	145, 145	213, 234	332, 371, 392	306, 324	218, 263, 276
Mol_181		F	3	ETT	347, 374	145, 145	213, 234	332, 371, 392	306, 324	218, 263, 275
Mol_191		F	4	ECCN	337, 350, 375		214, 217, 235, 260	332, 371, 375	307, 325, 336	219, 251, 261
20MD-1C08M	50	M	2	TT	342, 367		235, 239	343, 410	333, 360	255, 257
20MD-1C09F		F	3	ETT	342, 349, 375	141, 145	215, 235, 260	334, 373, 394	307, 325, 333	220, 263, 276
Mol_183		F	3	ETT	349, 375	145, 145	214, 235	332, 371, 392	307, 325	219, 264, 276
Mol_171		F	4	ETTT	345, 348, 374	145, 145	214, 234, 259	332, 341, 370, 392	306, 324, 336	218, 255, 263, 276
Mol_176		M	4	ETTT	344 347 374	145, 145	213, 234	332, 370, 392, 407	306, 324	218, 250, 263, 275

Mol_187		M	4	ETTT	349 375	145, 145	214, 235, 260	332, 341, 370, 392	307, 325, 329	219, 264, 274, 276
Mol_188		M	4	ETTT	349, 363	145, 145	214, 235, 260	332, 366, 370, 392	307, 325, 364	219, 251, 264, 276
Mol_184		F	3	ETT	349, 375	145, 145	214, 235	332, 371, 392	307, 325	219, 264, 276
Mol_185		F	3	ETT	348, 375	145, 145	214, 235	332, 371, 392	307, 325	219, 264, 276
Mol_186		F	3	ETT	348, 375	145, 145	214, 235	332, 370, 392	307, 325	219, 263, 276
Mol_189		F	3	ETT	349, 375	145, 145	215, 236	332, 370, 392	307, 325	220, 264, 276
20MD-1C03F	75	F	3	ETT	350, 377	145, 145	216, 236	333, 372, 393	307, 326	220, 263, 276
20MD-1C11F		F	3	ETT	349, 375	145, 145	214, 235	333, 372, 393	307, 325	219, 263, 276
20MD-1C14F		F	3	ETT	349, 375	145, 145	214, 235	333, 372, 393	307, 325	219, 263, 276
20MD-1C15F		F	3	ETT	349, 375	145, 145	214, 235	334, 373, 394	307, 325	219, 263, 276
20MD-1C17F		F	3	ETT	349, 375	145, 145	214, 235	334, 372, 394	307, 325	218, 263, 276
20MD-1C04M	99	M	4	ETTT	339, 350, 377	145, 145	216, 236, 277	333, 372, 393, 413	307, 326, 365	220, 261, 264, 276
20MD-1C18F		F	3	ETT	349, 375	145, 145	214, 235	335, 372, 395	307, 325	219, 263, 275
20MD-1C20F		F	3	ETT	348, 375	145, 145	215, 235	333, 372, 393	307, 325	220, 263, 276
20MD-1C05M	99	M	4	ETTT	347, 350, 376	141, 145	215, 236	333, 372, 393, 409	307, 325, 357	220, 255, 263, 277
20MD-1C21F		F	3	ETT	348, 375	145, 145	214, 235	333, 370, 393	307, 325	218, 263, 275
20MD-1C22F		F	3	ETT	348, 367	145, 145	214, 235	333, 371, 393	307, 325	218, 263, 276
20MD-1C06M		M	4	ETTT	347, 350, 377	145, 145	214, 235, 260	333, 372, 380, 393	307, 325, 333	219, 261, 264, 276
20MD-1C07M		M	4	ETTT	346, 349, 376	145, 145	215, 235, 239	334, 373, 381, 395	307, 325, 333	220, 261, 263, 276
20MD-1C10M	100	M	4	ETTT	337, 349, 375	145, 145	214, 235, 239	334, 372, 378, 394	307, 325, 333	218, 257, 264, 276
20MD-1C23F	75	F	3	ETT	349, 376	145, 145	214, 235	333, 372, 394	307, 325	219, 263, 276
20MD-1C13M		M	4	ETTT	342, 349, 375	145, 145	215, 235, 276	333, 371, 387, 393	307, 325, 356	220, 263, 274, 276
20MD-1C16F		F	4	ETTT	342, 349, 375	145, 145	214, 235, 260	334, 343, 372, 394	307, 325, 356	219, 263, 276
20MD-1C19F		F	4	ETTT	346, 349, 375	145, 145	214, 235	333, 372, 393	307, 325, 356	219, 257, 263, 276
20MD-1C12F		F	3	ETT	349, 375	145, 145	215, 235	333, 372, 393	309, 325	220, 264, 276

20MD-1C01F	75	F	3	ETT						
20MD-1C02F	75	F	3	ETT						

Pentru cariotipare au fost selectați 10 indivizi: un mascul diploid, trei masculi tetraploizi și șase femele triploide. Masculul diploid a prezentat 50 de cromozomi (Figura 1A), dintre care 40 metacentrici/submetacentrici și 10 subtelocentrici/acrocentrici (Figura 1B), asemănându-se cu speciile *C. pontica* și *C. taurica*. Masculii tetraploizi au prezentat seturi tetraploide, două exemplare având 99 de cromozomi (Figura 2A), dintre care 75 proveneau de la specii parentale cu 50 de cromozomi, iar 24 erau haploizi provenind de la *C. taenia* cu 48 de cromozomi. Cariotipul exemplarului cu 100 de cromozomi a provenit de la speciile parentale cu 50 de cromozomi. Toate femelele triploide au fost identificate genetic drept ETT. Dintre acestea, patru au fost cariotipate, prezentând 75 de cromozomi, iar două nu au putut fi analizate. Din gonadele masculilor tetraploizi au fost obținute suspensii celulare cu cromozomi meiotici. La speciile parentale cu 48 și 50 de cromozomi sunt prezenți 24-25 de bivalenți. Masculii tetraploizi au prezentat un număr variabil de bivalenți, univalenți și multivalenți (Figura 2B), cu variații numerice între diferite celule meiotice, reflectând diversitatea meiotică caracteristică hibrizilor tetraploizi.

Aceste rezultate confirmă prezența unei populații complexe de *Cobitis* în râul Cogâlnic, în care hibridizarea și poliploidia generează multiple biotipuri și niveluri de ploidie, evidențiind dinamica genetică a populației și rolul determinant al hibridizării la structura sa evolutivă (Tabelul 2).

DISCUȚII

Studiul evidențiază existența unei populații hibride de *Cobitis* în râul Cogâlnic, cu o structură genetică și citogenetică complexă, incluzând indivizi diploizi, triploizi și tetraploizi. Identificarea masculului diploid 20MD1C08M, cu genotip TT și 50 de cromozomi, oferă un punct de referință important pentru înțelegerea originii tetraploizilor cu aproximativ 100 de cromozomi. Acest rezultat sugerează că o linie TT cu 50 de cromozomi a avut un rol esențial în procesul de poliploidizare, în condițiile în care specia TT standard este cunoscută cu 48 de cromozomi. Toate femelele triploide au fost identificate drept ETT, iar masculii tetraploizi drept ETTT, conform profilurilor microsatelitare.

Populația din râul Cogâlnic poate fi structurată în două complexe hibride principale: complexul E–T (ETT/ETTT), cel mai frecvent, implicând genomurile EE și TT, și complexul E–C–N (ECC/ECCN), care include o linie criptică CC și genomurile E, C și N. (Tabelul 3). Acest tip de structură hibridă este congruent cu ceea ce a fost descris anterior în alte bazine hidrografice ale regiunii Mării Negre, unde au fost identificate populații complexe formate din indivizi diploizi, triploizi și tetraploizi [13]. Autorii menționează că în aceste cazuri tetraploizii s-ar fi format prin fertilizarea ovocitelor nereduse ale hibrizilor triploizi de către spermatozoizii unei specii parentale sau gazdă – mecanism care ar putea explica și originea tetraploizilor din râul Cogâlnic.

Mecanismele implicate în apariția formelor poliploide pot include: migrația formelor clonale din râurile mari către afluenți, schimbarea gazdei sexuale pentru fertilizarea icrelor clonale de către femelele hibride, precum și o frecvență sporită a evenimentelor de poliploidizare [14]. În acest context, proporția ridicată a triploizilor (≈ 60 %) și tetraploizilor (≈ 35 %) sugerează o expansiune recentă a liniei clonale hibri-

Tabelul 3

Caracterizarea biotipurilor hibride de zvârlugă din râul Cogâlnic, cu originea ipotetică, compoziția genomică, nivelurile de ploidie și exemple reprezentative

Biotip hibrid	Origine propusă	Compoziție genomică	Nivel de ploidie	Exemplu reprezentativ
EC	EE × CC	E + C	Diploid (2n)	hibrid ipotetic
ECC	EC (oocit clonal) × CC	E + C + C	Triploid (3n)	Mol_192
ECCN	ECC (oocit clonal) × NN	E + C + C + N	Tetraploid (4n)	Mol_191, Mol_175
ET	EE × TT	E + T	Diploid (2n)	hibrid ipotetic
ETT	ET (oocit clonal) × TT	E + T + T	Triploid (3n)	Mol_172, Mol_180
ETTT	ETT (oocit clonal) × TT	E + T + T + T	Tetraploid (4n)	Mol_171, Mol_176

de, asociată cu o reducere a frecvenţei formelor diploide parentale. În general, masculii hibrizi, inclusiv cei tetraploizi, prezintă sterilitate reproductivă, ceea ce limitează rolul lor direct în transmiterea genomică.

Din perspectivă evolutivă, prezenţa complexelor hibride cu multiple niveluri de ploidie în genul *Cobitis* demonstrează că hibridizarea și poliploidizarea sunt procese recurente în istoria evolutivă a acestei grupe, fiind influenţate de dinamica hidrografică postglaciară și de coridoarele de colonizare dintre bazinele fluviale ale Mării Negre și Dunării [4; 7; 15]. În acelaşi timp, frecvenţa ridicată a formelor poliploide din râul Cogâlnic ar putea reflecta o toleranţă ecologică sporită la condiţiile de mediu, ceea ce ar susţine ipoteza unei selecţii naturale favorabile formelor poliploide în ecosisteme afectate de stres-antropic.

Cu toate acestea, studiul prezintă unele limitări: lipsa unor date detaliate privind meioza la masculii tetraploizi, absenţa analizelor citogenetice avansate (hibridizare fluorescentă *in situ*/hibridizarea genomică comparativă) pentru identificarea precisă a seturilor cromozomiale parentale, precum și similaritate genomică dintre TT cu 48 și 50 de cromozomi din populaţia locală. Cercetările viitoare ar trebui să investigheze citologic și molecular originea tetraploizilor, potenţiala lor fertilitate și relaţia dintre structura genomică și toleranţa ecologică a formelor hibride.

CONCLUZII

Populaţia hibridă de *Cobitis* din râul Cogâlnic reprezintă un exemplu clar de complex diploid–triploid–tetraploid, în care hibridizarea recurentă și poliploidizarea au generat o diversitate genomică semnificativă. Această structură hibridă oferă informaţii valoroase despre dinamica evolutivă, stabilitatea cariotipică și potenţialul adaptativ al liniilor hibride în contextul biogeografic și ecologic local.

Articol recepţionat: 26 noiembrie 2025
Articol acceptat: 3 martie 2026

BIBLIOGRAFIE

1. Janko, K.; Mikulíček, P.; Hobza, R.; Schlupp, I. Sperm-dependent asexual species and their role in ecology and evolution, in: Ecology and Evolution, 2023, 13(10), e10522. 10.1002/ece3.10522

2. Janko, K.; Flajšhans, M.; Choleva, L. et al. Diversity of European spined loaches (genus *Cobitis* L.): an update of the geographic distribution of the *Cobitis* taenia hybrid complex with a description of new molecular tools for species and hybrid determination, in: Journal of Fish Biology, 2007, 71(Suppl. D), 387-408. 10.1111/j.1095-8649.2007.01512.x

3. Perdices, A.; Ozeren, C.S.; Erkakan, F. and Freyhof, J., 2018. Diversity of spined loaches from Asia Minor in a phylogenetic context (Teleostei: Cobitidae), in: PLoS One, 13(10), p.e0205678. 10.1371/journal.pone.0205678

4. Mezhzherin, S.V.; Pavlenko, L.I. Genetic structure of diploid-polyploid complex of spined loach genus *Cobitis* (Cypriniformes, Cobitidae) in the Lower Danube, in: Cytology and Genetics, 2007, 41(1), 49-56. 10.3103/S0095452707010060

5. Choleva, L.; Janko, K.; De Gelas, K. et al. Synthesis of clonality and polyploidy in vertebrate animals by hybridization between two sexual species, in: Evolution, 2012, 66(7), 2191-2203. 10.1111/j.1558-5646.2012.01650.x

6. Marta, A., Toderaș, I., Bulat, D., Bulat, D. and Purcic, V. Diversitatea speciilor și biotipurilor hibride din genul Cobitis (Teleostei: Cobitidae) din bazinele acvatice ale Republicii Moldova, in: Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii, 2017, 333(3), 126-131.

7. Mezhzherin, S.V.; Tsyba, A.A.; Kryvokhyzha, D. Cryptic expansion of hybrid polyploid spined loaches Cobitis in the rivers of Eastern Europe, in: Hydrobiologia, 2022, 849(7), 1689-1700. 10.1007/s10750-022-04897-7

8. Brezianu, A.; Spânu, V. Cogâlnic/Kogâlnic, in: Historical Dictionary of Moldova, 2nd ed. Lanham, Maryland: Scarecrow Press, 2007, p. 92.

9. Bulat, D. Ihtiofauna Republicii Moldova: ameninţări, tendinţe și recomandări de reabilitare. Monografie. Chișinău: Academia de Ştiinţe a Moldovei, Institutul de Zoologie, 2017. 343 p. 10.53937/9789975890700

10. Majtánová, Z.; Janko, K. & Flajšhans, M. Stability of clonal lineages and karyotype evolution in hybrid loaches, in: PLoS ONE, 2016, 11(8), e0160565. 10.1371/journal.pone.0146872

11. Levan, A.; Fredga, K. and Sandberg, A.A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes, in: Hereditas, 1964, 52: 201-220. 10.1111/j.1601-5223.1964.tb01953.x

12. De Gelas, K.; Janko, K.; Volckaert, F.A.M. et al. Development of nine polymorphic microsatellite loci in the spined loach, *Cobitis* taenia, and cross-species amplification in the related species C. elongatoides, C. taurica and C. tanaitica, in: Molecular ecology resources, 2008, 8(5), 1001-1003. 10.1111/j.1755-0998.2008.02135.x

13. Vasil'ev, V.P.; Vasil'eva, K.D. and Osinov, A.G. Evolution of a diploid-triploid-tetraploid complex in fishes of the genus Cobitis (Pisces, Cobitidae). Evolution and ecology of unisexual vertebrates, in: Bulletin, 1989, 466, 153-169.

14. Choleva, L.; Apostolou, A.; Ráb, P.; Janko, K. Making it on their own: sperm-dependent hybrid fishes (Cobitis) switch the sexual hosts and expand beyond the ranges of their original sperm donors. Philosophical Transactions of the Royal Society B, in: Biological Sciences, 2008, 363(1505), 2911-2919. 10.1098/rstb.2008.0059

15. Mezhzherin, S.V.; Kryvokhyzha, D.; Tsyba, A.A.; Rostovskaya, O.V. Spined loach settlements structure (Cobitidae) of the Eastern Ukraine river systems and alternative character of diploid and polyploid populations, in: Zoodiversity, 2022, 56(4), 337-348. 10.15407/zoo2022.04.331