

UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” din IAȘI
FACULTATEA DE BIOLOGIE
ȘCOALA DOCTORALĂ DE BIOLOGIE

CONDIȚIILE ECO-CENOTICE
ȘI STRUCTURA GENETICĂ A POPULAȚIILOR
DE *CRAMBE TATARIA SEBEÓK*
DIN ROMÂNIA

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Coordonator științific

Profesor univ. dr. Cătălin TĂNASE

Student - doctorand

Simona Dumitrița CHIRILĂ

IAȘI

2022

CUPRINS

| | | |
|--|-----------|-----------|
| Lista abrevierilor și simbolurilor..... | 2 | |
| Lista tabelelor..... | 4 | |
| Lista figurilor..... | 5 | |
| Lista fotografiilor..... | 6 | |
| INTRODUCERE..... | 7 | 2 |
| SCOP, IPOTEZE ȘI OBIECTIVE..... | 11 | 4 |
| STRUCTURA TEZEI..... | 13 | 5 |
| PARTEA I SINTEZA LITERATURII DE SPECIALITATE..... | 14 | 6 |
| CAPITOLUL 1 STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRII ÎN DOMENIU..... | 14 | 6 |
| Introducere..... | 14 | 6 |
| 1.1 Considerații generale privind specia <i>Crambe tataria</i> | 15 | 6 |
| 1.1.1 Starea de conservare..... | 15 | 6 |
| 1.1.2 Taxonomie, etimologie și varietăți..... | 16 | 7 |
| 1.1.3 Origine, evoluție și etnobotanică..... | 19 | 7 |
| 1.1.4 Morfologie, biologie și ontogenie..... | 26 | 8 |
| 1.1.5 Ecologie, fitocenologie și distribuție..... | 30 | 9 |
| 1.2 Contextul actual al cercetărilor privind specia <i>C. tataria</i> | 31 | 9 |
| Concluzii parțiale..... | 36 | 10 |
| PARTEA A II-A PREZENTAREA CERCETĂRIILOR PROPRII..... | 37 | 11 |
| CAPITOLUL 1 MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE..... | 37 | 11 |
| Introducere..... | 37 | 11 |
| 1.1 Alegerea și delimitarea zonelor de studiu..... | 38 | 11 |
| 1.2 Analiza distribuției speciei și identificarea cauzelor care conduc la restrângerea populațiilor..... | 39 | 12 |
| 1.3 Analiza caracteristicilor populațiilor și habitatelor de <i>C. tataria</i> | 39 | 12 |
| 1.3.1 Înregistrarea parametrilor demografici și morfologici..... | 39 | 12 |
| 1.3.2 Analiza chimică a probelor de sol..... | 40 | 13 |
| 1.3.2.1 Recoltarea și pregătirea probelor de sol..... | 40 | 13 |
| 1.3.2.2 Determinarea pH-ului..... | 41 | 13 |
| 1.3.2.3 Determinarea carbonului organic total..... | 42 | 13 |
| 1.3.2.4 Determinarea azotului total..... | 43 | 13 |
| 1.3.2.5 Determinarea fosforului și potasiului mobil..... | 43 | 14 |
| 1.3.2.6 Determinarea unor elemente chimice cu fluorescență cu raze X..... | 44 | 14 |
| 1.3.2.7 Analiza statistică a datelor..... | 45 | 14 |
| 1.3.3 Analiza relațiilor dintre caracteristicile populațiilor și variabile..... | 45 | 14 |
| 1.3.3.1 Stabilirea și selectarea variabilelor..... | 45 | 14 |
| 1.3.3.2 Realizarea și selectarea modelelor liniare generalizate..... | 48 | 16 |
| 1.3.3.3 Identificarea variabilelor importante și testarea relației cu acestea..... | 48 | 16 |
| 1.4 Investigații asupra micromorfologiei suprafețelor foliare de la <i>C. tataria</i> | 49 | 17 |
| 1.5 Analiza cenotică a populațiilor de <i>C. tataria</i> | 49 | 17 |
| 1.5.1 Eșantionarea vegetației..... | 49 | 17 |

| | | | |
|---------|--|-----------|-----------|
| 1.5.2 | Determinarea fitocenozelor..... | 50 | 17 |
| 1.5.3 | Analiza relațiilor dintre compoziția floristică și variabilele de mediu..... | 51 | 18 |
| 1.5.4 | Descrierea tipului de comunitate vegetală..... | 52 | 18 |
| 1.6 | Analiza structurii genetice a speciei <i>C. tataria</i> | 52 | 18 |
| 1.6.1 | Colectarea materialului vegetal..... | 52 | 18 |
| 1.6.2 | Evidențierea variabilității genetice prin tehnica ISSR..... | 54 | 19 |
| 1.6.2.1 | <i>Extracția ADN-ului</i> | 54 | 19 |
| 1.6.2.2 | <i>Amplificarea ADN-ului</i> | 56 | 19 |
| 1.6.2.3 | <i>Electroforeza în gel de agaroză</i> | 57 | 19 |
| 1.6.2.4 | <i>Preluarea și analiza imaginilor</i> | 58 | 20 |
| 1.6.2.5 | <i>Cuantificarea diversității genetice</i> | 60 | 20 |
| | Concluzii parțiale | 61 | 21 |
| | CAPITOLUL 2 REZULTATE ȘI DISCUȚII | 62 | 22 |
| | Introducere | 62 | 22 |
| 2.1 | Analiza distribuției speciei și identificarea cauzelor care conduc la restrângerea populațiilor de <i>C. tataria</i> în România..... | 63 | 22 |
| 2.1.1 | Discuții privind distribuția și cauzele restrângerii populațiilor..... | 65 | 24 |
| 2.1.1.1 | <i>Răspândirea speciei în Transilvania</i> | 66 | 24 |
| 2.1.1.2 | <i>Răspândirea speciei în Moldova</i> | 69 | 24 |
| 2.1.1.3 | <i>Răspândirea speciei în Muntenia</i> | 73 | 24 |
| 2.2 | Analiza caracteristicilor habitatelor..... | 83 | 24 |
| 2.2.1 | Caracterizarea tipului de sol..... | 83 | 24 |
| 2.2.2 | Analiza solului: parametri chimici..... | 84 | 24 |
| 2.2.2.1 | <i>Variația pH-ului și a carbonului organic total</i> | 84 | 24 |
| 2.2.2.2 | <i>Variația macronutrienților de ordin secundar (Ca și Mg)</i> | 84 | 24 |
| 2.2.2.3 | <i>Variația macronutrienților de ordin primar (N, P și K)</i> | 85 | 25 |
| 2.2.2.4 | <i>Variația metalelor grele (Al, As, Pb și Fe)</i> | 85 | 25 |
| 2.2.2.5 | <i>Variația siliciului, oxigenului și a sodiului</i> | 86 | 25 |
| 2.2.3 | Discuții privind caracteristicile habitatelor..... | 88 | 26 |
| 2.3 | Analiza caracteristicilor populațiilor..... | 89 | 26 |
| 2.3.1 | Analiza parametrilor demografici..... | 89 | 26 |
| 2.3.2 | Analiza biometrică a unor parametri morfologici..... | 92 | 28 |
| 2.3.2.1 | <i>Înălțimea medie a plantei</i> | 92 | 28 |
| 2.3.2.2 | <i>Numărul de frunze per plantă</i> | 92 | 28 |
| 2.3.2.3 | <i>Mărimea frunzei</i> | 93 | 28 |
| 2.3.2.4 | <i>Circumferința inflorescenței</i> | 95 | 29 |
| 2.3.3 | Discuții privind caracteristicile populațiilor..... | 95 | 30 |
| 2.4 | Analiza relațiilor dintre caracteristicile populațiilor și variabilele de mediu..... | 100 | 31 |
| 2.4.1 | Relația dintre înălțimea plantei și variabilele de mediu..... | 100 | 31 |
| 2.4.2 | Relația dintre numărul de indivizi per suprafața de probă și variabilele de mediu..... | 101 | 31 |
| 2.4.3 | Relația dintre circumferința inflorescenței și variabilele de mediu..... | 102 | 32 |
| 2.4.4 | Relația dintre numărul de frunze per plantă și variabilele de mediu..... | 104 | 32 |
| 2.4.5 | Relația dintre proporția indivizilor înfloriți și variabilele de mediu..... | 104 | 33 |

| | | | |
|---------|--|------------|-----------|
| 2.4.6 | Relația dintre mărimea frunzelor și variabilele de mediu..... | 105 | 34 |
| 2.4.7 | Discuții privind relația dintre caracteristicile populațiilor și variabilele de mediu..... | 106 | 35 |
| 2.4.7.1 | <i>Relația dintre caracteristicile populațiilor și variabilele chimice ale solului.....</i> | 106 | 35 |
| 2.4.7.2 | <i>Relația dintre caracteristicile populațiilor și caracteristicile structurale ale comunităților de plante.....</i> | 109 | 36 |
| 2.4.7.3 | <i>Relația dintre caracteristicile populațiilor și variabilele antropice.....</i> | 110 | 36 |
| 2.4.7.4 | <i>Relația dintre caracteristicile populațiilor și variabilele abiotice.....</i> | 110 | 36 |
| 2.5 | Analiza cenotică..... | 111 | 36 |
| 2.5.1 | Analiza sintaxonomică..... | 111 | 36 |
| 2.5.2 | Interpretarea analizelor numerice a compoziției floristice..... | 112 | 37 |
| 2.5.3 | Caracterizarea habitatelor..... | 113 | 37 |
| 2.5.4 | Descrierea asociațiilor vegetale..... | 115 | 38 |
| 2.6 | Analiza relațiilor dintre compoziția floristică și variabilele de mediu..... | 128 | 46 |
| 2.6.1 | Analiza destinsă a corespondențelor (DCA)..... | 128 | 46 |
| 2.6.2 | Analiza canonică a corespondențelor (CCA)..... | 129 | 47 |
| 2.6.3 | Relația dintre compoziția floristică și variabilele de mediu..... | 130 | 47 |
| 2.6.4 | Discuții privind habitatele și variabilele care influențează compoziția floristică..... | 133 | 48 |
| 2.7 | Investigații asupra micromorfologiei suprafețelor foliare de la <i>C. tataria</i> | 136 | 49 |
| 2.7.1 | Epiderma inferioară a limbului foliar..... | 136 | 49 |
| 2.7.2 | Epiderma superioară a limbului foliar..... | 139 | 49 |
| 2.8 | Diversitatea și structura genetică a speciei <i>C. tataria</i> | 141 | 49 |
| 2.8.1 | Extracția ADN-ului..... | 141 | 49 |
| 2.8.2 | Amplificarea ADN-ului..... | 142 | 49 |
| 2.8.3 | Parametrii diversității genetice..... | 142 | 50 |
| 2.8.4 | Analiza dendrogramei..... | 146 | 50 |
| 2.8.5 | Discuții privind diversitatea și structura genetică..... | 149 | 53 |
| 2.8.5.1 | <i>Diversitatea genetică.....</i> | 149 | 53 |
| 2.8.5.2 | <i>Evenimente de colonizare.....</i> | 153 | 53 |
| 2.8.5.3 | <i>Estimarea stării de conservare.....</i> | 153 | 53 |
| 2.9 | Elaborarea unor strategii de conservare..... | 154 | 54 |
| 2.9.1 | Măsuri de conservare <i>in situ</i> | 154 | 54 |
| 2.9.2 | Măsuri de conservare <i>ex situ</i> | 156 | 54 |
| 2.9.3 | Măsuri legislative..... | 157 | 54 |
| | Concluzii parțiale..... | 158 | 55 |
| | CONCLUZII GENERALE..... | 161 | 57 |
| | CONTRIBUȚII PROPRII..... | 165 | 59 |
| | PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR..... | 166 | 60 |
| | ACTIVITATEA ȘTIINȚIFICĂ DESFĂȘURATĂ..... | 167 | 61 |
| | ANEXE..... | 168 | |
| | BIBLIOGRAFIE..... | 207 | 62 |
| | WEBOGRAFIE..... | 227 | 65 |

Mulțumiri

Elaborarea și argumentarea prezentei tezei de doctorat, prin care s-a întregit o etapă esențială în formarea mea profesională, a fost posibilă cu sprijinul și îndrumarea științifică de calitate a unor oameni deosebiți, cu ajutorul cărora lucrarea a fost realizată în mod profesionalism.

Doresc să încep prin a exprima recunoștința, respectul și mulțumirile mele coordonatorului științific al lucrării, domnul profesor univ. dr. Cătălin TĂNASE, membru corespondent al Academiei Române, pentru acceptarea mea ca doctorand, pentru încrederea acordată, pentru permanenta sa îndrumare, dar mai ales pentru sprijinul profesional și înțelegerea deplină de care a dat dovadă pe întreaga perioadă de desfășurare a stagiului doctoral și a elaborării tezei de doctorat, contribuind astfel la evoluția mea profesională. De asemenea, îmi exprim deosebita grațitudine domnului profesor pentru timpul pe care l-a investit în a mă ajuta să îmi organizez și să înțeleg procesele care stau la baza studiilor din prezenta lucrare.

Îmi exprim, de asemenea, întreaga mea recunoștință membrilor comisiei de îndrumare: doamnei Conf. univ. dr. Lăcrămioara Carmen IVĂNESCU, de la Facultatea de Biologie, din cadrul Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași și domnilor biolog principal dr. Adrian OPREA și biolog principal dr. Constantin MARDARI, de la Grădina Botanică „Anastasia Fătu” din Iași, pentru sfaturile pertinente și constructive, pentru indicațiile metodologice oferite, pentru împărtășirea experienței dobândite de-a lungul studiilor realizate în teren, dar și pentru sprijinul și înțelegerea permanent acordată de care au dat dovadă pe tot parcursul elaborării prezentei lucrări.

De asemenea, doresc să aduc mulțumiri speciale doamnei Șef lucr. dr. Iuliana MOTRESCU, de la Facultatea de Horticultură, din cadrul Universității de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, doamnei C.S. III dr. Irina - Gabriela CARA, domnului drd. Constantin LUNGOCI, de la Facultatea de Agricultură, din cadrul Universității de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași și domnișoarei drd. Mariana RUSU, de la Institutul de Cercetări pentru Agricultură și Mediu Iași, pentru ajutorul oferit în analiza chimică a probelor de sol și a unor analize statistice privind vegetația.

Mulțumiri deosebite adresez doamnei C.S. II dr. Anca MANOLE și colectivului aflat sub îndrumarea dumneaei: domnul C.S. III dr. Cristian BANCIU, domnul drd. Mihnea VLADIMIRESCU și doamna drd. Ioana PAICĂ, de la departamentul de Biologia Dezvoltării, din cadrul Institutului de Biologie București al Academiei Române, pentru realizarea analizei de screening molecular.

În mod deosebit aș dori să mulțumesc domnului Conf. univ. dr. Alexandru Sabin BĂDĂRĂU, de la Facultatea de Știința și Ingineria Mediului, din cadrul Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca, pentru ajutorul oferit în deplasările și colectarea datelor din regiunea Transilvaniei, ce mi-au fost utile pentru analiza corologică a speciei C. tataria, dar și pentru sfaturile, ideile oferite cu generozitate și încrederea acordată. De asemenea, doresc să mulțumesc colegului meu Vlad NEAGA, care m-a ajutat și însoțit în deplasările din Moldova, Muntenia și Transilvania, dar și lui Mihai Pop, de la Facultatea de Știința și Ingineria Mediului, din cadrul Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca, care m-a însoțit în deplasările din Transilvania.

Totodată, adresez mulțumiri și biologului drd. Paul-Marian SZATMARI, cercetător în cadrul Centrului de Cercetări Biologice - Grădina Botanică „Vasile Fatî” Jibou, din județul Sălaj, pentru ajutorul oferit în traducerea unor informații privind specia Crambe tataria, din limba maghiară.

Aș dori, totodată, să îi mulțumesc și colegului meu drd. Ștefan OLARU, de la Laboratorul de Microscopie electronică al Facultății de Biologie, din cadrul Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, care a pregătit probele și a realizat microfotografiile.

Doresc să aduc mulțumiri și domnișoarei drd. Alexandra ZOTICA, de la Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului „Cristofor Simionescu”, din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași, domnișoarei drd. Mădălina VICIRIUC, de la Facultatea de Biologie, din cadrul Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași și biologului Alexandru PINTILIOAIE, de la Stațiunea biologică marină „Prof. Dr. Ioan Borcea” de la Agigea, pentru discuțiile purtate și sfaturile acordate.

Mulțumesc, de asemenea, membrilor comisiei de evaluare a tezei pentru sfaturile și sugestiile oferite.

În mod special, doresc să îmi exprim întreaga recunoștință față de părinții mei, Dorina și Ștefan, care m-au înțeles, susținut, încurajat și sprijinit necondiționat atât pe parcursul stagiului doctoral, cât mai ales de-a lungul vieții de până acum. De asemenea, aș vrea să îmi exprim recunoștința, respectul și mulțumirile mele, surorii mele Mariana CHIRILĂ, care a fost permanent alături de mine, care m-a înțeles și motivat permanent de-a lungul stagiului doctoral și care m-a însoțit în toate expedițiile realizate în teren. Totodată, doresc să îi mulțumesc și fratelui meu Ionuț CHIRILĂ, pentru ajutorul oferit în expedițiile realizate în Moldova.

INTRODUCERE

În ultimul deceniu, comunitățile de pajiști au devenit unul dintre ecosistemele cele mai amenințate din Europa. Acest biom reprezintă peste 40,00 % din suprafața terestră a lumii, având o varietate de specii de plante amenințate. În acest context, identificarea unor măsuri de conservare pentru aceste specii, constituie un domeniu prioritar de studiu (CONANT și colab., 2017).

În contextul celor menționate anterior, una dintre speciile de plante amenințate din familia Brassicaceae este *Crambe tataria* Sebeók, o specie prezentă în regiunile biogeografice Continentală, Panonică, Pontică și Stepică din România (SÂRBU și colab., 2007). Mai mult, această specie este considerată ca fiind un relict termofil în Europa (SOÓ, 1942) și relict postglacial stepic în România (BÉRES, 1996).

C. tataria este o specie rară, prezentă în pajiștile xerofile din Europa centrală, Europa de Sud-Est și Siberia de Vest. În România, specia este răspândită, în principal, în regiunile de Nord-Est (Moldova), Nord-Vest (Transilvania), Centru (Transilvania) și Sud-Est (Muntenia), pe dealuri însoțite și versanți cu pante moderat accentuate. Specia poate fi întâlnită, dar mai rar, și în livezi, terenuri agricole, podgorii și pajiști cosite.

În România, specia a fost semnalată în anul 1816, în județul Sibiu. De atunci până în prezent, scăderea treptată a numărului și mărimii populațiilor este vizibilă. Astfel că 70,00 % dintre populațiile locale cunoscute în literatura de specialitate, nu au mai fost identificate, în ultimele trei decenii. Principala cauză a dispariției populațiilor locale este degradarea și fragmentarea habitatelor, care este provocată atât în mod indirect, cât și în mod direct de activitățile umane.

Problematica studiului constă în distribuția speciei, condițiile ecenotice și structura genetică a speciei *C. tataria*. Astfel, specia este pusă în pericol de managementul inadecvat al pajiștilor, în care habitatele sale se

confruntă cu diverși factori antropici. Raportat la studiile efectuate în teren, populațiile cele mai mari au fost identificate în județele Cluj, Iași, Mureș și Vaslui. Majoritatea dintre aceste populații se află în zone protejate și cuprind efective de la câțiva indivizi până la câteva sute de indivizi.

Necesitatea identificării condițiilor eco-cenotice și structurii genetice a populațiilor de *C. tataria* sunt esențiale deoarece pot explica probabilitățile de supraviețuire a acestora în condițiile de habitat actuale, precum și capacitatea acestora de a ocupa noi habitate favorabile. Pot fi identificate, de asemenea, populațiile cu diversitate genetică ridicată și scăzută, dar și factorii care influențează negativ specia analizată. De asemenea, este important să salvăm această specie de la dispariție, deoarece aceasta oferă habitate pentru numeroase specii de insecte din familiile *Anthribidae* Billberg, 1820, *Chrysomelidae* Latreille, 1802 și *Curculionidae* Latreille, 1802 și hrană pentru multe specii de păsări din familia *Passeriformes* Linnaeus, 1758. Dacă nu sunt elaborate măsuri de protecție în cazul populațiilor analizate atât *C. tataria*, cât și insectele și păsările sunt în pericol.

Noutatea și originalitatea științifică au constat în următoarele rezultate: astfel, este primul studiu interdisciplinar al speciei *C. tataria* în România, în cadrul căruia au fost analizate: distribuția speciei, precum și cauzele care au determinat declinul acesteia în România; analiza caracteristicilor populațiilor, relațiile dintre acestea și variabilele luate în studiu; mai mult, au fost colectate probe de sol în vederea realizării analizelor chimice a solului; au fost identificate asociațiile vegetale și variabilele luate în studiu care influențează compoziția floristică a fitocenozelor de *C. tataria*; de asemenea, a fost aplicată tehnica ISSR - PCR, în vederea evaluării variației genetice a populațiilor investigate; și au fost efectuate investigații asupra micromorfologiei suprafețelor foliare de la *C. tataria*, utilizând microscopia electronică de baleiaj (SEM).

SCOP, IPOTEZE ȘI OBIECTIVE

Scopul cercetării întreprinse constă în identificarea condițiilor eco-cenotice și analiza structurii genetice a unor populații de *C. tataria* în România, pentru stabilirea unor măsuri de protecție a speciei.

În acord cu scopul și obiectivele studiului, dar și a informațiilor din literatura de specialitate s-a dorit verificarea a trei ipoteze:

Ipoteza 1 - În prezent, *C. tataria* are o distribuție mai redusă decât cea prezentată în literatură;

Ipoteza 2 - Variabilele abiotice evidențiază variația morfologiei și demografiei speciei, precum și variația compoziției floristice a fitocenozelor de *C. tataria*;

Ipoteza 3 - Variabilele genetice și de mediu, precum și caracteristicile vegetației reprezintă premise în stabilirea unor măsuri de management conservativ a populațiilor de *C. tataria* în România.

Pentru atingerea scopului au fost stabilite următoarele obiective specifice:

Obiectiv specific 1 - Analiza distribuției speciei și identificarea cauzelor ce determină restrângerea populațiilor de *C. tataria* în România.

Obiectiv specific 2 - Analiza caracteristicilor populațiilor și habitatelor de *C. tataria* în România.

Obiectiv specific 3 - Analiza eco-cenotică a populațiilor de *C. tataria* în România.

Obiectiv specific 4 - Analiza structurii genetice a populațiilor naturale de *C. tataria*.

Obiectiv specific 5 - Elaborarea unor măsuri privind protecția populațiilor de *C. tataria*.

STRUCTURA TEZEI

În conformitate cu scopul, obiectivele și ipotezele urmărite, lucrarea este structurată în două părți distincte:

Prima parte, intitulată *Sinteza datelor din literatura de specialitate*, cuprinde un singur capitol, și anume Capitolul 1 - *Stadiul actual al cercetării în domeniu*, în care a fost prezentată o analiză critică asupra contextului actual al cercetărilor privind specia *C. tataria* și al informațiilor legate de morfologie, biologie, ecologie, fitocenologie și distribuție a speciei *C. tataria*.

Partea a II-a - *Prezentarea cercetărilor proprii* este structurată pe două capitole, în care sunt prezentate materialele și metodele de lucru, dar și rezultatele obținute în cadrul acestui studiu. Capitolul 1 - *Materiale și metode de lucru* a avut în vedere descrierea materialelor utilizate și a metodelor aplicate, pentru fiecare obiectiv urmărit. Capitolul 2 - *Rezultate și discuții* cuprinde rezultatele cercetărilor privind distribuția speciei, analizele ecologice, cenotice și genetice ale populațiilor de *C. tataria* investigate. În final, au fost elaborate măsuri de management conservativ a populațiilor de *C. tataria* în România.

Pentru fiecare dintre cele trei capitole, au fost formulate concluzii parțiale, iar în final, sunt prezentate concluziile generale, contribuțiile proprii, perspective de continuare a cercetărilor și lista cu referințele bibliografice utilizate.

PARTEA I SINTEZA LITERATURII DE SPECIALITATE

CAPITOLUL 1 STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRII ÎN DOMENIU

INTRODUCERE

În ultimele trei decenii, biodiversitatea a suferit un declin major atât la nivel local, cât și la nivel global, din cauza modificărilor de habitat induse de schimbările climatice și activitățile antropice (POSCHLOD și WALLISDEVRIES, 2002). Una dintre speciile de plante amenințate de activitățile antropice este *Crambe tataria*. Nivelul actual de cunoaștere ai acestei specii a fost analizat prin intermediul literaturii de specialitate. S-a căutat evidențierea cunoștințelor despre specia analizată și prin intermediul utilizării diverselor lucrări care descriu flora României.

În acest capitol sunt prezentate informații detaliate privind ecologia, morfologia și biologia speciei *C. tataria*. În acest context, au fost analizate informațiile publicate în literatura de specialitate pentru realizarea următoarelor obiective: (1) identificarea presiunilor și amenințărilor asupra speciei *C. tataria*; (2) identificarea stării de conservare a speciei *C. tataria* în România; (3) identificarea importanței științifice a speciei *C. tataria*; și (4) prezentarea contextului actual al studiilor privind specia *C. tataria*.

1.1 Considerații generale privind specia Crambe tataria

1.1.1 Starea de conservare

În Europa, potrivit criteriilor menționate în lista roșie a speciilor amenințate a Uniunii Internaționale pentru Conservarea Naturii (International Union for Conservation of Nature - IUCN), statutul speciei *C. tataria* este cel de „neamenințat” sau având „cea mai mică preocupare” (Least Concern - LC; BILZ și colab., 2011). În flora României, specia este considerată vulnerabilă și rară (OLTEAN și colab., 1994). La nivel European, această specie prezintă statut de protecție prin următoarele instrumente și acorduri juridice naționale

și internaționale: anexa I revizuită în 2011 a Convenției de la Berna (Convenția de la Berna, 1998); anexa IIIb a Ordonanței de Urgență a Guvernului nr. 57 din 20 iunie 2007 (Ordonanța de Urgență a Guvernului, 2007); și este enumerată în anexele IIb și IVb a Directivei Habitate ale Uniunii Europene (Directiva Consiliului Europei, 1992).

1.1.2 Taxonomie, etimologie și varietăți

Conform clasificării taxonomice lineare și monografiilor ulterioare, *C. tataria* este încadrată taxonomic după cum urmează: regnul Plantae Haeckel 1866; subregnul Tracheophyta Sinnott 1935; încrengătura Magnoliophyta Cronquist, Takhtajan & W. Zimmermann ex Reveal; clasa Magnoliopsida Brongn.; subclasa Dilleniidae Takhtajan ex Reveal & Takhtajan; superordinul Rosanae Takhtajan; ordinul Brassicales Bromhead; familia Brassicaceae Burnett; genul *Crambe* L. și specia *Crambe tataria* Sebeók (MARHOLD, 2011).

Etimologia cuvântului „Crambe”, își are originea în termenul de proveniență grecească, „krambe” = varză, care face trimitere la florile relativ mici cu patru petale și la aroma specifică frunzelor de la varza comestibilă (BRÎNZAN și colab., 2013). În schimb, cuvântul latinizat „tataria, tatarica” = tătărească, face referire la tătari (POPESCU, 2013).

Variabilitatea speciei a fost prezentată de Traian SĂVULESCU (1955), Rezső SOÓ (1968), Vladimir Leontyevich KOMAROV (1970) etc.

1.1.3 Origine, evoluție și etnobotanică

Istoria târtanului coboară în timp până în perioada antichității, însă semnalarea acestuia a fost indicată pentru prima dată într-o lucrare al botanistului Leonhardus FUCHSIUS, în anul 1542 (HORVÁTH, 2005). Prima mențiune scrisă ca nume de plantă apare citată în anul 1590, în dicționarul lui Szikszai-Fabricsius BALÁZS (MOLNÁR, 1998a). Cu toate

acestea, prima referire importantă din punct de vedere științific, îi aparține lui Carolus CLUSIUS, un botanist care a studiat plantele din Austria și Panonia. Acesta a menționat specia în lucrarea „Rariorum plantarum historia”, publicată în anul 1601 (SEBEÓK, 1781; WILKES, 1810; RAPAICS, 1938; BÉRES, 1996; KERESZTY și GALÁNTAI, 2001).

Alexander Sebeók de Szent-Miklós (Sándor SEBEÓK) a examinat planta pe baza unor exemplare provenite din pajiștile din Eger (Ungaria), care într-un final, a reprezentat subiectul tezei sale de doctorat. Astfel că Sándor SEBEÓK este primul descriptor al speciei *C. tataria*.

C. tataria prezintă utilizări în agricultură, alimentație, apicultură, farmacologie, fitoterapie, medicina umană, scop ornamental și ar putea duce la noi surse promițătoare de descoperire a biocarburanților, dar și în evidențierea unor cantități mari de acid α -linolenic (PÂRVU, 2005; PUSHKAROVA și colab., 2016).

1.1.4 Morfologie, biologie și ontogenie

C. tataria este o specie de culoare verde-albăstrui, care poate ajunge la înălțimi considerabile (între 60 cm și 150 cm). Rădăcina este bine dezvoltată, lungă, viguroasă, carnoasă și dulce, cu lungimea de până la 150 cm și colet multicapitat. Tulpina dreaptă sau ascendentă, groasă, păroasă, scvaroasă și rigid-ramificată (SEBEÓK, 1781; NYÁRÁDY, 1955; BELDIE, 1977; HORVÁTH, 2005; PÂRVU, 2005).

Frunzele sunt mari și prezintă mai mulți lobi înguști și alungiți sau liniar-alungiți. Lobii prezintă o margine ondulată cu dinți mari rotunjiți (NYÁRÁDY, 1955; POPESCU, 2013). Frunzele bazale care apar mai întâi sunt mici și întregi, apoi devin rombice, mari, păroase sau pubescente. Inflorescența este bogată, sferică, foarte mare, formată din raceme dense (DOMOKOS și colab., 1999; HORVÁTH, 2005; PÂRVU, 2005; BRÎNZAN și colab., 2013). Fructul este o siliculă articulată, cu o lungime de 5 mm - 7

mm, cu o parte inferioară sterilă, de cca. 1 mm lungime și o parte superioară (rostrală) globuloasă, cu lungimea de cca. 4 mm - 5 mm (HORVÁTH, 2005; MIHĂILESCU și colab., 2015).

1.1.5 Ecologie, fitocenologie și distribuție

C. tataria este o specie rară din Europa (KUPRIANOV și colab., 2020), cu o distribuție discontinuă, din Câmpia Panonică până în pajiștile din nordul Mării Negre (European Environment Agency, 2007 - 2012). Este o specie xerofilă și moderat temofilă, care vegetează în fitocenoze de stepă (DONIȚĂ și colab., 2005; GAFTA și MOUNTFORD, 2008; OROIAN și colab., 2017; BĂDĂRĂU, 2019).

1.2 Contextul actual al cercetărilor privind specia *C. tataria*

Urmărind evoluția și dinamica cercetărilor realizate până în prezent, în cazul speciei *C. tataria*, s-a constatat că la nivel internațional, cel mai mare interes privind analiza speciei a fost observat la cercetătorii unguri (KERESZTY și GALÁNTAI, 2001; HORVÁTH, 2005), care au monitorizat populațiile de *C. tataria* din Ungaria și au elaborat măsuri concrete de protecție a acesteia. Raportat la numărul de studii, un mare interes a fost observat și la cercetătorii ucraineni (PUSHKAROVA și colab., 2019) și turci (TARIKAHYA-HACIOĞLU, 2016). Aceștia au studiat compoziții chimici, capacitatea antioxidantă, activitatea citogenetică, aspecte morfo-anatomice, precum și caracterizarea habitatelor în care poate fi identificată *C. tataria*. La nivel național, există un număr foarte mic de studii care au vizat specia *C. tataria*. Majoritatea dintre acestea s-au concentrat pe aspecte generale privind descrierea, ecologia, corologia și fitocenologia acesteia (OROIAN și colab., 2017; BĂDĂRĂU, 2019; MÂNZU și colab., 2020).

CONCLUZII PARȚIALE

C. tataria este o specie perenă răspândită din Câmpia Panonică până în stepele din nordul Mării Negre, fiind protejată de diverse acorduri și convenții naționale și internaționale. În prezent, habitatul acestei specii este perturbat de o serie de factori limitativi, ceea ce a dus la o stare de conservare nefavorabilă a speciei analizate.

Studiile privind domeniul etnobotanicii, au arătat că specia *C. tataria* este considerată o plantă alimentară, dar poate fi utilizată și în apicultură, agricultură, fitoterapie, farmacologie, în scop decorativ, cu o importanță economică și științifică ce a atras atenția cercetătorilor din diferite domenii, cum ar fi: chimie, biochimie, biologie moleculară, ecologie și biotehnologii.

Lucrările de referință din domeniile ecologie și fitocenologie, au arătat că specia *C. tataria* are preferințe pentru microhabitatele deschise, solurile alcaline și bogate în nutrienți, pantele erodate și însorite ale zonelor de stepă și silvostepă.

În privința cercetărilor moleculare privind relațiile genetice, în care au fost studiate diferite specii ale genului *Crambe*, inclusiv *C. tataria*, s-a reliefat importanța și utilitatea microsateliților care au dus la diferențierea și gruparea genotipurilor în clustere, la generarea de fragmente clare, amplificate, reproductibile dar și la generarea de fragmente nereproductibile.

În ceea ce privește cercetările biotehnologice în care a fost inclusă specia *C. tataria* sau alte specii al genului *Crambe*, s-a constatat că în ultimul deceniu, odată cu amploarea măsurilor de conservare a biodiversității, s-a avut în vedere conservarea acestor specii, utilizând diferite tehnici de cultivare *in vitro*, cum ar fi micropropagarea, organogeneza directă și embriogeneza somatică prin calus sau propagare.

PARTEA a II-a PREZENTAREA CERCETĂRILOR PROPRII

CAPITOLUL 1 MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

INTRODUCERE

De-a lungul timpului, metodele genetice și ecologice utilizate în diferite studii s-au dovedit a fi cele mai reprezentative tehnici, esențiale pentru identificarea măsurilor de conservare a biodiversității, precum și în simularea și analiza dinamicii pe termen lung, susținerea conservării și managementul unor acțiuni de conservare *ex situ* și *in situ* privind speciile de plante rare sau aflate în declin (ŁASKA și SIENKIEWICZ, 2018). În vederea cercetării mecanismelor responsabile pentru punerea în pericol a unei specii aflate în declin sau pe cale de dispariție, pot fi utilizate instrumente statistice aplicate pe scară largă, cum ar fi analizele de regresie, analizele multivariate (GHOLAMI și FAKHARI, 2017) sau analize genetice.

În acest capitol au fost stabilite următoarele obiective: (1) stabilirea unei metode de lucru pentru colectarea datelor privind corologia speciei, caracteristicile populațiilor și compoziția floristică a fitocenozelor în care a fost identificată specia; (2) selectarea unor analize statistice privind relația dintre compoziția floristică, caracteristicile populațiilor și o serie de variabile de mediu; și (3) selectarea unor primeri și a unei metode moleculare pentru determinarea structurii genetice a populațiilor de *C. tataria*.

1.1 Alegerea și delimitarea zonelor de studiu

În perioada 2019 - 2021, *C. tataria* a fost analizată în 15 localități (**Fig. 1.1**): Alexandru cel Bun, Bădeni, Ceplenița, Horlești, Miroslava, Popricani, Tăutești, Reditu, Vânători, Vulturi (Județul Iași); și Glodeni (Județul Vaslui), Pâclele (Județul Buzău), Valea Glodului (Județul Mureș), Slimnic (Județul Sibiu) și Bunești (Județul Brașov).

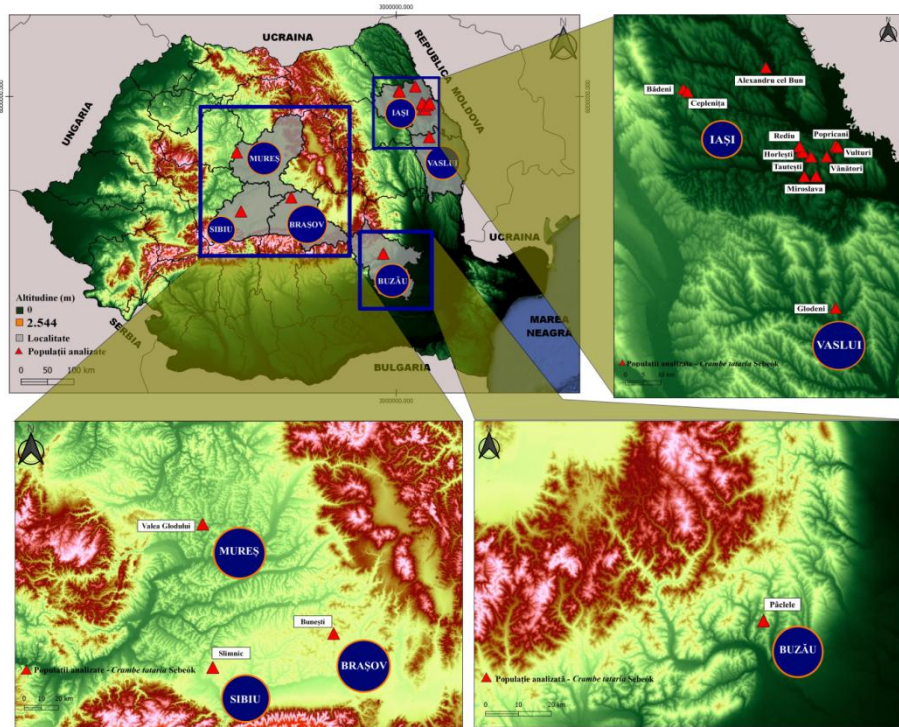


Fig. 1.1 - Zonele de studiu investigate.

(sursa datelor vectoriale: <http://geo-spatial.org/vechi/download/romania-seturi-vectoriale/>;
sursa datelor raster: <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>).

1.2 Analiza distribuției speciei și identificarea cauzelor care conduc la restrângerea populațiilor în România

Scopul acestui subcapitol a fost reprezentat de redarea unei imagini de ansamblu a prezenței speciei *C. tataria* în România, prin confirmarea și completarea distribuției cu populații nou-identificate și identificarea cauzelor restrângerii populațiilor de *C. tataria*. Datele colectate atât din teren, cât și din literatură, au fost organizate în format tabelar și spațial.

1.3 Analiza caracteristicilor populațiilor și habitatelor de C. tataria

1.3.1 Înregistrarea parametrilor demografici și morfologici

În cadrul studiului, parametrii demografici au fost reprezentați de densitatea populației, mărimea populației și de proporția indivizilor înfloriți. În ceea ce privește analiza biometrică a parametrilor morfologici, aceasta a

constat în efectuarea următoarelor măsurători: înălțimea plantei (cm); circumferința inflorescenței (cm); numărul de frunze per plantă; lungimea și lățimea frunzei (cm).

1.3.2 Analiza chimică a probelor de sol

1.3.2.1 Recoltarea și pregătirea probelor de sol

Prelevarea probelor de sol s-a realizat în fiecare suprafață de probă investigată din punct de vedere floristic și fitosociologic. Acestea au fost amplasate selectiv în fiecare localitate investigată, din care a fost prelevată o singură probă de sol din centrul acestuia, folosindu-se un prelevator pentru sol (lopată). Probele de sol au fost analizate în laboratorul de chimie a solului, de la Institutul de Cercetări pentru Agricultură și Mediu (ICAM), din cadrul Universității de Științe Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași.

1.3.2.2 Determinarea pH-ului

Determinarea pH-ului a fost realizată cu ajutorul unui pH-metru cu electrod combinat, conform SR ISO 10390 (2015). Determinarea pH-ului a presupus cântărirea a 10 g sol cu precizie de 0.1 g la balanța analitică și introducerea acestuia într-un pahar Berzelius.

1.3.2.3 Determinarea carbonului organic total

Determinarea carbonului organic (LĂCĂTUȘU, 2016; LUNGU și RIZEA, 2017) a presupus cântărirea la balanța analitică a 0,2 g - 1 g sol. Ulterior, a fost adăugat 10 mL soluție 1 N bicromat de potasiu și apoi 20 mL acid sulfuric concentrat.

1.3.2.4 Determinarea azotului total

Determinarea azotului total (LĂCĂTUȘU, 2016; LUNGU și RIZEA, 2017) a fost realizată prin metoda Kjeldahl. Prima etapă a acestei metode a fost mineralizarea soluției, iar a doua etapă a constat în dozarea azotului.

1.3.2.5 Determinarea fosforului și potasiului mobil

Determinarea spectrometrică a fosforului și potasiului mobil (LĂCĂTUȘU, 2016; LUNGU și RIZEA, 2017) în soluție de acetat de amoniu, a fost realizată după metoda Egner-Riehm-Domingo, conform ISO 11263 (1994). Pentru analiza fosforului, probele au fost citite după șase minute de la colorare (după Nikolov). Pentru analiza potasiului, soluția utilizată a fost cea obținută în cazul analizei fosforului mobil, prin utilizarea acetatului de amoniu.

1.3.2.6 Determinarea unor elemente chimice cu fluorescență cu raze X

Determinarea concentrațiilor totale de elemente chimice, și anume: aluminiu (Al), arsen (As), calciu (Ca), fier (Fe), magneziu (Mg), oxigen (O), plumb (Pb), siliciu (Si) și sodiu (Na), a fost realizată prin metoda spectrometriei cu fluorescență cu raze X (x-ray fluorescence - XRF), conform SR EN 15309 (2007).

1.3.2.7 Analiza statistică a datelor

Analiza statistică descriptivă (media și deviația standard) a fost realizată în programul PAST versiunea 4.03 (HAMMER și colab., 2001). Pentru identificarea diferențelor semnificative au fost aplicate testele Kruskal-Wallis și Mann-Whitney. În privința solului, a fost prezentat tipul genetic de sol, care a fost identificat în QGIS, pe baza datelor vectoriale descărcate din baza de date DSMW (Digital Soil Map of the World, 2007) și clasa de sol (Sistemul Român de Taxonomie a Solului, 2003).

1.3.3 Analiza relațiilor dintre caracteristicile populațiilor și variabilele de mediu

1.3.3.1 Stabilirea și selectarea variabilelor

O etapă importantă în ceea ce privește modificările caracteristicilor populațiilor de *C. tataria* în funcție de modificările variabilelor luate în

studiu, a fost reprezentată de stabilirea setului de variabile. În acest context, setul de variabile luat în studiu cuprinde variabile biotice, abiotice și antropice (**Tabelul 1.1**).

Tabelul 1.1

Variabilele utilizate în modelarea ecologică a caracteristicilor populațiilor și a compoziției floristice.

| Nr. crt. | Variabilă | Abreviere |
|-------------------------------------|---|------------------|
| A Variabile biotice | | |
| 1 | Acoperirea vegetației (%) | AVEG |
| 2 | Înălțimea vegetației (cm) | ÎVEG |
| B Variabile abiotice | | |
| B.1 Variabile topoclimatice | | |
| 1 | Altitudine (m) | ALT |
| 2 | Panta (°) | Pa |
| 3 | Expoziția (°) | EXP |
| B.2 Variabile macroclimatice | | |
| 4 | Temperatura medie anuală (°C) | BIO1 |
| 5 | Amplitudinea diurnă medie (°C) | BIO2 |
| 6 | Izotermicitatea | BIO3 |
| 7 | Sezonalitatea temperaturii (%) | BIO4 |
| 8 | Temperatura maximă a celei mai calde luni (°C) | BIO5 |
| 9 | Temperatura minimă a celei mai reci luni (°C) | BIO6 |
| 10 | Amplitudinea termică anuală (°C) | BIO7 |
| 11 | Temperatura medie a trimestrului cel mai ploios (°C) | BIO8 |
| 12 | Temperatura medie a trimestrului cel mai secetos (°C) | BIO9 |
| 13 | Temperatura medie a celui mai cald trimestru (°C) | BIO10 |
| 14 | Temperatura medie a celui mai rece trimestru (°C) | BIO11 |
| 15 | Precipitațiile anuale (mm) | BIO12 |
| 16 | Precipitațiile din luna cea mai ploioasă. | BIO13 |
| 17 | Precipitațiile din luna cea mai secetoasă | BIO14 |
| 18 | Sezonalitatea cantității de precipitații | BIO15 |
| 19 | Precipitații din trimestrul cel mai ploios | BIO16 |
| 20 | Precipitații din trimestrul cel mai secetos | BIO17 |
| 21 | Precipitații din trimestrul cel mai cald | BIO18 |
| 22 | Precipitații din trimestrul cel mai rece | BIO19 |
| B.3 Ariditate | | |
| 23 | Indicele de Ariditate De Martonne - anual (mm / °C) | IADM |
| B.4 Variabile chimice | | |
| 24 | Aluminiu total (%) | Al |
| 25 | Arsen total (mg Kg ⁻¹) | As |
| 26 | Azot total (%) | N |
| 27 | Calciu total (%) | Ca |
| 28 | Carbon organic total (%) | C _{org} |
| 29 | Fier total (%) | Fe |
| 30 | Fosfor mobil (mg Kg ⁻¹) | P |

| Nr. crt. | Variabilă | Abreviere |
|------------------------------|--|-----------|
| 31 | Magneziu total (%) | Mg |
| 32 | Sodiu total (%) | Na |
| 33 | Oxigen total (%) | O |
| 34 | pH | pH |
| 35 | Plumb total (mg Kg ⁻¹) | Pb |
| 36 | Potasiu mobil (mg Kg ⁻¹) | K |
| 37 | Siliciu total (%) | Si |
| C Variabile antropice | | |
| 1 | Distanța între cea mai apropiată localitate și suprafața de probă (km) | DAL |
| 2 | Distanța între terenurile agricole și suprafața de probă (m) | DTP |
| 3 | Tipul de management | TM |

Pentru selectarea variabilelor independente, a fost creată matricea de corelație Pearson, în programul PAST. În acest context, au fost identificate și eliminate din setul de date (care inițial a inclus 24 de variabile) variabilele puternic corelate (coeficient de corelație > 0.7 sau < -0.7).

1.3.3.2 Realizarea și selectarea modelelor liniare generalizate

Pentru a identifica cele mai importante variabile care explică variația caracteristicilor populațiilor de *C. tataria*, a fost aplicată o metodă elaborată de BURNHAM și ANDERSON (2002), prin care sunt identificate, pe baza AICc (corrected Akaike Information Criterion), modelele liniare generalizate cele mai performante în descrierea relațiilor dintre caracteristicile populațiilor de *C. tataria* și variabilele biotice și abiotice luate în studiu.

1.3.3.3 Identificarea variabilelor importante și testarea relației cu acestea

Pentru ca o variabilă să fie considerată „importantă”, aceasta trebuie să fie inclusă în cel puțin jumătate dintre modele. Ulterior, relația dintre fiecare variabilă de mediu importantă și caracteristicile populațiilor de *C. tataria* a fost descrisă cu ajutorul unor modele liniare generalizate simple, liniare sau unimodale. Graficile au fost realizate în programul Minitab Statistical Software versiunea 21.1.0 (Minitab, 2021).

1.4 Investigații asupra micromorfologiei suprafețelor foliare de la C. tataria

Pentru analiza microscopiei electronice de baleiaj (Scanning Electron Microscopy - SEM; BOZZOLA și RUSSELL, 1999), materialul vegetal proaspăt a fost fixat în FEA. Această analiză a constat în realizarea de secțiuni transversale a frunzei, sub stereomicroscop, cu o lamă de ras. Ulterior, fragmentele mici de frunze au fost uscate la un punct critic cu CO₂ (EMS 850 Critical Point) și apoi acoperit cu un strat subțire de particule de aur (30 nm). În final, probele au fost examinate prin microscopie electronică de baleiaj.

1.5 Analiza cenotică a populațiilor de C. tataria

1.5.1 Eșantionarea vegetației

Pentru stabilirea releveelor fitocenologice, a fost aleasă metoda eșantionajului selectiv. Mărimea suprafeței de probă a fost 100 m², respectând recomandările pentru studiul pajiștilor din România (CRISTEA și colab., 2004). În această etapă au fost realizate 47 de relevee fitocenologice (incluzând 213 specii). Standardizarea denumirilor științifice a fost realizată conform bazei de date Euro + Med PlantBase (<http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>). A fost făcută aprecierea cantitativă privind abundența - dominanța (AD), utilizând scara Braun - Blanquet (CRISTEA și colab., 2004) și a fost calculată și constanța speciilor (K).

1.5.2 Determinarea fitocenozelor

În vederea realizării analizei compoziției floristice a fitocenozelor de *C. tataria*, releveele au fost importate în programul JUICE versiunea 7.0 (TICHÝ, 2002). Această analiză a presupus parcurgerea următoarelor etape:

- stabilirea matricei asociate valorilor medii ale intervalelor de abundență-dominanță transformate prin extragerea rădăcinii pătrate, corespunzătoare notelor de abundență - dominanță (AD) date în teren;
- eliminarea speciilor care erau prezente doar în 1 - 2 relevee;

- crearea matricei de dis-similaritate, utilizând metrica Bray - Curtis;
- crearea dendrogramei cu ajutorul programului GINKGO (BOUXIN, 2005);
- determinarea numărului optim de clustere, utilizând doi indici: Silhouette (ROUSSEEUW, 1987) și Rand corectat (RAND, 1971);
- determinarea speciilor de diagnoză cu ajutorul Indicelui de Valoare Indicatoare (IndVal; DUFRÊNE și LEGENDRE, 1997);
- clasificarea habitatelor. Codul habitatului a fost preluat din sistemul expert în clasificare pentru habitate (CHYTRÝ și colab., 2020).

1.5.3 Analiza relațiilor dintre compoziția floristică și variabilele de mediu

Identificarea variabilelor care influențează compoziția floristică a fitocenozelor de *C. tataria* a presupus următoarele etape: (i) transformarea datelor (prin extragerea rădăcinii pătrate); (ii) realizarea analizei destinate a corespondențelor (Detrended Correspondence Analysis - DCA); (iii) realizarea analizei canonice a corespondențelor (Canonical Correspondence Analysis - CCA). Ordinogramele au fost realizate în CANOCO versiunea 5 (TER BRAAK și ŠMILAUER, 2012). În cadrul acestei analize, au fost luate în studiu variabilele abiotice, biotice și antropice, menționate în **Tabelul 1.1**.

1.5.4 Descrierea tipului de comunitate vegetală

Pentru a descrie tipul de comunitate vegetală, au fost realizate relevee fitocenologice. Identificarea asociațiilor vegetale a fost realizată pe baza speciilor de diagnoză și cu ajutorul literaturii de specialitate (COLDEA și colab., 2012; CHIFU și colab., 2014).

1.6 Analiza structurii genetice a speciei C. tataria

1.6.1 Colectarea materialului vegetal

Materialul vegetal utilizat în cadrul analizei moleculare, a fost prelevat din 15 localități și a constat în frunze bazale, tinere, sănătoase și

curate de *C. tataria*. Mai mult, materialul vegetal a fost colectat în tuburi de plastic, pline cu silicagel și a fost păstrat la frigider la o temperatură de - 22 °C. Numărul de probe colectate a variat între 1 și 5.

1.6.2 Evidențierea variabilității genetice prin tehnica ISSR

1.6.2.1 Extracția ADN-ului

Extracția ADN-ului din probele colectate de *C. tataria*, a fost efectuată prin utilizarea kit-ului GenElute Plant Genomic DNA Miniprep de la Sigma Aldrich (Sigma-Aldrich, G2N70), cu 70 de reacții. Toate operațiunile realizate pentru această activitate au respectat protocolul de extracție propriu-zis a ADN-ului: mojararea probelor, liza celulelor, precipitarea resturilor, filtrarea resturilor, pregătirea pentru legare, pregătirea coloanei de legare, încărcarea lizatului, prima coloană de spălare, spălarea a doua a coloanei și eluția ADN-ului.

1.6.2.2 Amplificarea ADN-ului

Pentru amplificarea probelor de ADN, a fost utilizat kitul GoTaq G2 Green master Mix de la Promega (Promega, 2014 - 2018). Această activitate a cuprins patru etape: testarea și selectarea primerilor; cuantificarea ADN-ului; componența reacției PCR; și protocolul de amplificare a probelor de ADN.

În ceea ce privește componența reacției de polimerizare în lanț (Polymerase Chain Reaction - PCR), aceasta a avut un volum total de 15 μ L. Condițiile de amplificare a probelor au fost realizate în aparatul Eppendorf Mastercycler gradient, după următorul program: denaturare inițială 10 minute la 95 °C; 35 cicluri de - denaturare de 30 s la 95 °C, anelare a amorsei 45 secunde la 50 °C, extensie 2 minute la 72 °C; și extensia finală de 10 minute la 72 °C.

1.6.2.3 Electroforeza în gel de agaroză

Separarea și evidențierea benzilor polimorfice de ADN amplificat prin PCR a fost realizată prin electroforeză în gel de agaroză. În acest context, au

fost efectuate următoarele operațiuni: prepararea gelului de agaroză; pregătirea probelor amplificate, încărcarea probelor pe gel și electroforeza.

1.6.2.4 Preluarea și analiza imaginilor

Vizualizarea și fotografierea gelurilor de electroforeză, a fost realizată la transluminatorul Geni cu camera foto de 2 mpx de la SynGene. Fotografiile cu gelurile au fost introduse în platforma software BioNumerics 8, cu ajutorul căreia s-au procesat imaginile 1D. Datele privind distanțele genetice calculate au fost exportate în programul MEGA X (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) versiunea 10 (KUMAR și colab., 2015). În cadrul acestui program, s-a construit dendrograma, pe baza distanțelor genetice.

1.6.2.5 Cuantificarea diversității genetice

Pentru cuantificarea diversității genetice, valorile curbelor densitometrice generate, au fost exportate din BioNumerics versiunea 8 și convertite în distanțe genetice în extensia pentru Microsoft Excel: GenA1Ex 6.51b2 (PEAKALL și SMOUSE, 2006, 2012). Au fost calculate, utilizând un șablon pentru markeri dominanți în care a fost introdus numărul de indivizi, numărul de localități de recoltare și numărul de loci: distanțele genetice dintre probele celor 15 localități de recoltare; indicele Shannon, pentru fiecare locus și media pentru cele 15 localități de recoltare; heterozigoția așteptată (H_e); frecvențele alelice pentru fiecare locus; distanța genetică Nei (D), dintre grupuri.

CONCLUZII PARȚIALE

Pentru actualizarea datelor privind distribuția speciei *C. tataria* în România și analiza vegetației, s-a aplicat metoda eșantionajului selectiv.

Pentru caracterizarea eco-cenotică a speciei luate în studiu, s-a utilizat metoda releveului fitocenologic. Datele obținute au fost analizate atât clasic, cât și prin tehnici de analiză statistică multivariată.

Pentru identificarea și descrierea relațiilor dintre caracteristicile populațiilor de *C. tataria* și o serie de variabile de mediu, au fost utilizate datele colectate în aceleași suprafețe de probă (relevee - utilizate pentru caracterizarea vegetației) și pentru care au fost utilizate analize de regresie.

Evaluarea variabilității genetice la nivel intra și inter-populațional a unor populații aparținând speciei *C. tataria*, s-a realizat cu ajutorul tehnicii ISSR-PCR. Criteriile selectării acestei tehnici moleculare sunt accesibilitatea, gradul ridicat de reproductibilitate și automatizarea.

În ceea ce privește extracția ADN-ului din probele de *C. tataria*, acesta a fost realizat în conformitate cu un kit comercial, GenElute Plant Genomic DNA Miniprep Kit, de 70 de reacții. Separarea și identificarea ADN-ului a fost realizată prin electroforeză în gel de agaroză.

Pentru investigațiile asupra micromorfologiei suprafețelor foliare de la *C. tataria*, s-a utilizat microscopia electronică de baleiaj (SEM).

CAPITOLUL 2 REZULTATE ȘI DISCUȚII

INTRODUCERE

Evaluarea cerințelor eco-cenotice, a cunoașterii diversității și structurii genetice reprezintă condiții prealabile pentru dezvoltarea unor măsuri de protecție a speciei *C. tataria*. Aceste condiții constituie instrumente esențiale în gestionarea acțiunilor de conservare *ex situ* și *in situ* a populațiilor de *C. tataria*.

Acest studiu a extins cunoștințele privind distribuția, condițiile eco-cenotice și structura genetică a populațiilor de *C. tataria*. Deoarece prezentul studiu a constat în colectarea de date într-un ritm relativ rapid și neexhaustiv, fiind analizate doar unele populații, menționăm că datele privind specia *C. tataria* vor fi completate prin intermediul cercetărilor viitoare. Obiectivele studiului au vizat următoarele: (a) analiza distribuției și identificarea cauzelor care conduc la restrângerea populațiilor în România; (b) analiza caracteristicilor habitatelor, populațiilor, vegetației și relația dintre acestea și variabilele de mediu; (c) analiza biometrică a unor parametri morfologici; (d) investigații asupra micromorfologiei suprafețelor foliare de la *C. tataria* (SEM); (e) diversitatea și structura genetică a speciei *C. tataria*; și (f) elaborarea unor măsuri de conservare a populațiilor de *C. tataria*.

2.1 Analiza distribuției speciei și identificarea cauzelor care conduc la restrângerea populațiilor de C. tataria în România

Analiza datelor vechi și recente privind prezența speciei *C. tataria* în România (CHIRILĂ, 2021) cuprinde 168 de semnalări (**Fig. 2.1**). În conformitate cu numărul total de populații menționate în literatură, s-a constatat că specia este frecventă în Transilvania (64,66 %); mai puțin frecventă în Moldova (26,93 %); rară în Muntenia (5,98 %); foarte rară în Dobrogea (1,79 %) și Banat (0,59 %).

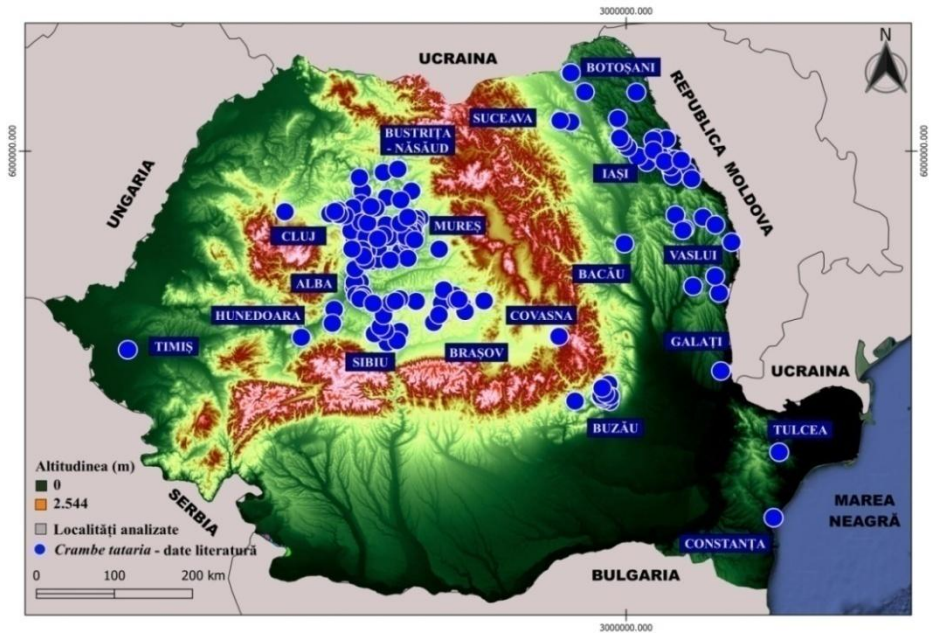


Fig. 2.1 - Distribuția populațiilor de *C. tataria* menționate în literatură.

În perioada 2019 - 2021, au fost verificate 81 de semnalări (CHIRILĂ, 2021). Deși toate localitățile verificate prezentau condiții potențial favorabile speciei *C. tataria*, aceasta a fost identificată doar în 21 de localități (Fig. 2.2).

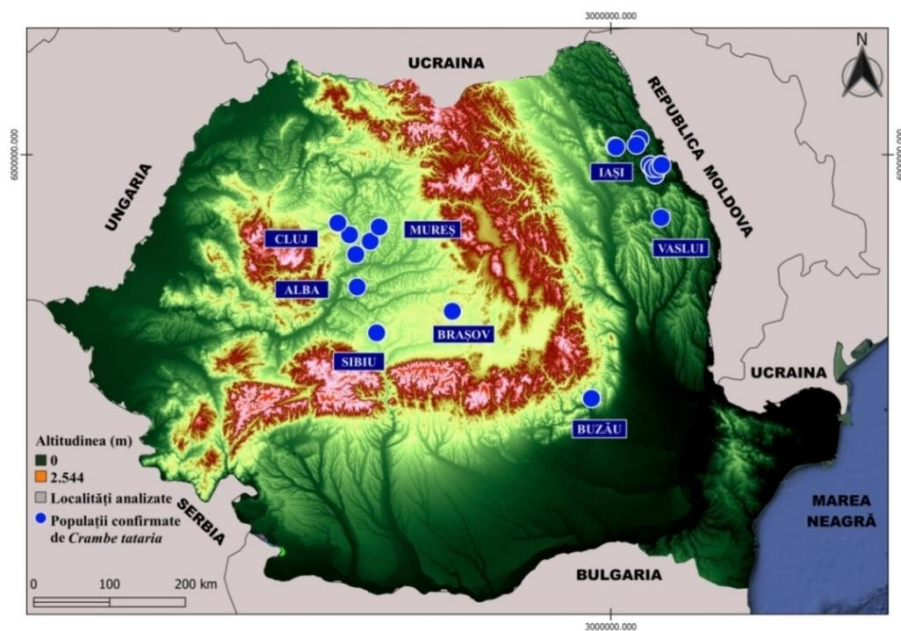


Fig. 2.2 - Distribuția populațiilor de *C. tataria* confirmate în teren.

2.1.1 Discuții privind distribuția și cauzele restrângerii populațiilor

2.1.1.1 Răspândirea speciei în Transilvania

În Transilvania, majoritatea populațiilor sunt în afara ariilor protejate (75,00 %) și 25,00 % se află în interiorul ariilor protejate.

2.1.1.2 Răspândirea speciei în Moldova

În Moldova, majoritatea populațiilor sunt în afara zonelor protejate (62,23 %), astfel că doar 37,77 % sunt în interiorul zonelor protejate.

2.1.1.3 Răspândirea speciei în Muntenia

În Muntenia, *C. tataria* a fost identificată în localitatea Pâcelele (Județul Buzău), la o altitudine de 271 m. Răspândirea speciei în pajiștile din acest sit este limitată de arbuști.

2.2 Analiza caracteristicilor habitatelor

2.2.1 Caracterizarea tipului de sol

În localitățile analizate, au fost identificate următoarele tipuri genetice de sol: faeoziomul luvic în Muntenia și Transilvania; cernoziomul calcic în Moldova; luvisolul gleic în Moldova și Transilvania; și luvisolul ortic în Moldova.

2.2.2 Analiza solului: parametri chimici

2.2.2.1 Variația pH-ului și a carbonului organic total

Reacția solului, exprimată prin indicele pH a fost slab alcalină, iar concentrația de carbon organic total în sol a fost scăzută (**Fig. 2.3**).

2.2.2.2 Variația macronutrienților de ordin secundar (Ca și Mg)

Concentrația de calciu (Ca) total a fost scăzută în solurile analizate, iar concentrația de magneziu determinată pentru fiecare suprafață de probă este scăzută în solurile analizate (**Fig. 2.3**).

2.2.2.3 Variația macronutrienților de ordin primar (N, P și K)

Analiza macronutrienților de ordin primar au arătat că 86,95 % dintre valori se încadrează în categoria solurilor de tip „bună” în cazul azotului, 43,47 % dintre valori se încadrează în categoria solurilor de tip „foarte bună” în cazul fosforului, iar 80,85 % dintre valori se încadrează în categoria solurilor de tip „foarte bună” în cazul potasiului (**Fig. 2.3**).

2.2.2.4 Variația metalelor grele (Al, As, Pb și Fe)

În solurile analizate, concentrațiile de aluminiu și fier au fost scăzute, iar concentrațiile de arsen și plumb au fost ridicate (**Fig. 2.3**).

2.2.2.5 Variația siliciului, oxigenului și a sodiului

În suprafețele de probă analizate, solurile sunt bogate în siliciu și sărace în oxigen și sodiu (**Fig. 2.3**).

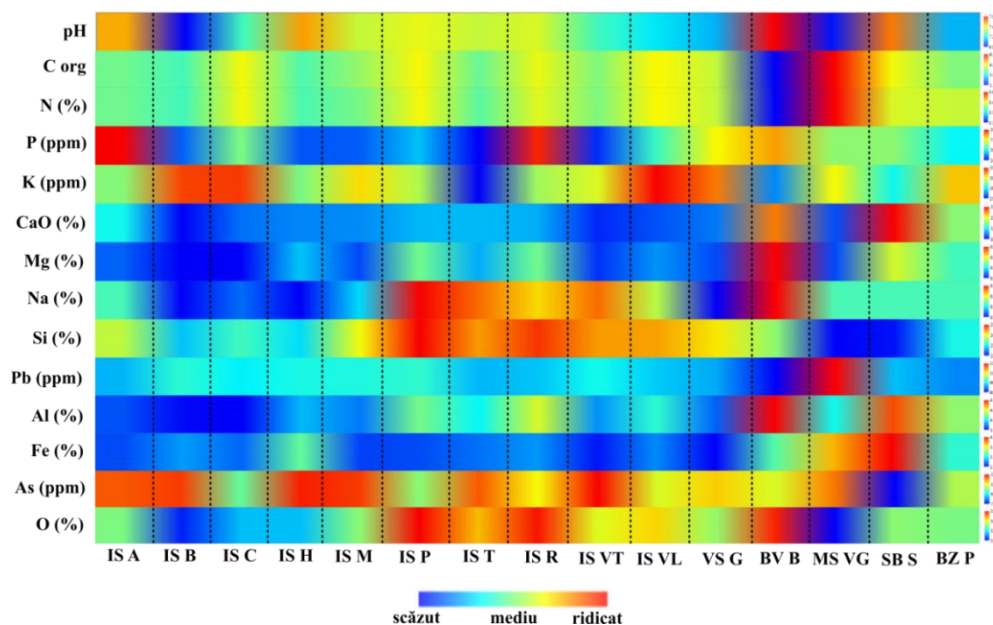


Fig. 2.3 - Variația proprietăților chimice ale solului. Localități: IS A (Iași Alexandru cel Bun), IS B (Iași Bădeni), IS C (Iași Ceplenița), IS H (Iași Horlești), IS M (Iași Miroslava), IS P (Iași Popricani), IS T (Iași Tăutești), IS R (Iași Rediu), IS VT (Iași Vânători), IS VL (Iași Vulturi), VS G (Vaslui Glodeni), BV B (Brașov Bunești), MS VG (Mureș Valea Glodului), SB S (Sibiu Slimnic), BZ P (Buzău Pâclele).

2.2.3 Discuții privind caracteristicile habitatelor

Zonele investigate sunt caracterizate de soluri zonale și de soluri care prezintă caracter subzonal. Concentrația scăzută de carbon organic se datorează precipitațiilor și temperaturilor (ZHAO și colab., 2017). În privința arsenului, creșterea acestuia în sol se datorează utilizării pesticidelor în combaterea dăunătorilor plantelor (MISSIMER și colab., 2018), iar cauza concentrațiilor ridicate de plumb se datorează activităților umane (FAHR și colab., 2013). Referitor la concentrația de siliciu în sol, creșterea acestuia se datorează pH-ului, materiei organice etc. (ANGGRIA și colab., 2020).

Creșterea macronutrienților de ordin primar (azot, fosfor și potasiu) și secundar (calciu) în solurile analizate se poate datora mai multor factori: humus și conținutul de apă, temperatura, pH-ul solului etc (JACKSON, 2014). Scăderea concentrației de magneziu și fier în sol se datorează pH-ului solului (JONES, 2020). Scăderea aluminiului se datorează creșterii pH-ului (SZURMAN-ZUBRZYCKA și colab., 2021). De asemenea, prezența oxigenului în sol este limitat de compactarea solului și precipitații (NEIRA și colab., 2015).

2.3 Analiza caracteristicilor populațiilor

2.3.1 Analiza parametrilor demografici

Mărimea eșantionului selectat la nivel național și analizat în această lucrare a fost 1 863 indivizi, cu media 88,71 de indivizi per populație. Raportat la altitudine, s-a constatat că odată cu creșterea acestui parametru a fost înregistrată o scădere a numărului de indivizi (**Fig. 2.4**). Densitatea populației a fost estimată la 5,64 de indivizi per suprafața de probă. În cadrul populațiilor analizate, indivizii identificați au fost grupați în următoarele categorii: indivizi vegetativi (51,26 %), indivizi înfloriți (43,10 %) și indivizi cu frunze și flori (5,63 %).

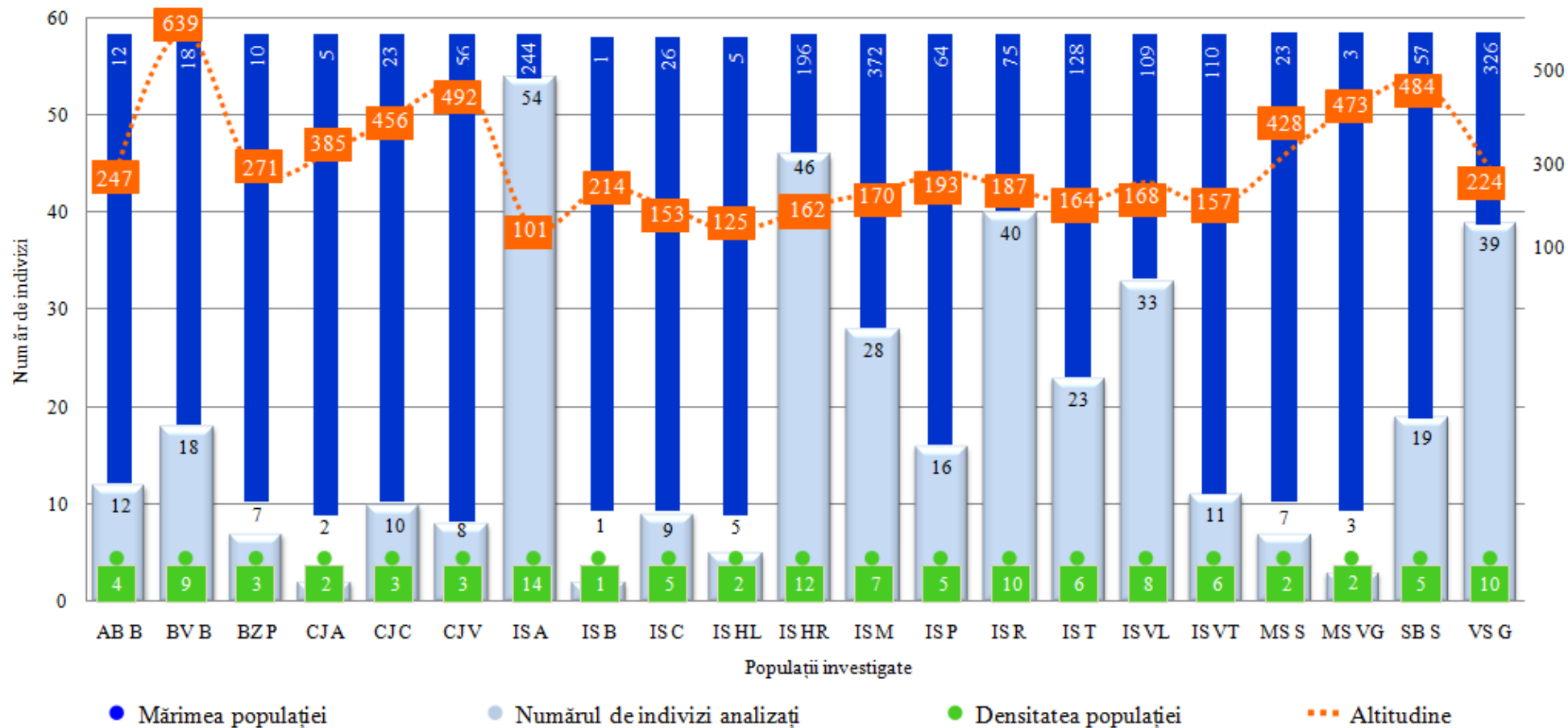


Fig. 2.4 - Numărul de indivizi analizați și altitudinea stațiilor.

2.3.2 Analiza biometrică a unor parametri morfologici

2.3.2.1 Înălțimea medie a plantei

Înălțimea plantei a înregistrat valori cuprinse între 39,00 cm și 67,31 cm. Majoritatea valorilor privind înălțimea plantei, se află în intervalul 40 cm - 60 cm (**Fig. 2.5**).

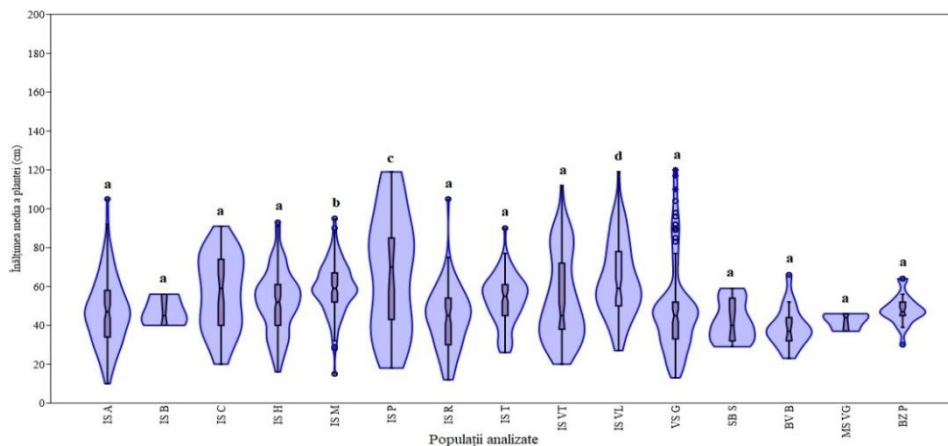


Fig. 2.5 - Concentrația valorilor privind înălțimea plantei: punctul din centrul casetei - mediana; lungimea casetei - intervalul interquartil; lungimea liniei care se extinde în afara casetei - intervalul.

2.3.2.2 Numărul de frunze per plantă

Valoarea medie cea mai mică a fost măsurată la indivizii populației de la Horlești (2,03), iar cea mai mare a fost măsurată la indivizii populației de la Valea Glodului (10,33). Cele mai multe valori privind numărul de frunze, se află în intervalul 1 - 2,5 (**Fig. 2.6**).

2.3.2.3 Mărimea frunzei

Media cea mai mare a fost măsurată la indivizii populației de la Bunești (36 cm), iar media cea mai mică a fost înregistrată la indivizii populației de la Glodeni (24,82 cm). Majoritatea valorilor privind lungimea frunzei se află în intervalul 24 cm - 30 cm (**Fig. 2.7**). În ceea ce privește lățimea frunzei, aceasta variază între 10,5 cm (populația de la Bădeni) și

23,27 cm (populația de la Bunești). Cele mai multe valori privind lățimea frunzei se află în intervalul 14 cm - 23 cm (Fig. 2.8).

2.3.2.4 Circumferința inflorescenței

Media cea mai mare a fost înregistrată la indivizii populației de la Glodeni (233 cm), iar cea mai mică a fost măsurată la indivizii populației de la Bădeni (62 cm). Majoritatea valorilor înregistrate, se află în intervalul 150 cm - 200 cm (Fig. 2.9).

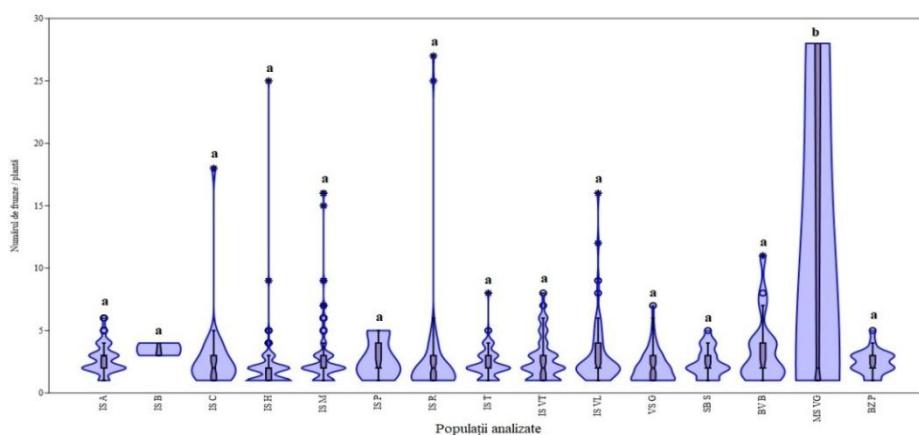


Fig. 2.6 - Concentrația valorilor privind numărul de frunze/plantă: punctul din centrul casetei - mediana; lungimea casetei - intervalul interquartil; lungimea liniei care se extinde în afara casetei - interval.

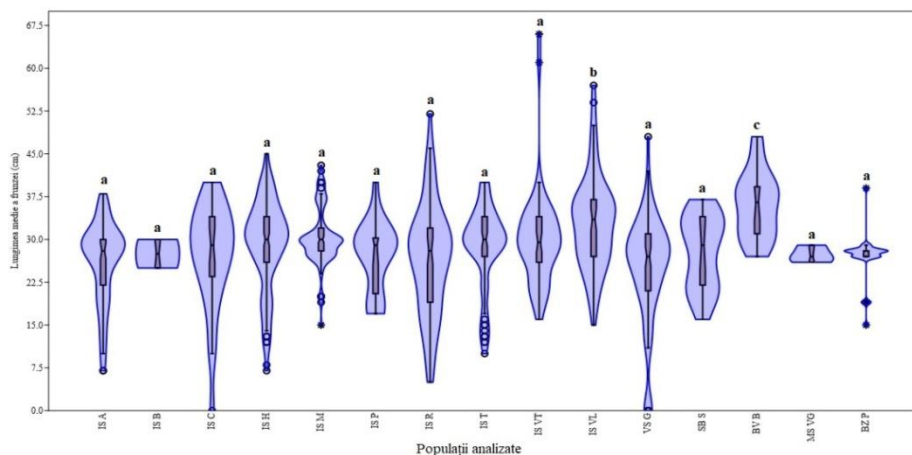


Fig. 2.7 - Concentrația valorilor privind lungimea frunzei: punctul din centrul casetei - mediana; lungimea casetei - intervalul interquartil; lungimea liniei care se extinde în afara casetei - interval.

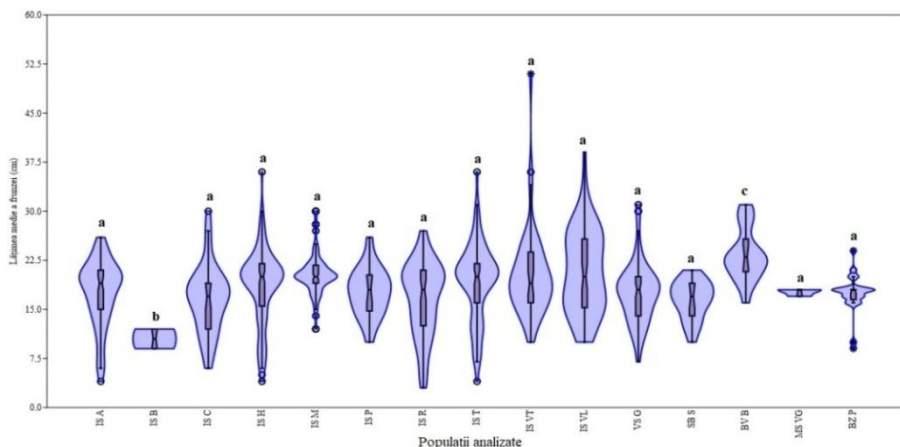


Fig. 2.8 - Concentrația valorilor privind lățimea frunzei: punctul din centrul casetei - mediana; lungimea casetei - intervalul interquartil; lungimea liniei care se extinde în afara casetei - intervalul.

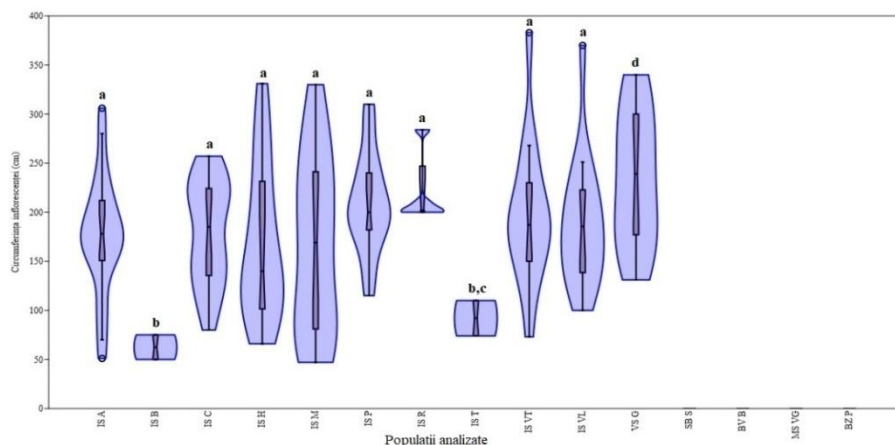


Fig. 2.9 - Concentrația valorilor privind circumferința inflorescenței: punctul din centrul casetei - mediana; lungimea casetei - intervalul interquartil; lungimea liniei care se extinde în afara casetei - intervalul.

2.3.3 Discuții privind caracteristicile populațiilor

Conform literaturii de specialitate (BALL, 1964), înălțimea plantelor de *C. tataria* variază de la 60 cm până la 150 cm, în funcție de sezon și de densitatea populației. În studiul realizat de HEWITSON (2020), s-a arătat că plantele care cresc în condiții de secetă, prezintă valori mici în ceea ce privește numărul de frunze și mărimea frunzelor. Potrivit RIAZ și colab. (2015), un număr mai mare de frunze per plantă se poate datora unei bune

adaptări la mediu, precum și disponibilității concentrației de azot în substratul în creștere.

2.4 Analiza relațiilor dintre caracteristicile populațiilor și variabilele de mediu

2.4.1 Relația dintre înălțimea plantei și variabilele de mediu

Înălțimea plantei (**Fig. 2.10**) scade concomitent cu creșterea acoperirii vegetației și a concentrației de calciu și crește odată cu creșterea concentrației de plumb. Relația dintre înălțimea plantei și tipul de management este pozitivă în pajiștile pășunate și negativă în pajiștile nepășunate.

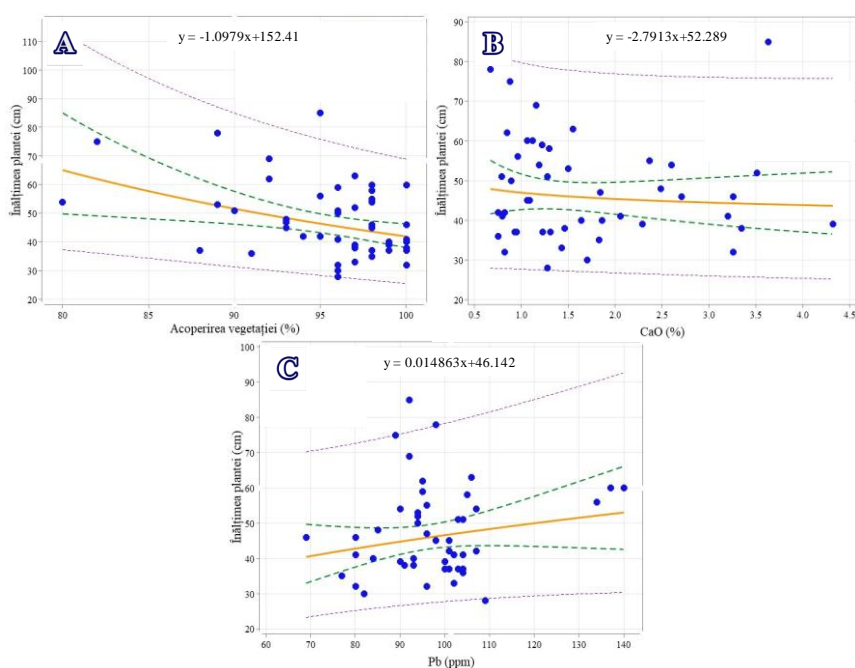


Fig. 2.10 - Relația dintre înălțimea plantei și acoperirea vegetației (A), calciu - Ca (B) și plumb - Pb (C).

2.4.2 Relația dintre numărul de indivizi per suprafața de probă și variabilele de mediu

Relația dintre numărul de indivizi și siliciul este de tip polinomial de gradul II. Astfel, creșterea concentrației de siliciu determină creșterea numărului de indivizi până la valoarea de 24,10 %. Creșterea concentrației de siliciu peste această valoare determină o scădere a numărului de indivizi.

Relațiile dintre numărul de indivizi și pH, acoperirea vegetației și pantă sunt de tip liniar pozitive (Fig. 2.11).

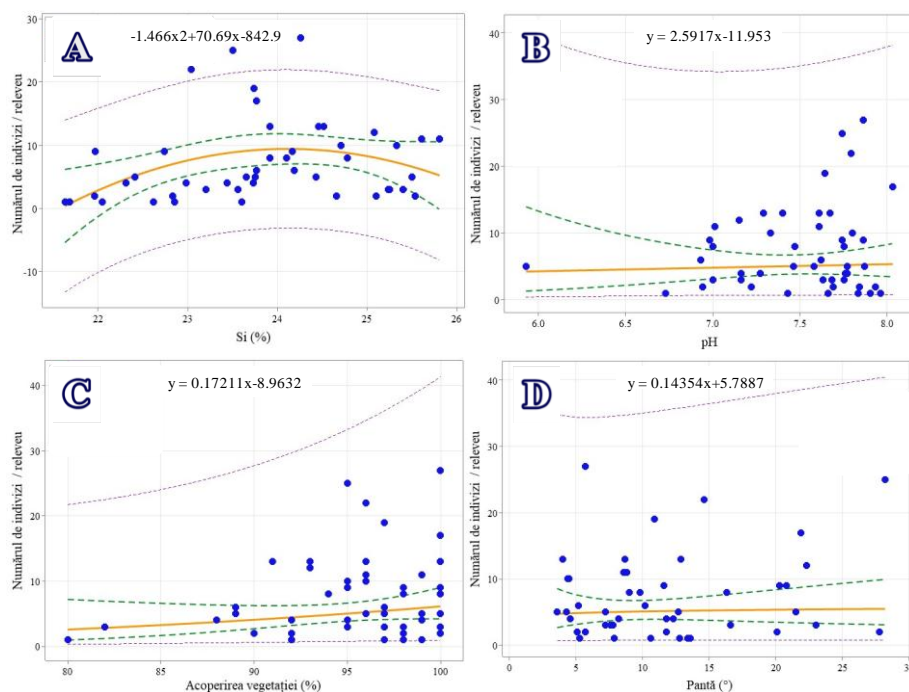


Fig. 2.11 - Relația dintre numărul de indivizi și siliciu - Si (A), pH (B), acoperirea vegetației (C) și pantă (D).

2.4.3 Relația dintre circumferința inflorescenței și variabilele de mediu

Relațiile dintre circumferința inflorescenței și fosfor, temperatura medie anuală, pH și distanța între cea mai apropiată localitate și suprafața de probă sunt de tip liniar pozitive, iar relația dintre circumferința inflorescenței și înălțimea vegetației este de tip liniar negativă (Fig. 2.12).

2.4.4 Relația dintre numărul de frunze per plantă și variabilele de mediu

Relația dintre numărul de frunze și siliciu este de tip polinomial de gradul II. Creșterea concentrației de siliciu determină scăderea numărului de frunze per plantă până la valoarea de 24,70 %. Referitor la relația dintre numărul de frunze și calciu, aceasta este de tip liniar negativă (Fig. 2.13).

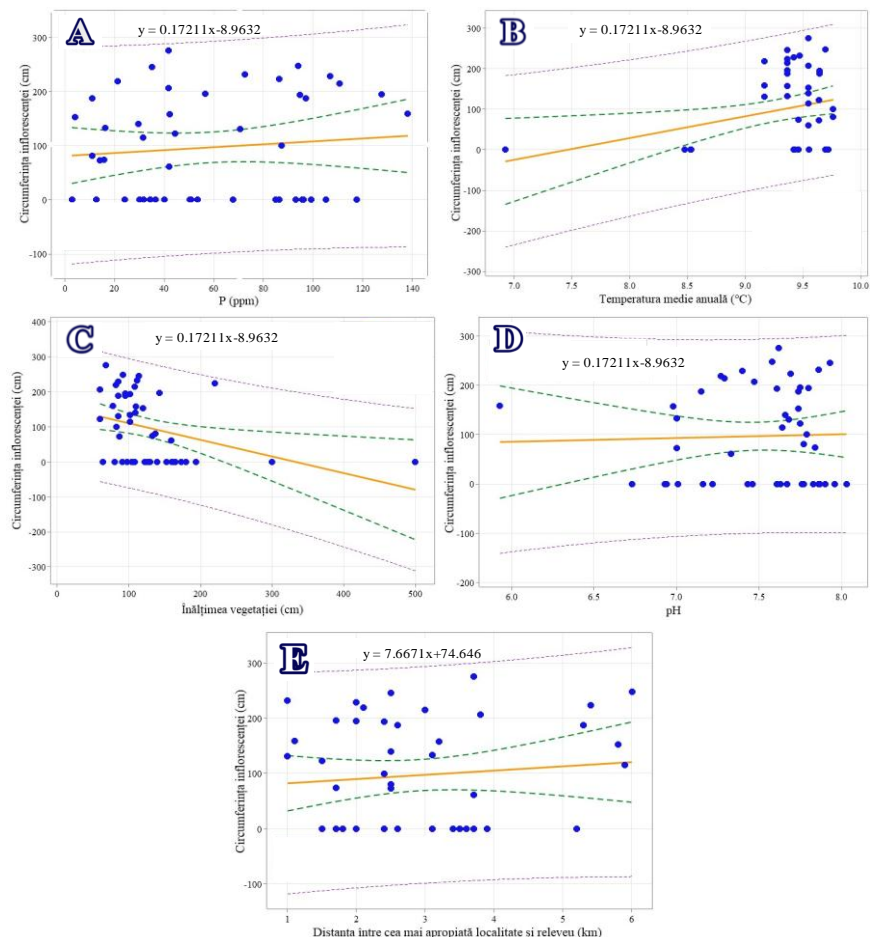


Fig. 2.12 - Relația dintre circumferința inflorescenței și fosfor - P (A), temperatura medie anuală (B), înălțimea vegetației (C), pH (D) și distanța între cea mai apropiată localitate (E).

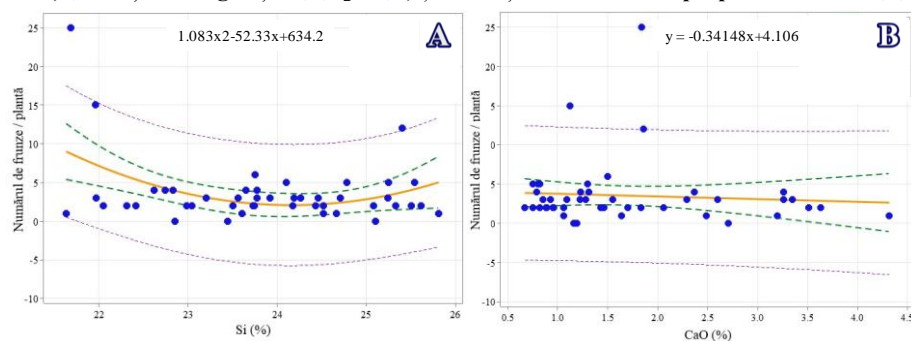


Fig. 2.13 - Relația dintre numărul de frunze și siliciu - Si (A) și calciu - Ca (B).

2.4.5 Relația dintre proporția indivizilor înfloriți și variabilele de mediu

Variația proporției de indivizi înfloriți a fost explicată negativ prin acoperirea și înălțimea vegetației și pozitiv prin temperatura medie anuală (Fig. 2.14).

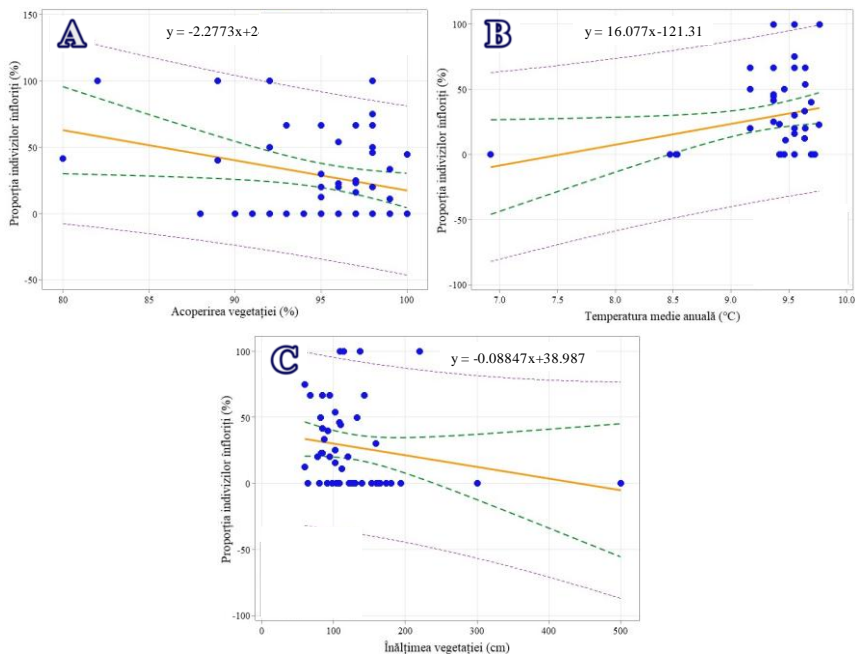


Fig. 2.14 - Relația dintre proporția indivizilor înfloriți și acoperirea vegetației (A), temperatura medie anuală (B) și înălțimea vegetației (C).

2.4.6 Relația dintre mărimea frunzelor și variabilele de mediu

Relația dintre mărimea frunzei și fosfor este de tip linear pozitivă, iar relația dintre mărimea frunzelor și tipul de management este pozitivă în pajiștile nepășunate și negativă în pajiștile pășunate (Fig. 2.15).

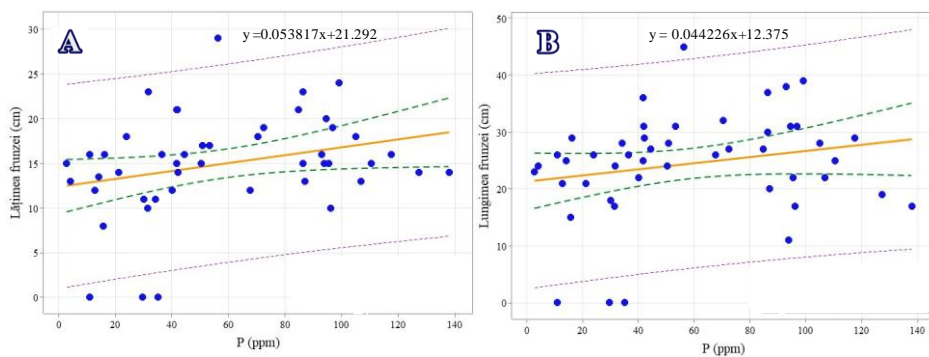


Fig. 2.15 - Relația dintre lungimea frunzei (A), lățimea frunzei (B) și fosfor.

2.4.7 Discuții privind relația dintre caracteristicile populațiilor și variabilele de mediu

2.4.7.1 Relația dintre caracteristicile populațiilor și variabilele chimice ale solului

Deși în literatura de specialitate (HORVÁTH, 2005; PUSHKAROVA și colab., 2016) este menționat că specia *C. tataria* preferă solurile cu un conținut bogat în calciu, s-a arătat că prezența unei concentrații mari de calciu în sol (> 6 %), a avut o influență negativă asupra înălțimii plantelor și a numărului de frunze per plantă. Acest lucru se poate datora interacțiunilor cu alți nutrienți și / sau substanțe chimice dizolvate în soluția solului, dar și scăderii precipitațiilor medii anuale (WHITE și BROADLEY, 2003).

În ceea ce privește concentrația de plumb în sol, creșterea acestuia a dus la creșterea înălțimii plantei, însă nu și în cazul mărimii populației și proporției de indivizi înfloriți, în care plumbul are un efect negativ asupra acestora. SHU și colab. (2014) au arătat că plumbul a avut un efect stimulator asupra înălțimii răsadurilor de *Jatropha curcas* L. Acest efect stimulator are legătură cu efectul hormetic, care prezintă un răspuns pozitiv la expunerea unui nivel scăzut de substanță toxică (JALAL și colab., 2021).

Prezența siliciului într-o concentrație ridicată în solurile din pajiștile analizate se datorează fumului provenit de la arderile de cauciuc, dar și faptului că majoritatea pajiștilor sunt pășunate. Conform MCNAUGHTON și TARRANTS (1983), în solurile din zonele pășunate, siliciul se găsește în concentrații mari. În cazul fosforului, putem indica astfel că, o concentrație mai mică de fosfor în sol ar afecta creșterea mărimii frunzelor și a inflorescenței. Acest efect poate fi explicat de diviziunea și expansiunea celulară (KIM și LI, 2016). Importanța fosforului a fost demonstrată și în studiul realizat de SUGIER și colab. (2019), în care s-a arătat o relație pozitivă între mărimea frunzelor de *Arnica montana* L. și fosfor.

2.4.7.2 *Relația dintre caracteristicile populațiilor și caracteristicile structurale ale comunităților de plante*

Corelația negativă între înălțimea plantei și acoperirea vegetației este explicată de competiția speciilor de plante și umbrirea pajiștilor cu specii lemnoase. Rezultatele obținute corespund cu studiile anterioare (NAGASHIMA și HIKOSAKA, 2011), în cadrul cărora s-a arătat că plantele umbrite furnizează mai puține resurse înălțimii plantelor și mai multe resurse frunzelor. Corelația negativă între proporția de indivizi înfloriți și acoperirea vegetației este explicată de conținutul mare de azot în sol (CHIRILĂ, 2022).

2.4.7.3 *Relația dintre caracteristicile populațiilor și variabilele antropice*

Pajiștile pășunate au prezentat o influență pozitivă asupra înălțimii plantei. Chiar dacă cositul mecanizat a fost rar observat în pajiștile analizate, acesta ar putea avea un impact negativ asupra speciei *C. tataria*. Creșterea mărimii frunzelor și a înălțimii plantei depinde și de concentrația de substanțe nutritive în sol.

2.4.7.4 *Relația dintre caracteristicile populațiilor și variabilele abiotice*

Corelația pozitivă între numărul de indivizi și pantă ar putea fi explicată de ariditate (YANG și colab., 2020). În privința variabilelor bioclimatice, s-a arătat că variația proporției de indivizi înfloriți și a circumferinței inflorescenței a fost explicată cel mai bine de temperatura medie anuală.

2.5 *Analiza cenotică*

2.5.1 *Analiza sintaxonomică*

Fitocenozele asociațiilor identificate sunt încadrate din punct de vedere fitocenologic în clasele *Festuco - Brometea* și *Molinio - Arrhenatheretea*.

2.5.2 Interpretarea analizelor numerice a compoziției floristice

După realizarea dendrogramei, care a rezultat în urma aplicării algoritmului de clustering ierarhic aglomerativ, aceasta a fost tăiată în nouă partiții cu zece clustere (Fig. 2.16), care ulterior au fost analizate cu ajutorul indicilor Rand corectat și Silhouette.

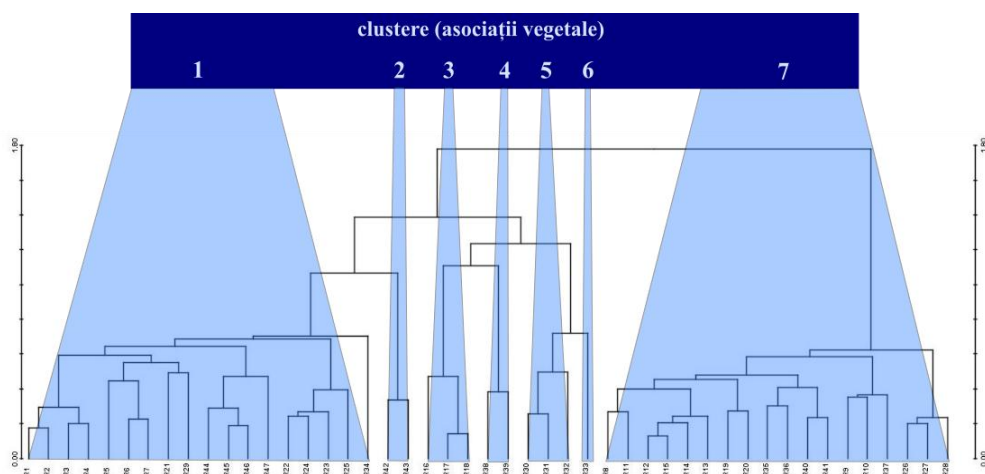


Fig. 2.16 - Dendrograma clusterelor prin aplicarea algoritmului *flexible beta* a releveor fitocenologice din cele 15 localități investigate.

În urma aplicării indicelui Rand corectat, s-a constatat că partițiile 7 și 8 prezintă cea mai mare valoare (0,961), iar în urma calculării indicelui Silhouette, s-a constatat că partiția cu 7 clustere prezintă valoarea maximă (0,31403). Prin urmare, cu ajutorul acestor indici, a fost luată în considerare partiția cu 7 clustere, pentru nivelul sintaxonomic de asociație.

2.5.3 Caracterizarea habitatelor

C. tataria (Foto. 2.1) a fost identificată în două clase de vegetație: clasa *Festuco - Brometea* (pajiști xerofile) și clasa *Molinio - Arrhenatheretea* (pajiști mezofile). Dintre aceste două tipuri de habitat, s-a observat că specia analizată preferă pajiștile xerofile. Aceste pajiști sunt caracterizate de temperaturi medii anuale, concentrații de siliciu, arsen și plumb mai ridicate, respectiv altitudini și precipitații medii anuale mai scăzute comparativ cu

pajiștile mezofile. Acoperirea vegetației a fost, în medie, 95,00 %, iar bogăția speciilor de plante vasculare a fost, în medie, 47 specii per 100 m².

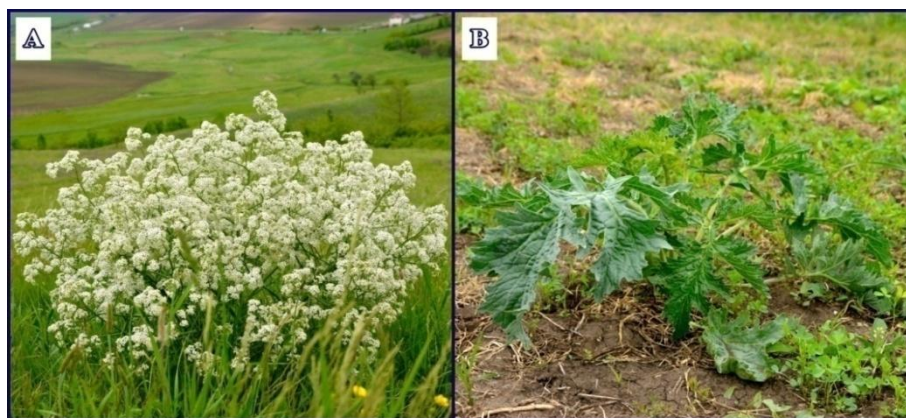


Foto. 2.1 - Exemplare înflorite (A) și vegetative (B) de *C. tataria* (foto original).

Alianțele în care au fost încadrate asociațiile vegetale identificate, au fost următoarele: *Festucion valesiaca* Klika 1931, *Stipion lessingiana* Soó 1947, *Cirsio - Brachypodium pinnati* Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944 și *Arrhenatherion* Koch 1926.

2.5.4 Descrierea asociațiilor vegetale

Clusterul 1: Asociația *Taraxaco serotinae - Festucetum valesiaca* (Burduja et al. 1956, Răvăruf et al. 1956) Sârbu, Coldea et Chifu 1999.

Localizare: Această asociație este răspândită în pajiștile din localitățile Alexandru cel Bun, Bădeni, Ceplenița, Popricani, Reditu, Vulturi, Tăutești (Județul Iași) și Glodeni (Județul Vaslui; **Foto. 2.2**).

Condiții staționale: Fitocenozele de *Festuca valesiaca* Gaudin au fost identificate pe coaste aride, la altitudini cuprinse între 90 m și 244 m, cu înclinări variabile, de la 4 ° până la 22,3 °. Precipitațiile medii anuale au fost cuprinse între 545 mm și 569 mm, iar temperatura medie anuală a prezentat valori de la 9,16 °C până la 9,75 °C.

Structura vegetației: Stratul superior al vegetației a fost reprezentat de speciile *Achillea pannonica* Scheele, *Centaurea orientalis* L. etc., iar stratul

mijlociu a fost format din specii de plante: *Adonis vernalis* L., *Ajuga laxmannii* (Murray) Benth. etc. Speciile de plante de talie mică (20 cm - 25 cm), care formează stratul inferior sunt reprezentate de *Plantago lanceolata* L., *Thymus pannonicus* L. etc.

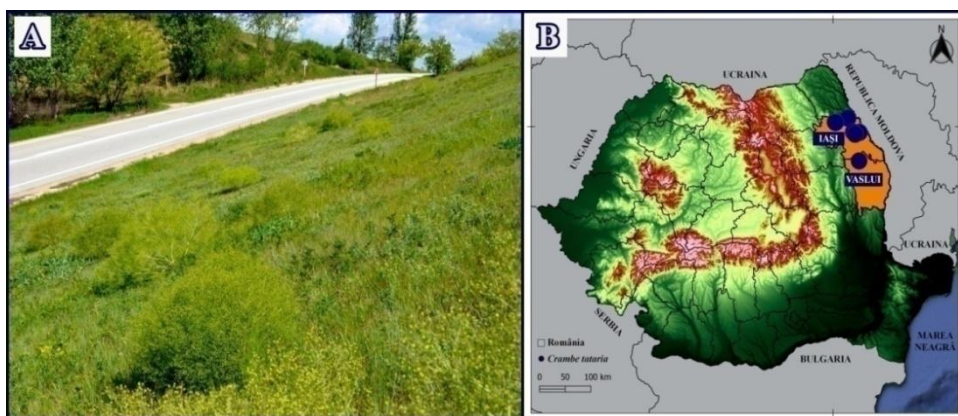


Foto. 2.2 - Asociația *Taraxaco serotinae* - *Festucetum valesiaca* (A) și localizarea asociației (B).

Compoziția floristică și fitocenologică: Caracterul xerofil este ilustrat atât de specia edificatoare *Festuca valesiaca*, cât și de specii încadrate din punct de vedere fitocenologic în alianța *Jurineo arachnoideae* - *Euphorbion stepposae* și ordinul *Festucetalia valesiaca*.

Condiții ecologice: Conform indicilor ecologici, predomină speciile xeromezofile (68,46 %), mezoterme (44,54 %) și slab alcaline (39,63 %). Analiza bioformelor a relevat prezența speciilor hemicriptofite (68,69 %), iar spectrul geoelementelor este dominat de elementele eurasiatice (46,95 %).

Clusterul 2: Asociația *Medicagini minima* - *Festucetum valesiaca* Wagner 1941

Localizare: Fitocenozele de *Festuca valesiaca* au fost identificate pe dealurile înșorite dintre localitățile Bunești și Viscri (Județul Brașov; Foto. 2.3).

Condiții staționale: Asociația analizată este răspândită la altitudini mari (640 m), în care media anuală a precipitațiilor este 606 mm, iar temperatura medie anuală este 6,92 °C. Fitocenozele de *Festuca valesiaca* se dezvoltă pe coaste

însoțite, cu expoziție sud-estică, în care panta prezintă valori cuprinse între $13,6^\circ$ și $21,9^\circ$.

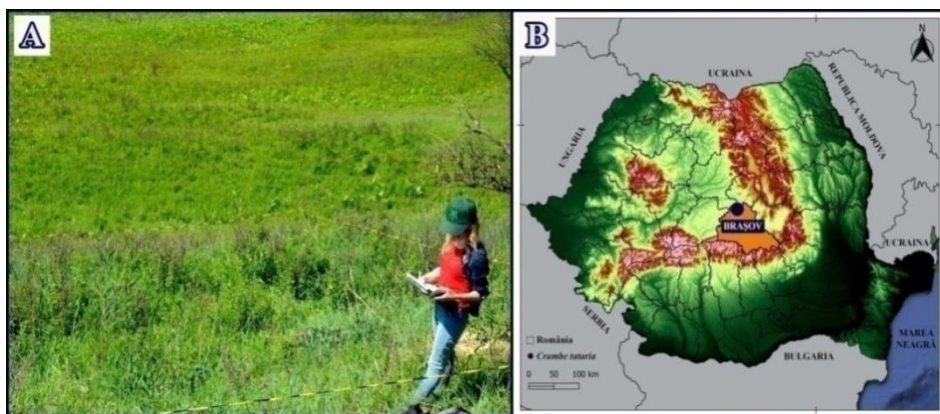


Foto. 2.3 - Asociația *Medicagini minima* - *Festucetum valesiaca* (A) și localizarea asociației (B).

Structura vegetației: Stratul superior al vegetației a fost reprezentat de *Allium scorodoprasum* L. etc., iar stratul mijlociu a fost reprezentat de speciile *Cytisus albus* Hacq., *Festuca valesiaca* etc. În stratul inferior, au fost observate mai puține specii de plante (*Convolvulus arvensis* L. etc.).

Compoziția floristică și fitocenologică: Acoperirea generală realizată de speciile din cadrul fitocenozelor relevate se încadrează în intervalul 98,00 % și 100 %. Din punct de vedere fitocenologic, în compoziția floristică, pe lângă specia edificatoare (*Festuca valesiaca*), se dezvoltă și speciile care aparțin claselor *Festuco - Brometea*, *Quercetea pubescentis* și *Rhamno - Prunetea*.

Condiții ecologice: Diversitatea compoziției floristice se reflectă și în spectrul principalilor indici ecologici în care se evidențiază speciile mezoxerofile (62,16 %), mezoterme (54,05 %) și slab alcaline (43,24 %). Analiza bioformelor a relevat prezența speciilor hemicriptofite (52,63 %), iar spectrul geoelementelor este dominat de elementele europene (45,94 %).

Clusterul 3: Asociația *Thymo pannonici* - *Chrysopogonetum grylli* Doniță et al. 1992

Localizare: Fitocenozele de *Chrysopogon gryllus* au fost identificate în pajiștile din partea de Nord a localității Pâclele (Județul Buzău; Foto. 2.4).

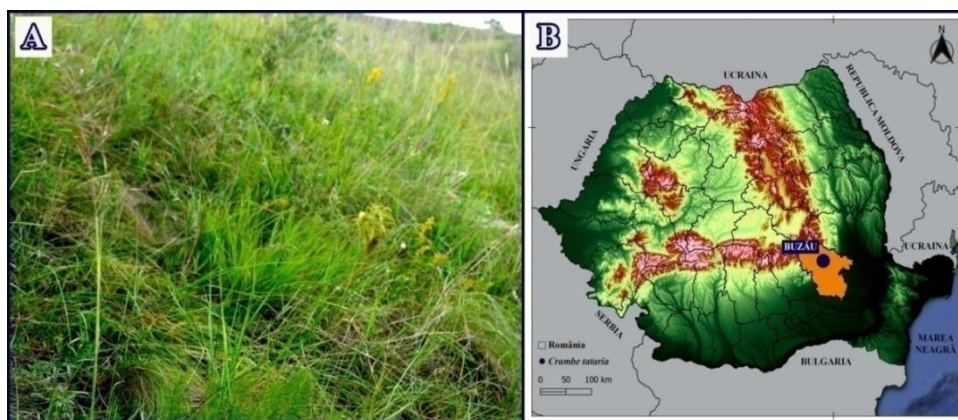


Foto. 2.4 - Asociația *Thymo pannonici - Chrysopogonetus grylli* (A) și localizarea asociației (B).

Condiții staționale: Fitocenozele asociației se găsesc la altitudini cu valori cuprinse între 205 m și 337 m. Precipitațiile medii anuale au prezentat valori cuprinse între 540 mm și 543 mm, iar temperatura medie anuală a fost cuprinsă între 9,69 °C și 9,72 °C. În ceea ce privește relieful, fitocenozele analizate au fost identificate pe coaste cu înclinare moderată, pe versanți însoriți.

Structura vegetației: Speciile *Chrysopogon gryllus*, *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv. etc. formează stratul superior al vegetației, iar stratul inferior al vegetației a fost reprezentat de *Adonis vernalis*, *Carex humilis* etc.

Compoziția floristică și fitocenologică: Acoperirea generală cu vegetație a fost, în medie, 95,66 %. Speciile care se afirmă cantitativ sunt *Chrysopogon gryllus* și *Stipa tirsia*. De asemenea, speciile *Achillea nobilis* L., *Adonis vernalis* etc., se evidențiază prin caracterul constant în relevele realizate. Prin prezența tufărișurilor în proximitatea relevelelor realizate, în localitatea Pâclele, se poate explica prezența unor specii caracteristice claselor *Rhamno - Prunetea* și *Trifolio - Geranietea*.

Condiții ecologice: Analiza indicilor ecologici a relevat predominanța speciilor mezo-xerofile (42,3 %), termofile (35,06 %) și slab-alcaline (41,02 %). Spectrul bioformelor reliefează dominanța hemicriptofitelor (70,37 %),

iar analiza geoelementelor a relevat dominanța elementelor eurasiatice (45,67 %).

Clusterul 4: Asociația *Festuco rupicolae - Brachypodietum pinnati* Mahn 1965

Localizare: Asociația a fost identificată doar în pajiștile din localitatea Valea Glodului (Județul Mureș; **Foto. 2.5**).

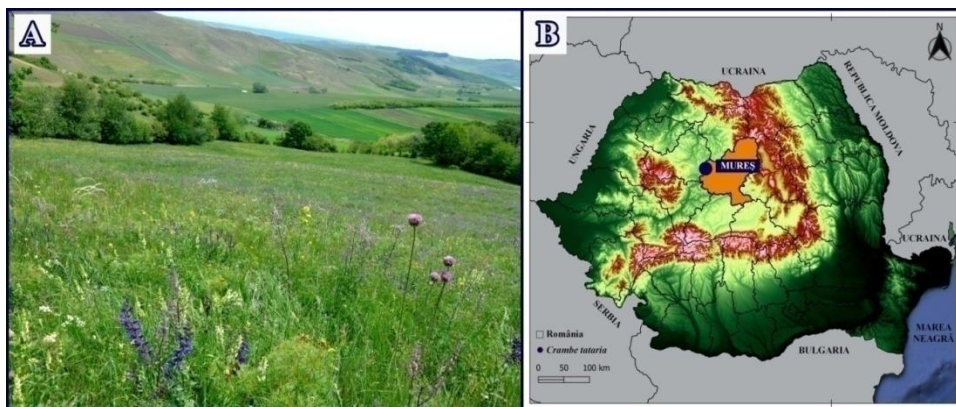


Foto. 2.5 - Asociația *Festuco rupicolae - Brachypodietum pinnati* (A) și localizarea asociației (B).

Condiții staționale: În zona cercetată, ecartul altitudinal a fost cuprins între 472 m și 473 m. De altfel, media anuală a precipitațiilor a fost 615 mm, iar media anuală a temperaturii a fost 8,50 °C. Din punct de vedere al reliefului, asociația analizată preferă versanții cu orientare nord-estică și înclinația pantei cuprinsă între 5,3 ° și 27,8 °.

Structura vegetației: Stratul superior al fitocenozelor analizate a fost reprezentat de *Arrhenatherum elatius*, *Brachypodium pinnatum* etc., iar stratul inferior a fost reprezentat de *Ajuga laxmannii*, *Arabis hirsuta* (L.) Scop. etc.

Compoziția floristică și fitocenologică: În această asociație au fost incluse două relevee și identificate 70 de specii care realizează o acoperire de 100 %. Compoziția floristică este foarte variată și bogată, în care o pondere importantă o au speciile caracteristice alianței *Festucion valesiaca*.

Condiții ecologice: Analiza indicilor ecologici a arătat predominanța speciilor mezo-xerofile (61,76 %), mezoterme (52,94 %) și slab alcaline

(42,64 %). Spectrul bioformelor reliefează predominarea speciilor hemicriptofite (69,56 %), iar spectrul geoelementelor a relevat predominanța speciilor eurasiatice (54,28 %).

Clusterul 5: Asociația *Elytrigietum hispidi* (Dihoru 1970). Popescu et Sanda 1988

Localizare: Fitocenozele reprezentative ale acestei asociații au fost identificate în unele pajiști din localitatea Slimnic (Județul Sibiu; **Foto. 2.6**).

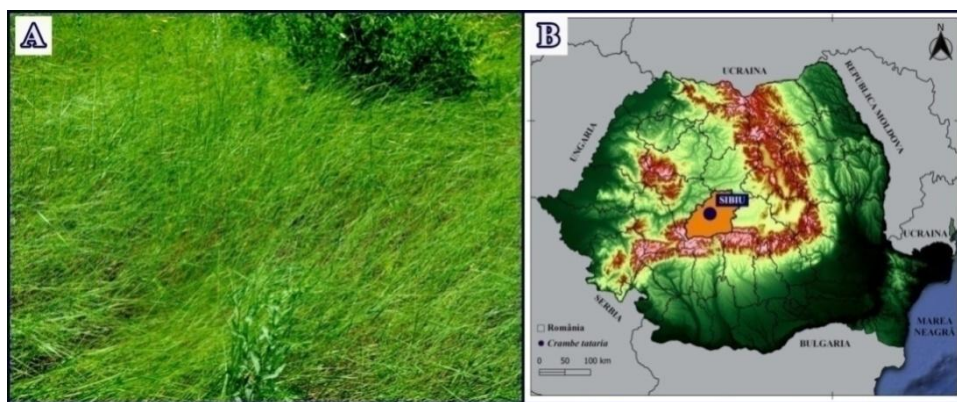


Foto. 2.6 - Asociația *Elytrigietum hispidi* (A) și localizarea asociației (B).

Condiții staționale: Fitocenozele asociației au fost întâlnite la altitudini cuprinse între 481 m și 485 m, în zone cu precipitații medii anuale moderate, care variază între 561 mm și 616 mm și cu temperaturi medii anuale moderate cuprinse între 8,53 °C și 9,45 °C.

Structura vegetației: Speciile din stratul superior au prezentat înălțimi cuprinse între 30 m și 65 m. Cele mai reprezentative specii sunt: *Achillea collina*, *Centaurea scabiosa* L. etc. Stratul inferior este bine individualizat de *Carex humilis*, *Convolvulus arvensis*, *Galium verum* L. etc.

Compoziția floristică și fitocenologică: Fizionomia asociației este ilustrată de *Elytrigia intermedia*, care se remarcă printr-o acoperire ridicată, alături de care vegetează numeroase specii tipice alianței *Festucion valesiaca*e și ordinului *Festucetalia valesiaca*e.

Condiții ecologice: Fitocenozele de *Elytrigia intermedia* sunt caracterizate de prezența, cu frecvențe considerabile a speciilor mezo-xerofile (66,99 %), mezoterme (43,00 %) și slab alcaline (38,23 %). Analiza bioformelor a relevat predominanța speciilor hemicriptofite (60,56 %), iar analizei geoelementelor a relevat predominanța speciilor eurasiatice (56,33 %).

Clusterul 6: Asociația *Arrhenatheretum elatioris* Br.-Bl. ex Scherrer 1925

Localizare: Fitocenozele asociației analizate au fost identificate pe dealul Zackel, în localitatea Slimnic (Județul Sibiu; **Foto. 2.7**).

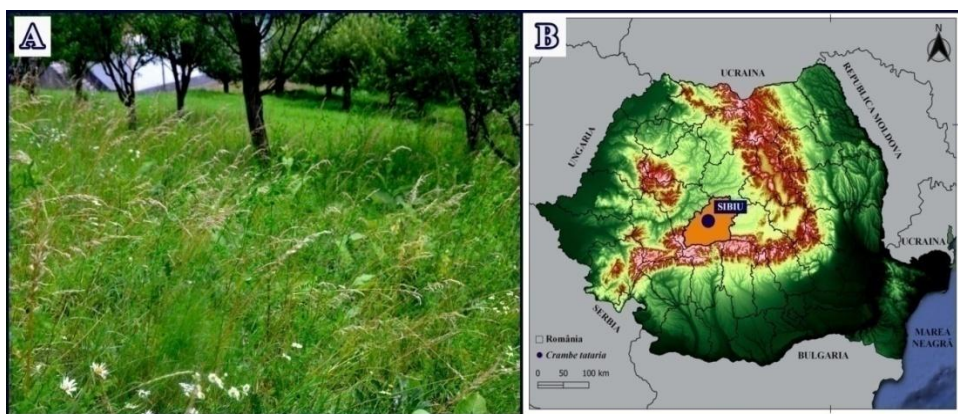


Foto. 2.7 - Asociația *Arrhenatheretum elatioris* (A) și localizarea asociației (B).

Condiții staționale: În cadrul asociației vegetale analizate, predomină versanții nord-estici, în care panta este ușor înclinată (11,8 °). De asemenea, această asociație a fost identificată la altitudini de 485 m.

Structura vegetației: Stratul superior al vegetației analizate este reprezentat de *Brachypodium pinnatum* etc., iar stratul inferior este reprezentat de speciile *Carex humilis*, *Convolvulus arvensis* etc.

Compoziția floristică și fitocenologică: Compoziția floristică este bogată în specii, între care se remarcă un nucleu semnificativ de specii caracteristice alianței *Festucion valesiacaе*, ordinului *Festucetalia valesiacaе* și clasei *Festuco - Brometea*.

Condiții ecologice: Analiza ecologică a relevat predominanța speciilor mezo-xerofile (65,51 %), mezoterme (58,62 %) și euriacidofile (31,03 %). Spectrul bioformelor este dominat de speciile hemicriptofite (58,62 %), iar spectrul geoelementelor a relevat predominanța speciilor eurasiatice (62,06 %).

Clusterul 7: Asociația *Jurineo arachnoideae - Stipetum lessingianae* (Dobrescu 1974) Chifu, Mânzu et Zamfirescu 2006.

Localizare: Asociația analizată a fost identificată în pajiștile din localitățile Horlești, Miroslava, Popricani, Reditu, Tăutești și Vânători (Județul Iași; **Foto. 2.8**).

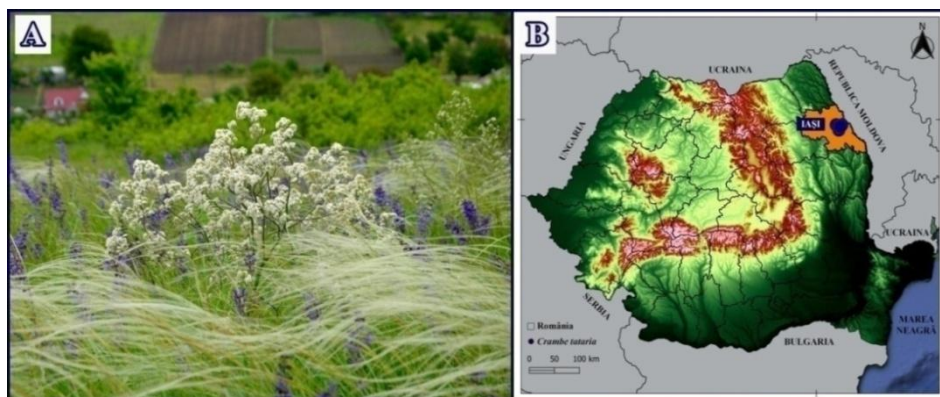


Foto. 2.8 - Asociația *Jurineo arachnoideae - Stipetum lessingianae* (A) și localizarea asociației (B).

Condiții staționale: Asociația a fost identificată la altitudini cu valori cuprinse între 149 m și 196 m, în care media precipitațiilor anuale a fost 564 mm, iar media temperaturii anuale a fost cuprinsă între 9,36 °C și 9,76 °C.

Structura vegetației: Stratul superior al vegetației a fost reprezentat de *Phragmites australis* etc. Speciile de talie mică sunt reprezentate de *Fragaria viridis* Weston, *Polygala major* Jacq. etc., care constituie stratul inferior al vegetației.

Compoziția floristică și fitocenologică: Compoziția floristică este bogată, realizând o acoperire a vegetației de 95,44 %. Au fost identificate numeroase specii caracteristice alianței *Stipion lessingianae* și ordinului *Festucetalia valesiaca* care formează fondul cenotic principal al asociației analizate.

Condiții ecologice: Analiza indicilor ecologici a arătat predominanța speciilor mezo-xerofile (70,00 %), termofile (43,92 %) și slab alcaline (43,51 %). Analiza bioformelor reliefează dominanța hemicriptofitelor (60,57 %), iar în privința geoelementelor, predomină elementele eurasiatice (41,34 %).

2.6 Analiza relațiilor dintre compoziția floristică și variabilele de mediu

2.6.1 Analiza destinată a corespondențelor (DCA)

În cadrul analizei destinate a corespondențelor (DCA), pot fi observate spațial poziția celor 47 de relevee, ordonate în funcție de similaritatea compoziției floristice de-a lungul axelor ordinogramei (Fig. 2.17).

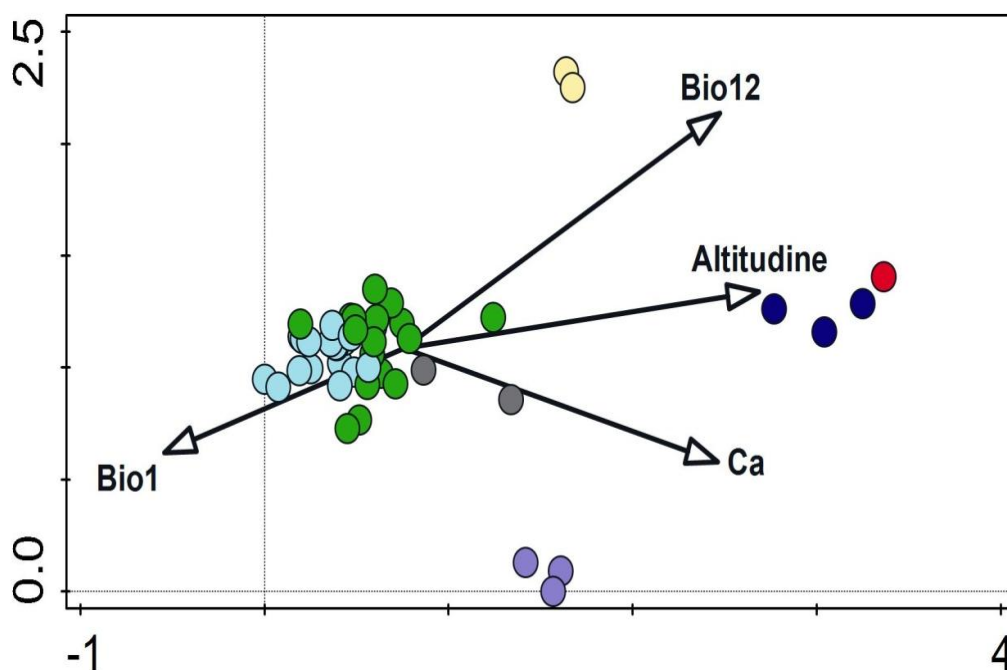


Fig. 2.17 - Ordonarea DCA a celor 47 de relevee: albastru deschis = asociația *Taraxaco serotinae* - *Festucetum valesiaca*, galben = asociația *Medicagini minima* - *Festucetum valesiaca*, mov = asociația *Thymo pannonicum* - *Chrysopogonetum grylli*, gri = asociația *Festuco rupicola* - *Brachypodietum pinnati*, verde deschis = asociația *Elytrigietum hispida*, roșu = asociația *Arrhenatheretum elatioris*, albastru închis = asociația *Jurineo arachnoideae* - *Stipetum lessingiana*. Ca (calciul), BIO1 (temperatura medie anuală) și BIO12 (precipitații medii anuale).

În urma analizei destinse a corespondențelor (DCA), s-a constatat că DCA 1 a fost considerată cea mai importantă axă (**Tabelul 2.1**).

Tabelul 2.1

Sumarul analizei destinse a corespondențelor realizată pe cele 47 de suprafețe de probă.

| | DCA 1 | DCA 2 | DCA 3 | DCA 4 |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Eigenvalue</i> | 0,4658 | 0,216 | 0,1576 | 0,092 |
| Variația explicată (cumulativă) | 17,05 | 24,95 | 30,72 | 34,08 |
| Lungimea gradientului | 3,36 | 2,32 | 2,87 | 1,97 |
| Corelația pseudo-canonice | 0,9685 | 0,9484 | 0,6903 | 0,9103 |

2.6.2 Analiza canonică a corespondențelor (CCA)

Analiza canonică a corespondențelor a evidențiat că cele mai importante variabile care au explicat semnificativ variația compoziției floristice au fost media precipitațiilor anuale (BIO12) și altitudinea (**Tabelul 2.2**).

Tabelul 2.2

Rezultatele CCA care evidențiază efectul variabilelor abiotice / biotice / antropice asupra compoziției floristice a comunităților cu *C. tatarica* investigate.

| Variabile | Explică % | Contribuția % | pseudo-F | Valoarea p | Valoarea p ajustată |
|---------------------------|-----------|---------------|----------|------------|---------------------|
| Precipitații medii anuale | 10,5 | 15,2 | 5,3 | 0,0001 | 0,0026 |
| Altitudine | 6,5 | 9,4 | 3,4 | 0,0002 | 0,0052 |
| Temperatura medie anuală | 6,9 | 10,1 | 3,9 | 0,0002 | 0,0052 |
| Calciul | 4,5 | 6,5 | 2,6 | 0,0002 | 0,0052 |
| Tip de management | 3,3 | 4,9 | 2 | 0,0317 | 0,8242 |

2.6.3 Relația dintre compoziția floristică și variabilele de mediu

Prima axă DCA a fost corelată pozitiv cu precipitațiile medii anuale (BIO12), altitudinea și concentrația de calciu, și negativ cu temperatura medie anuală (BIO1). În acest context, se poate observa o separare între comunitățile xerofile de *Taraxaco serotinae* - *Festucetum valesiacaе*, care sunt caracterizate de altitudini (169 m) și precipitații medii anuale scăzute (558 mm), pante moderate (11 °), temperaturi medii anuale ridicate (9,4 °C) și bogate în numărul de specii (39 specii per 100 m²), comparativ cu comunitățile mezofile de *Arrhenatheretum elatioris*.

- *Precipitații medii anuale*

Precipitațiile medii anuale (BIO12) a fost cea mai importantă variabilă care a explicat 10,5 % din variația compoziției floristice. Creșterea cantității de precipitații determină schimbarea compoziției floristice a fitocenozelor analizate, de la pajiști edificate de *Stipa lessingiana* etc. ce se dezvoltă pe terenuri mai aride la pajiști edificate de *Arrhenatherum elatius* pe terenuri cu umiditate mai ridicată.

- *Altitudinea*

A doua variabilă a fost altitudinea, care a explicat 6,5 % din variația compoziției floristice. Ecartul altitudinal a variat de la 90 m, în comunități xerofile de *Taraxaco serotinae - Festucetum valesiacaе*, la altitudini de 485 m, în comunități mezofile de *Arrhenatheretum elatioris*.

- *Temperatura medie anuală*

Temperatura medie anuală (BIO1) a explicat 6,9 % din variația compoziției floristice. Valorile cele mai ridicate ale temperaturii au fost înregistrate în comunitățile de *Thymo pannonici - Chrysopogonetum grylli* (9,70 °C), iar valorile cele mai scăzute au fost înregistrate în comunitățile de *Medicagini minimaе - Festucetum valesiacaе* (6,92 °C).

- *Calciul*

Concentrația de calciu a explicat 4,5 % din variația compoziției floristice. În acest context, cele mai mici valori au fost observate în cadrul asociației *Festuco rupicolaе - Brachypodietum pinnati* (1,09 %), iar cele mai mari valori au fost înregistrate în asociația *Elytrigietum hispidi* (3,76 %).

2.6.4 Discuții privind habitatele speciei

C. tataria crește într-o varietate limitată de comunități de plante. Astfel că, în regiunile investigate (Moldova, Muntenia și Transilvania), tipurile de habitat în care a fost observată specia *C. tataria* sunt similare cu

cele descrise în literatură (BĂDĂRĂU, 2001; DONIȚĂ și colab., 2005; GAFTA și MOUNTFORD, 2008; KELL, 2011).

În cadrul acestui studiu, s-a arătat că specia *C. tataria* crește în două tipuri de habitate, și anume: pajiști xerofile și pajiști mezofile. Dintre aceste habitate, rezultatele studiului au indicat că pajiștile xerofile sunt habitatul preferat al speciei analizate.

2.7 Investigații asupra micromorfologiei suprafețelor foliare

2.7.1 Epiderma inferioară a limbului foliar

În lungul nervurilor se observă prezența unor rari peri tectori pluricelulari sau unicelulari, uniseriați. Perii tectori și ceara epicuticulară coexistă; perii tectori sunt foarte rari și prezenți pe alocuri doar pe nervuri. La majoritatea probelor, syntopismul este prezent.

2.7.2 Epiderma superioară a limbului foliar

Internervural se observă prezența unor rari peri tectori unicelulari, lungi. Pe alocuri se identifică prezența unor peri secretori cu glanda bicelulară expusă prin deteriorarea cuticulei. Syntopismul este prezent. Perii tectori și ceara epicuticulară coexistă; perii tectori sunt foarte rari și prezenți pe alocuri.

2.8 Diversitatea și structura genetică a speciei *C. tataria*

2.8.1 Extracția ADN-ului

Concentrațiile extractelor de ADN au prezentat valori cuprinse între 14 $\mu\text{g} / \text{mL}$ și 144,9 $\mu\text{g} / \text{mL}$, iar puritatea probelor de ADN, măsurată ca A260 / A280, a fost cuprinsă între 1,52 și 2,07.

2.8.2 Amplificarea ADN-ului

În urma testării a 43 de primeri UBC, amplificarea și reproductibilitatea fragmentelor polimorfe de *C. tataria* a fost realizată doar de cinci primeri ISSR (UBC nr. 814, 823, 828, 854 și 891). Acești primeri au generat 67 de benzi polimorfe, în proporție de 100 %.

2.8.3 Parametrii diversității genetice

Ponderea medie de benzi polimorfice a fost 45,67 %. Valoarea medie pentru heterozigoția așteptată (H_e), a fost 0,169, ce relevă o tendință de homozigotare, cea mai mare probabilitate pentru loci heterozigoți fiind evidențiată pentru localitatea Vulturi cu o valoarea $H_e = 0,283$. Indicele lui Shannon (H) a fost calculat la valoarea de 0,251, ce indică un grad moderat de diversitate, iar distanța genetică Nei (d) a însumat 0,196, ceea ce sugerează o tendință către uniformizare și un grad redus al diferențierii genetice.

2.8.4 Analiza dendrogramei

Pe baza distanțelor genetice a fost generată o dendrogramă UPGMA, care evidențiază grupuri distincte de probe din diferitele localități de recoltare, astfel:

Clusterul 1 a inclus probe din regiunea de Nord - Est a României: localitatea Miroslava (P1, P2, P3 și P4), localitatea Rediu (P5, P6, P7 și P8) și localitatea Vulturi (P9, P10, P11 și P12). În acest grup sunt prezente două mari subgrupuri, care evidențiază un schimb de material genetic între populațiile din localitățile Rediu și Vulturi, și o diferențiere mai timpurie a probelor din localitatea Miroslava (**Fig. 2.18**).

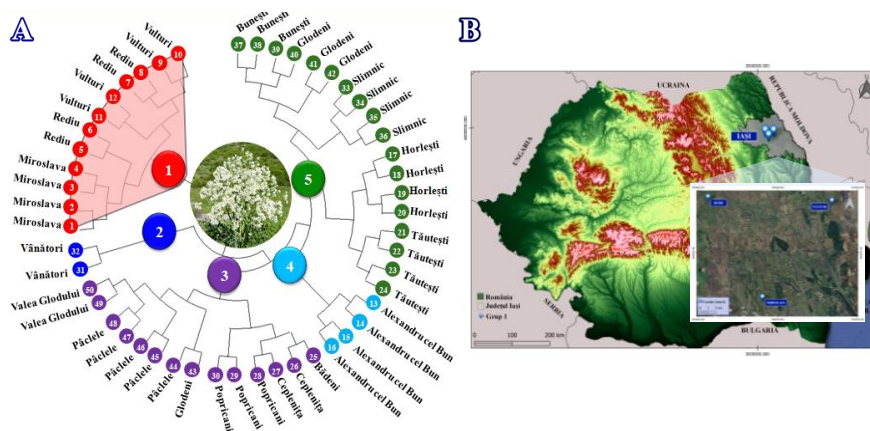


Fig. 2.18 - Clusterul 1: dendrograma (A) și localități de recoltare (B).

Clusterul 2 a inclus probe de la Vânători (P31 și P32), fapt care indică un grad ridicat de diferențiere față de restul probelor din Județul Iași. Acest grup a fost caracterizat de cele mai scăzute valori privind indicii de diversitate genetică (Fig. 2.19).

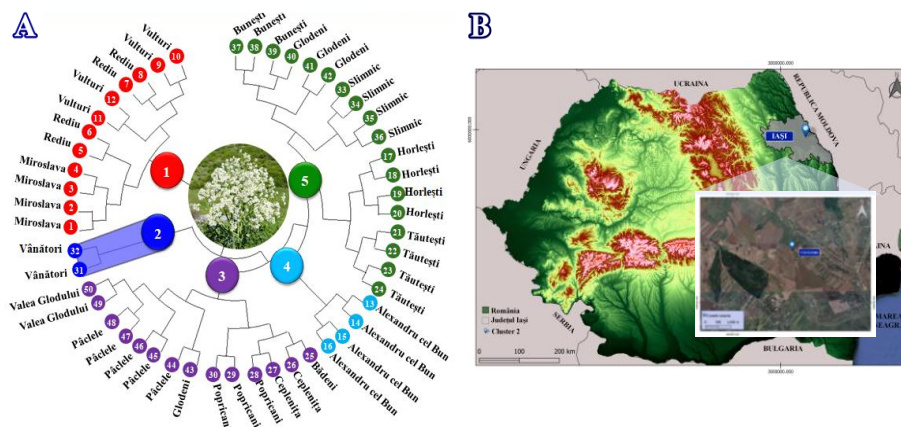


Fig. 2.19 - Clusterul 2: dendrograma (A) și localitate de recoltare (B).

Clusterul 3 (Fig. 2.20) include probe asociate în propriul subgrup din localitățile Bădeni (P25), Ceplenița (P26 și P27) și Popricani (P28, P29 și P30) din județul Iași; al doilea subgrup include probe din localitatea Pâclele (P44, P45, P46, P47 și P48) din județul Buzău, probe din localitatea Valea Glodului (P49 și P50) din județul Mureș și o probă din localitatea Glodeni (P43), din județul Vaslui.

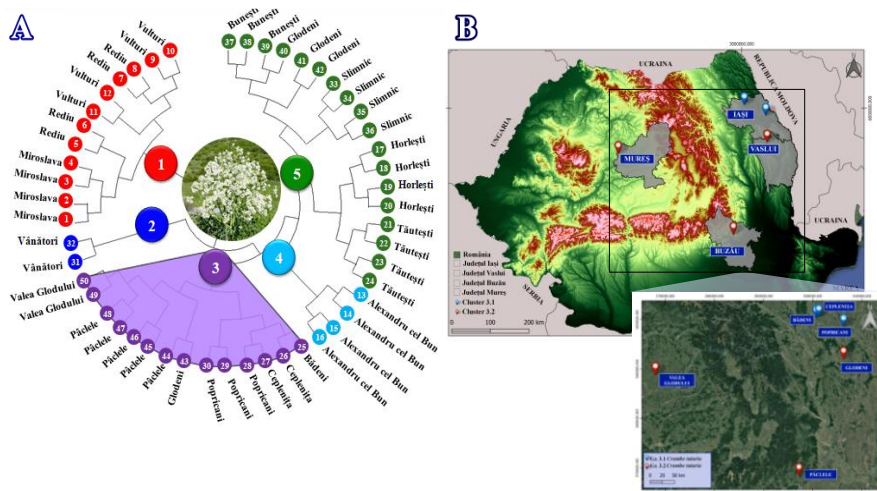


Fig. 2.20 - Clusterul 3: dendrograma (A) și localități de recoltare (B).

Clusterul 4 cuprinde probe doar din regiunea de Nord - Est a României - Moldova: localitatea Alexandru cel Bun din județul Iași (P15, P16, P17 și P18), grupate individual, dar cu similaritate față de probele din clusterul 5 (Fig. 2.21).

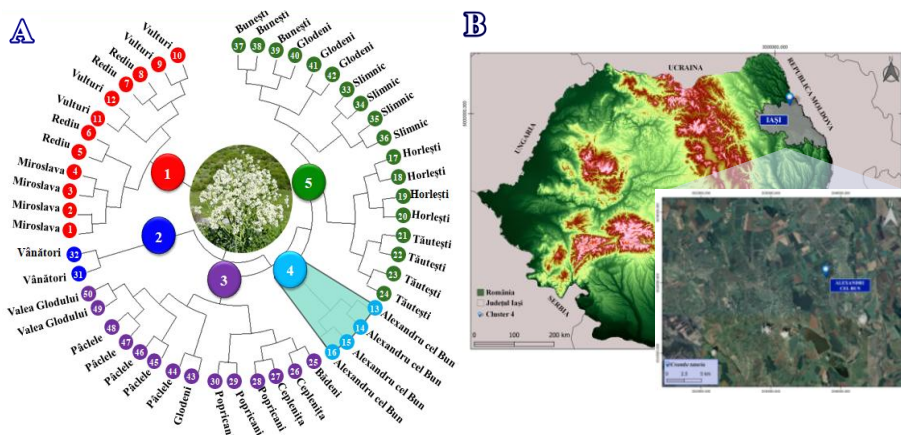


Fig. 2.21 - Clusterul 4: dendrograma (A) și localitate de recoltare (B).

Clusterul 5 a fost separat în două grupuri: în grupul 5.1 sunt incluse probele din regiunea Moldovei - localitățile Horlești (P17, P18, P19 și P20) și Tăutești (P21, P22, P23 și P24). Grupul 5.2 include probele din regiunea Transilvaniei - localitățile Slimnic (P33, P34, P35 și P36), din județul Sibiu, Bunești (P37, P38 și P39), din județul Brașov și din regiunea Moldovei - localitatea Glodeni (P40, P41, P42 și P43), din județul Vaslui (Fig. 2.22).

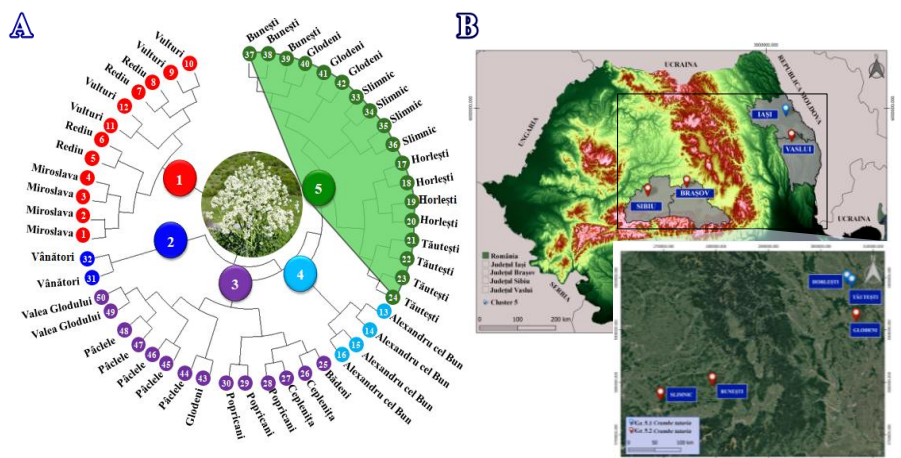


Fig. 2.22 - Clusterul 5: dendrograma (A) și localități de recoltare (B).

2.8.5 Discuții privind diversitatea și structura genetică

2.8.5.1 Diversitatea genetică

În acest studiu, variația inter- și intra-populațională a speciei *C. tataria* în România, a fost evaluată cu ajutorul markerilor ISSR (secvențe inter-simple repetitive). Astfel, tehnica ISSR-PCR, utilizată pentru cunoașterea diversității, structurii și diferențierii genetice a populațiilor de *C. tataria* s-a dovedit a fi o metodă fiabilă.

În comparație cu populațiile mari, populațiile mici dețin o diversitate genetică mai mică, din cauza driftului genetic și a consangvinizării (WU și colab., 2015). Acest studiu a arătat că, deși specia *C. tataria* este considerată o specie amenințată, nivelul de diversitate genetică a fost moderat (PBP = 45,67 %; $H_e = 0,169$; $I = 0,251$). Polimorfismul genetic moderat se datorează primerilor care au generat benzi 100 % polimorfice. În comparație cu alte specii, procentul de benzi polimorfice în cazul probelor de *C. tataria* a fost mai mic decât la *Brassica napus* L. - 87 % (ABDELMIGID, 2012) sau *Draba dorneri* Heuff. - 78.94 % (CATANĂ și colab., 2013).

2.8.5.2 Evenimente de colonizare

Distribuția speciilor de plante în Europa a fost limitată la refugii glaciare, precum și la recolonizarea ulterioară a latitudinilor ridicate în perioadele mai calde, din cauza ciclurilor repetate de glaciațiuni ce au avut loc începând cu Pleistocenul târziu (THOMPSON, 1999). În prezent, originea multor specii ale genului *Crambe* este de tip post-pliocenic (FRANCISCO-ORTEGA și colab., 1999).

2.8.5.3 Estimarea stării de conservare

Evaluarea populațiilor de *C. tataria*, în România, s-a realizat în funcție de caracteristicile ecologice, cum ar fi: tipurile de habitate, preferințele edafice, dar și de caracteristicile populaționale, și anume:

dimensiunea, densitatea și structura populației. În general, dimensiunea populației este cel mai utilizat indicator privind estimarea stării de conservare.

2.9 Elaborarea unor strategii de conservare

2.9.1 Măsurile de conservare *in situ*

Populațiile de *C. tataria* au prezentat o diversitate genetică moderată și condiții de mediu parțial favorabile. Astfel, pe baza datelor ecologice și genetice ale populațiilor investigate de *C. tataria*, se poate admite că principalele cauze ale punerii în pericol a speciei analizate sunt degradarea și fragmentarea habitatelor. Prin urmare, populațiile de *C. tataria* ar putea fi stabilizate printr-o serie de măsuri de conservare *in situ*, cum ar fi: pășunatul prin rotație, controlul sau eliminarea speciilor de arbuști, stabilirea unei zone tampon, cositul manual, controlul speciilor invazive, informarea autorităților, informarea și promovarea protecției habitatelor și speciei etc.

2.9.2 Măsurile de conservare *ex situ*

Vor fi stabilite unele măsuri de conservare *ex situ* (protocol de stocare, bănci de semințe, grădini botanice) care să fie înlesnite de măsuri quasi *in situ* (colecții în teren). De asemenea, conservarea *ex situ* este importantă pentru a sprijini restabilirea populațiilor sălbatice.

2.9.3 Măsurile legislative

În cazul măsurilor legislative, menționăm:

- extinderea unor arii protejate;
- desemnarea unei zone ca arie naturală protejată.

CONCLUZII PARȚIALE

Cercetările de teren desfășurate în vederea actualizării distribuției speciei *C. tataria*, au dus la verificarea a 81 de populații, dintre care, au fost confirmate doar 21 de populații. Acestea sunt distribuite în proximitatea localităților din județele Alba, Brașov, Buzău, Cluj, Iași, Mureș, Sibiu și Vaslui.

Principalii factori limitativi care determină degradarea habitatului speciei, precum și scăderea mărimii și numărului de populații de *C. tataria* din pajiști, la nivel național, sunt: distrugerea locului de creștere, intensificarea agriculturii, suprapășunatul și incendiile.

Analiza microscopiei electronice de baleiaj a evidențiat că limbul foliar este amfistomatic, iar stomatele sunt de tip anizocitic, fiind prezente în ambele epiderme. Internervural s-a observat prezența unor rari peri tectori unicelulari, lungi și prezența cerii epicuticulară.

Valorile înregistrate ale elementelor chimice au arătat că specia *C. tataria* preferă solurile cu un pH slab alcalin, cu un conținut bogat în macronutrienți de ordin primar (azot, fosfor și potasiu) și secundar (calciu), precum și un conținut sărac în carbon organic total. Totodată, evaluarea conținutului de metale grele în sol (arsen și plumb) variază între populațiile analizate, în funcție de poziționarea zonelor studiate. În acest caz, au fost înregistrate depășiri ale valorilor normale atât pentru arsen, cât și pentru plumb. În mod similar, valorile aferente proporției de siliciu în sol sunt, de asemenea, foarte ridicate. În ceea ce privește conținutul de aluminiu, fier, magneziu, oxigen și sodiu, au fost înregistrate valori scăzute.

În prezent, mărimea populațiilor de *C. tataria* este în scădere, comparativ cu datele din ultimele două decenii, prezentate în literatură. În schimb, compararea datelor din 2021 cu cele din anul 2019, arată că mărimea populațiilor și subpopulațiilor analizate a înregistrat o creștere a numărului de indivizi.

Ponderea indivizilor aflați în stare vegetativă a depășit ponderea indivizilor aflați în stare de anteză. Starea de conservare a populației poate fi considerată nefavorabilă în majoritatea populațiilor identificate, influențele antropice (pășunatul cu ovine) fiind mari, ca urmare a prezenței stânelor și a creșterii animalelor în aceste zone.

Caracteristicile analizate ale populațiilor investigate indică o stare bună pentru populațiile din Moldova și unele populații din Transilvania, pe baza tipului de management. Totuși, au fost identificate trei populații care, în prezent, sunt în scădere. Habitatele în care cresc aceste populații sunt bogate în azot și potasiu.

Din punct de vedere fitocenologic, au fost identificate șapte asociații vegetale, în care crește specia *C. tataria*: *Arrhenatheretum elatioris*, *Elytrigietum hispidi*, *Festuco rupicolae - Brachypodietum pinnati*, *Jurineo arachnoideae - Stipetum lessingianae*, *Medicagini minimae - Festucetum valesiaca*, *Taraxaco serotinae - Festucetum valesiaca* și *Thymo pannonici - Chrysopogonetum grylli*.

C. tataria vegetează într-o varietate limitată de habitate, formate din specii de plante caracteristice claselor de vegetație *Festuco - Brometea* și *Molinio - Arrhenatheretea* și alianței *Festucion valesiaca* sau tranziții între comunitățile dintre alianțele *Cirsio - Brachypodion pinnati* și *Festucion valesiaca*.

Analiza destinsă a corespondențelor (DCA) a arătat că compoziția floristică se modifică de-a lungul unor gradienti de precipitații, altitudine și calciu, iar analiza canonică a corespondențelor (CCA) a indicat că variația compoziției floristice este controlată de climă, în special de precipitații medii anuale (BIO12).

Evaluarea variabilității genetice la nivel intra și inter-populațional a unor populații aparținând speciei *C. tataria*, a arătat că populațiile analizate mențin o diversitate genetică relativ moderată.

CONCLUZII GENERALE

În cadrul acestei teze s-a urmărit identificarea condițiilor eco-cenotice și structurii genetice a speciei *C. tataria*, precum și stabilirea unor măsuri de protecție a acesteia. Astfel, prin dezbateră teoretică și practică a obiectivelor realizate, au fost reliefate următoarele concluzii:

Actualizarea datelor privind distribuția speciei *C. tataria* în România a condus la identificarea a 21 de populații răspândite în unele localități din Moldova, Muntenia și Transilvania. Rezultatele au indicat că distribuția populațiilor de *C. tataria* este neuniformă, iar repartizarea acestora pe localități este limitată de starea actuală a fitocenozelor, de caracteristicile climatice, precum și de impactul factorilor antropici.

Majoritatea populațiilor de *C. tataria* vegetează în habitate relativ fragmentate. În acest context, factorii antropici cu efecte negative atât asupra habitatului, cât și asupra mărimii populațiilor de *C. tataria* sunt suprapășunatul și convertirea pajiștilor în terenuri agricole.

Analiza chimică a probelor de sol a evidențiat concentrații sărace în carbon organic total și bogate în nutrienți și metale grele. Astfel, valorile obținute pentru cele 14 analize chimice prezintă diferențe ușor semnificative, în cazul probelor prelevate din cele 15 localități. În privința pH-ului solului, specia *C. tataria* preferă solurile slab alcaline.

La indivizii populațiilor de la Glodeni, Bădeni, Tăutești și Slimnic au fost înregistrate cele mai mari valori, iar exemplarele analizate, din cadrul populațiilor de la Vulturi și Popricani au prezentat cele mai mici valori.

Proporția de indivizi înfloriți a fost mai scăzută comparativ cu proporția de indivizi vegetativi. Astfel că, cei mai mulți indivizi înfloriți au fost observați doar în populațiile de la Miroslava și Horlești. În privința mărimii populației, aceasta a prezentat o ușoară creștere de-a lungul celor trei ani de studiu. Cei mai mulți indivizi au fost înregistrați în populațiile de la Miroslava (Județul Iași) și Glodeni (Județul Vaslui).

Parametrii demografici (mărimea populației și proporția de indivizi înfloriți) sunt influențați, în principal, de caracteristicile structurale ale comunităților de plante (înălțimea și acoperirea vegetației). Rezultatele au arătat că variabilele chimice ale solului sunt cei mai buni predictorii ai parametrilor morfologici.

Prin analiza eco-cenotică s-a arătat că specia *C. tataria* vegetează într-o varietate limitată de comunități de plante, caracteristice pajiștilor xerofile (clasa *Festuco - Brometea*), împreună cu multe specii transgresive prezente în pajiștile mezofile (clasa *Molinio - Arrhenatheretea*). Dintre aceste două tipuri de pajiști, habitatul optim al speciei îl reprezintă pajiștile xerofile.

Rezultatele obținute au arătat în cazul epidermelor inferioare și superioare a suprafeței foliare de la *C. tataria*, prezența unor peritectori unicelulari, lungi și peritectori pluricelulari, cu bază pluricelulară masivă, în lungul nervurilor; syntopismul este prezent sau absent; stomatele sunt prezente, de tip anizocitic; peritectorii și ceara epicuticulară coexistă; iar limbul foliar este amfistomatic. În cazul epidermei superioare, peritectorii sunt absenți sau sunt extrem de rari și prezenți internervural. La probele de la Reditu, Tăutești, Vânători și Vulturi (Județul Iași), lipsesc peritectorii, iar ceara epicuticulară este slab reprezentată.

Prin analiza genetică s-a arătat că populațiile de *C. tataria* mențin niveluri moderate de variabilitate genetică la nivel intrapopulațional și niveluri scăzute de diferențiere genetică la nivel interpopulațional. Totodată, considerăm că există o mare adaptabilitate în cadrul populațiilor investigate. În acest caz, admitem că principala măsură în cazul acestei specii este conservarea *in situ*.

CONTRIBUȚII PROPRII

În cadrul acestei teze de doctorat, importanța rezultatelor obținute este susținută de următoarele contribuții principale:

- analiza critică a literaturii de specialitate privind specia *C. tataria*;
- caracterizarea tipului de sol;
- analiza distribuției speciei în România;
- identificarea cauzelor care au determinat restrângerea populațiilor speciei analizate;
- analiza chimică a probelor de sol;
- analiza caracteristicilor habitatelor și populațiilor;
- analiza biometrică a parametrilor morfologici;
- identificarea și descrierea asociațiilor vegetale;
- analiza relației dintre compoziția floristică, caracteristicile populațiilor și variabilele luate în studiu;
- analiza variabilității genetice la nivel inter- și intrapopulațional a populațiilor de *C. tataria*;
- investigații asupra micromorfologiei suprafețelor foliare de la *C. tataria* (SEM);
- elaborarea unor măsuri privind protecția speciei analizate.

PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR

Declinul speciei *C. tataria*, precum și elaborarea unor strategii de protecție a speciei, folosind metode ecologice și genetice, necesită în continuare o aprofundare concentrată a perspectivelor de continuare a cercetărilor, pe mai multe direcții de cercetare:

- aprofundarea unor aspecte de filogenie și filogeografie;
- realizarea unor studii privind modelarea spațială a populațiilor de *C. tataria* în România;
- extinderea cercetărilor privind influența numărului de rumegătoare și suprafețele ocupate de pășuni asupra speciei *C. tataria*.

ACTIVITATEA ȘTIINȚIFICĂ DESFĂȘURATĂ

Rezultatele obținute în cadrul tezei de doctorat au fost valorificate prin intermediul prezentării în cadrul unor simpozioane și prin publicarea unor articole științifice în jurnale de specialitate, ca prim autor.

- **Articole publicate în reviste de specialitate cotate ISI**

Simona Dumitrița CHIRILĂ (2022) - Analysis of the characteristics of some populations of *Crambe tataria* Sebeók from Romania. *Acta Oecologica*, **114** (5): 103810. doi: 10.1016/j.actao.2021.103810. **IF**: 1,674.

- **Articole publicate în reviste de specialitate cotate BDI**

Simona Dumitrița CHIRILĂ (2021) - Ecological and chorological studies of the species *Crambe tataria* Sebeók from Romania. *Romanian Journal of Biology - Plant Biology*, **66** (1-2): 39 - 54.

- **Prezentări susținute în cadrul unor simpozioane naționale și internaționale**

Simona Dumitrița CHIRILĂ (2021) - Characteristics of plant communities of *Crambe tataria* Sebeók in Romania. Simpozion internațional: "CURRENT TRENDS IN NATURAL SCIENCES", Universitatea din Pitești, 28 - 31 mai 2021. **Poster**. doi: 10.13140/RG.2.2.32674.56003/1

Simona Dumitrița CHIRILĂ (2021) - Characteristics of some populations of *Crambe tataria* Sebeók in Romania and their relationships with local environmental conditions. A VII-a ediție a simpozionul BIO.T.A. - Biodiversitate Tradiții și Actualitate. Facultatea de Biologie și Geologie, Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca, 19 - 20 noiembrie 2021. **Poster**. doi: 10.13140/RG.2.2.33932.85120/1

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- ABDELMIGID H. M. 2012 - Efficiency of random amplified polymorphic DNA (RAPD) and inter-simple sequence repeats (ISSR) markers for genotype fingerprinting and genetic diversity studies in Canola. *African Journal of Biotechnology*, **11** (24): 6409 - 6419. doi: 10.5897/AJB11.127
- ANGGRIA L., HUSNAIN H., MASUNAGA T. 2020 - The controlling factors of silicon solubility in soil solution. *Agric*, **32** (2): 83 - 94. doi: 10.24246/agric.2020.v32.i2.p83-94
- BALL P.W. 1964 - *Crambe* L. 344 p. În: TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M., WEBB D.A. 1964 - *Flora Europaea*. Volume 1. Lycopodiaceae to Platanaceae. Cambridge: Cambridge University Press.
- BĂDĂRĂU A.S. 2001 - Cercetări biogeografice asupra speciilor stepice de *Astragalus* L. din Depresiunea Transilvaniei (II). *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, seria Geographia*, tomul **XLVI**, 1: 51 - 67.
- BĂDĂRĂU A.S. 2019 - Raport privind inventarierea și cartarea pentru specia *Crambe tataria* în ROSCI0040 Coasta lunii și în Rezervația Naturală Dealul cu Fluturi. Proiect co-finanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin Programul Operațional Infrastructură Mare 2014 - 2020, 4 - 36 pp.
- BÉRES M. 1996 - *A tátorján első leírása*. (Szolnok, Damjanich Múzeum). *Tisicum*, **9**: 5 - 16.
- BILZ M., KELL S.P., MAXTED N., LANSDOWN R.V. 2011 - European Red List of Vascular Plants. *Publications Office of the European Union*, 87 p.
- BOUXIN G. 2005 - Ginkgo, a multivariate analysis package. *Journal of Vegetation Science*, **16**: 355 - 359. doi: 10.1111/j.1654-1103.2005.tb02374.x.
- BOZZOLA J.J., RUSSELL L.D. 1999 - *Electron Microscopy Principles and Techniques for Biologists*. Jones and Bartlett, Boston, 670 p.
- BRÎNZAN T. (ed.), BĂDĂRĂU A.S., MURARIU D., STAIU C., PATRICHE N, CIUBUC C., HULEA D. 2013 - *Catalogul habitatelor, speciilor și siturilor Natura 2000 în România*. Editura Fundația Centrul Național pentru Dezvoltare Durabilă, București, 145 p.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R. 2002 - Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. 2nd ed. New York, Springer-Verlag.
- CATANĂ R., MITOI M., ION R. 2013 - The RAPD techniques used to assess the genetic diversity in *Draba dorneri*, a critically endangered plant species. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, **4**: 164 - 169.
- CHIFU T., IRIMIA I., ZAMFIRESCU O. 2014 - *Festuco - Brometea*, 113 - 397 pp. În: CHIFU T. (ed.). *Diversitatea fitosociologică a vegetației României*. Vol. II. Vegetația erbacee antropizată. Tom 1. Vegetația pajștilor. Editura Institutul European, Iași.
- CHIRILĂ S.D. 2021 - Ecological and chorological studies of the species *Crambe tataria* Sebeók from Romania. *Romanian Journal of Biology - Plant Biology*, **66** (1-2): 39 - 54.
- CHIRILĂ S.D. 2022 - Analysis of the characteristics of some populations of *Crambe tataria* Sebeók from Romania. *Acta Oecologica*, **114**: 103810. doi: 10.1016/j.actao.2021.103810
- CHYTRÝ M., TICHÝ L., HENNEKENS S.M. și colab. 2020 - EUNIS Habitat Classification: expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats. *Applied Vegetation Science*, **23**: 648 - 675. doi: 10.1111/avsc.12519
- COLDEA G., OPREA A., SÂRBU I., SÂRBU C., ȘTEFAN N. 2012 - The vegetable associations of Romania. Cluj University Press Publishing House, Cluj-Napoca.
- CONANT R.T., CERRI C.E.P., OSBORN B.B., PAUSTIAN E., 2017 - Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications*, **27**: 662 - 668.
- CRISTEA V., GAFTA D., PEDROTTI Fr. 2004 - *Fitosociologie*. Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj - Napoca, 57 p.
- DONIȚĂ N., POPESCU A., PAUCĂ-COMĂNESCU M., MIHĂILESCU S., BIRIȘ I. 2005 - *Habitatele din România*. Tehnică Silvică, București, 496 p.
- DUFRENE M., LEGENDRE P. 1997 - Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, **67**: 345 - 366. doi: 10.1890/0012-9615(1997)067[0345:SAAIST]2.0.CO;2
- FAHR M., LAPLAZE L., BENDAOU N., HOCHER V., EL MZIBRI M., BOGUSZ D. SMOUNI A. 2013 - Effect of lead on root growth. *Frontiers in Plant Science*, **4**: 1 - 7. doi: 10.3389/fpls.2013.00175
- FRANCISCO-ORTEGA J., FUERTES-AGUILAR J., GÓMEZ-CAMPO C., SANTOS-GUERRA A., JANSEN R.K. 1999 - Internal transcribed spacer sequence phylogeny of *Crambe* L. (Brassicaceae): molecular

- data reveal two Old World disjunctions. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **11** (3): 361 - 380. doi: 10.1006/mpev.1998.0592.
- GAFTA D., MOUNTFORD J.O. (ed.) 2008 - *Manual de interpretare a habitatelor Natura 2000 din România*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 104 p.
- GHOLAMI R., FAKHARI N. 2017 - Capitolul 27 - Support Vector Machine: Principles, Parameters, and Applications, Editor(s): Pijush Samui, Sanjiban Sekhar, Valentina E. Balas, Handbook of Neural Computation, Academic Press, 515 - 535 pp.
- HAMMER Ø., HARPER D.A.T., RYAN P.D. 2001 - PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaentologia Electronica*, **4** (1): 9.
- HORVÁTH A. (ed.) 2005 - Tátorján (*Crambe tataria*). KvVM Természetvédelmi Hivatal. Tátorján (*Crambe tataria*), 2 - 23 pp.
- JACKSON R.S. 2014 - 5 - Site Selection and Climate, Editor(s): Ronald S. Jackson, In Food Science and Technology, Wine Science (Fourth Edition), *Academic Press*, 307 - 346 pp. doi: 10.1016/B978-0-12-381468-5.00005-1
- JALAL A., OLIVEIRA JUNIOR J.C., RIBEIRO J.S., FERNANDES G.C., MARIANO G.G., TRINDADE V.D.R., REIS A.R.D. 2021 - Hormesis in plants: Physiological and biochemical responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **207**: 111225. doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.111225.
- JONES J.D. 2020 - Iron Availability and Management Considerations: A 4R Approach. *Crops & Soils*, **53**: 32 - 37. doi: 10.1002/crso.20019
- KERESZTY Z., GALÁNTAI M. 2001 - A *Crambe tataria* Sebeök és rádi állományának *ex-situ* konzervációja. *Botanikai Közlemények*, **88** (1 - 2): 2 - 10.
- KIM H., LI X. 2016 - Effects of phosphorus on shoot and root growth, partitioning, and phosphorus utilization efficiency in Lantana, *HortScience*, **51** (8): 1001 - 1009.
- KOMAROV V.L. 1970 - *Flora of the USSR*. VIII. Springfield, Va.: Israel Program for Scientific Translations, 354 - 361 pp.
- KUMAR S., STECHER G., TAMURA K. 2016 - MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger dataset. *Molecular Biology and Evolution*, **33**: 1870 - 1874.
- KUPRIANOV A.N., TURALIN B.A., KURBATOVA N.V., KURMANBAYEVA M.S., ABIDKULOVA K.T., BAZARGALIYEVA A.A. 2020 - The structure of the populations of *Crambe tataria* Sebeök in the Aktobe Region. Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. BIOSCIENCE Series, **2**, 2 (131): 23 - 30. doi: 10.32523/2616-7034-2020-131-2-23-30.
- LASKA G., SIENKIEWICZ A. 2018 - Ecological network analysis in modeling of plant population dynamics. *Ecological Questions*, [S.l.], **29** (1): 53 - 62. doi: 10.12775/EQ.2018.004.
- LĂCĂTUȘU R. 2016 - *Agrochimie*. Editura Terra Nostra. Iași.
- LUNGU M., RIZEA N. 2017 - *Chimia globală a solului. Procese, determinări, interpretări*. Editura Terra Nostra. Iași.
- MÂNZU C. C., IRIMIA I., CÎȘLARIU A. G., CHINAN V.-C. 2020 - Chorological din Iasi from ROSCI0222 Sărăturile Jijia Inferioară-Prut and ROSPA0042 Eleșteele Jijiei și Miletinului (Iași county). *Acta Horti Botanici Bucurestiensis*, **46**: 35 - 54.
- MCNAUGHTON S.J., TARRANTS J.L. 1983 - Grass leaf silicification: natural selection for an inducible defense against herbivores. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* **80**: 790 - 791.
- MISSIMER T.M., TEAF C.M., BEESON W.T., MALIVA R.G., WOOLSCHLAGER J., COVERT D.J. 2018 - Natural background and anthropogenic arsenic enrichment in Florida Soils, Surface Water, and Groundwater: A review with a discussion on public health risk. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **15**: 2278; doi: 10.3390/ijerph15102278
- NAGASHIMA H., HIKOSAKA K. 2011 - Plants in a crowded stand regulate their height growth so as to maintain similar heights to neighbours even when they have potential advantages in height growth. *Annals of Botany* **108**: 207 - 214.
- NEIRA J., ORTIZ M., MORALES L., ACEVEDO E. 2015 - Oxygen diffusion in soils: Understanding the factors and processes needed for modeling. *Chilean Journal of Agricultural Research*, **75** (Supl. 1): 35 - 44. doi: 10.4067/S0718-58392015000300005
- OLTEAN M., NEGREAN G., POPESCU A., ROMAN N., DIHORU G., SANDA V., MIHĂILESCU S. 1994 - *Lista roșie a plantelor superioare din România*. În: OLTEAN M. (coord.) - Studii, sinteze, documentații de ecologie. I. Academia Română, Institutul de Biologie, București, 52 pp.

- OROIAN S., SĂMĂGHITAN M., TĂNASE C. 2017 - Plants species of community interest identified in the flora of the Transylvanian plain (Mureș County). *Studia Universitatis „Vasile Goldiș” Arad. Seria Științele Vieții (Life Sciences Series)*, **27** (3): 209 - 214.
- PÂRVU C. 2005 - *Enciclopedia plantelor, plante din Flora României*. Editura Tehnică București, **4**: 648 - 649.
- PEAKALL R., SMOUSE P.E. 2006 - GenAIEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, **6**: 288 - 295. doi: 10.1111/j.1471-8286.2005.01155.x.
- POPESCU I.E. 2013 - *Rezervația de fânețe seculare de la Valea lui David Iași*. 169 - 186 pp. În: SUSAI Ș. (ed.), Comuna Miroslava. Despre locuri și oameni. Editura Masterprint, Iași, România, 208 pp.
- POSCHLOD P., WALLISDEVRIES M.F. 2002 - The historical and socio economic perspective of calcareous grasslands - lessons from the distant and recent past. *Biological Conservation*, **104**: 361 - 437. doi: 10.1016/S0006-3207(01)00201-4.
- PUSHKAROVA N.A., KALISTA M., KHARKHOTA M., RAKHMETOV D., KUCHUK M. 2016 - *Crambe tataria* Sebeók seeds and plants grown *in vitro* and *in vivo* fatty acid composition comparison. *Potravinarstvo*, **10** (1): 494 - 498. doi: 10.5219/646.
- PUSHKAROVA N.O., LAKHNEKO O.R., MORGUN B.V., KUCHUK M.V., BLUME Ya.B., YEMETS A.I. 2019 - *Crambe aspera* plants *in vitro* propagation and its effect on fatty acids and phenolic compounds content and genome stability. *Biopolymers and Cell*, **35** (2): 118 - 128. doi: 10.7124/bc.00099D.
- RAND W. M. 1971 - Objective criteria for the evaluation of clustering methods. *Journal of the American Statistical Association*, **66** (336): 846 - 850. doi: 10.2307/2284239.
- RAPAICS R. 1938 - A tătorján. A természet (Budapest), **34**: 253 - 256.
- RIAZ A., YOUNIS A., GHANI I., TARIQ U., AHSAN M. 2015 - Agricultural waste as a growing media component for the growth and flowering of *Gerbera jamesonii* cv. hybrid mix. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, **4**: 197 - 204.
- ROUSSEEUW P.J. 1987 - Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Computational and Applied Mathematics*, **20**: 53 - 65. doi: 10.1016/0377-0427(87)90125-7
- SĂVULESCU T. (ed.) 1955 - *Flora Republicii Populare Romîne*. Academia Republicii Populare Romîne, București, Volumul III, 486 - 491 pp.
- SÂRBU A., OPREA I., SÂRBU I. 2007 - Plants from the habitat directive - Annex IIb, presents in Romania. *Buletinul Grădinii Botanice Iași*, **14**: 23 - 27.
- SEBEÔK S. 1781 - *Crambe tataria*. 274 - 291 pp. În: JACQUIN N.J. 1781 - *Miscellanea austriaca ad botanicam, chemiam, et historiam naturalem spectantia, cum figuris partim coloratis*. Vindobonae: Ex Officina Krausiana, 423 pp.
- SHU X., ZHANG Q., WANG W. 2014 - Lead induced changes in growth and micronutrient uptake of *Jatropha curcas* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **93** (5): 611 - 617. doi: 10.1007/s00128-014-1377-4
- SOÓ R. 1942 - Az erdélyi medence endemikus és reliktum növényfajai. *Acta Geobotanica Hungarica*, **5**: 141 - 183.
- SOÓ R. 1968 - A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve III. Akadémia, Budapest, 299 - 300 pp.
- SUGIER P., SUGIER D., SOZINOV O., KOŁOS A., WOŁKOWYCKI D., PLAK A., BUDNYK O. 2019 - Characteristics of plant communities, population features, and edaphic conditions of *Arnica montana* L. populations in pine forests of mid-Eastern Europe. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, **88** (4): 3640. doi: 10.5586/asbp.3640.
- SZURMAN-ZUBRZYCKA M., CHWIAŁKOWSKA K., NIEMIRA M., KWAŚNIEWSKI M., NAWROT M., GAJECKA M., LARSEN P.B., SZAREJKO I. 2021 - Aluminum or Low pH - Which is the bigger enemy of barley? Transcriptome analysis of barley root meristem under al and low ph stress. *Frontiers in Genetics*, **12**: 675260. doi: 10.3389/fgene.2021.675260
- TARIKAHYA-HACIOĞLU B. 2016 - Molecular diversity of the wild *Crambe* (Brassicaceae) taxa in Turkey detected by inter-simple sequence repeats (ISSRs). *Industrial Crops and Products*, **80**: 214 - 219. doi: 10.1016/j.indcrop.2015.11.065.
- THOMPSON J. 1999 - Population differentiation in Mediterranean plants: insights into colonization history and the evolution and conservation of endemic species. *Heredity*, **82**: 229 - 236. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6885040>
- TICHÝ L. 2002 - JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, **13**: 451 - 453. doi: 10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x
- WHITE P. J., BROADLEY M. R. 2003 - Calcium in plants. *Annals of Botany*, **92**: 487 - 511.

- WILKES J. 1810 - *Encyclopaedia Londinensis*, or, Universal Dictionary of Arts, Sciences, and Literature, **5**: 318.
- WU F.Q., SHEN S.K., ZHANG X.J., WANG Y.H., SUN W.B. 2015 - Genetic diversity and population structure of an extremely endangered species: the world's largest Rhododendron. *AoB PLANTS*, **7**: plu082.
- YANG J., EL-KASSABY Y.A., GUAN W. 2020 - The effect of slope aspect on vegetation attributes in a mountainous dry valley, Southwest China. *Scientific Reports*, **10**: 16465. doi: 10.1038/s41598-020-73496-0
- ZHAO Y., DING Y., HOU X., LI F.Y., HAN W., YUN X. 2017 - Effects of temperature and grazing on soil organic carbon storage in grasslands along the Eurasian steppe eastern transect. *PloS one*, **12** (10): e0186980. doi: 10.1371/journal.pone.0186980

WEBOGRAFIE SELECTIVĂ

- Digital Soil Map of the World (DSMW) 2007 - Harta digitală a solului din lume. Disponibil online la <http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show%3Fid=14116>. Accesat la 12 septembrie 2020.
- Euro+Med, 2006 - Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Disponibil online la <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>. Accesat la 1 iunie 2021.
- Geospatial - Disponibil online la <http://geo-spatial.org/vechi/download/romania-seturi-vectoriale>. Accesat la 15 august 2020.
- HEWITSON J. 2020 - Influencing leaf size and number of leaves. Disponibil online la <https://www.saps.org.uk/saps-associates/browse-q-and-a/654-how-can-you-increase-the-leaf-size-on-fast-plants-how-can-you-increase-the-number-of-leaves-a-plant-will-grow>. Accesat la 28 mai 2020.
- KELL S.P. 2011 - *Crambe tataria*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011. Disponibil online la: <https://www.iucnredlist.org/species/162122/5544350>. Accesat la 23 februarie 2019.
- MARHOLD K. 2011 - Brassicaceae. În: euro+Med plantbase - Disponibil online la <http://ww2.bgbm.org/europlusMed/query.asp>. Accesat la 12 august 2019.
- Minitab, LLC. 2021 - Minitab. Disponibil online la <https://www.minitab.com>. Accesat la 19 august 2021.
- MOLNÁR A.V. 1998a - A tátorján: kenyér vagy fegeteg? Disponibil online la <https://web.archive.org/web/20050115152107/http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/1998/9817/tatorjan/tatorjan.html>. Accesat la 24 decembrie 2020.
- Promega, 2014-2018 - GoTaq G2 Green Master Mix with 1000 reactions. Disponibil online la <https://www.promega.com/-/media/files/resources/protocols/product-information-sheets/g/gotaq-g2-green>. Accesat la 25 iunie 2021.
- Shuttle Radar Topography Mission - Disponibil online la <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>. Accesat la 15 august 2020.
- Sigma-Aldrich, G2N70 - GenElute Plant Genomic DNA Miniprep Kit. Disponibil online la <https://www.sigmaaldrich.com/RO/en/product/sigma/g2n70>. Accesat la 25 iunie 2021.
- *** Convenția de la Berna - Convenția privind conservarea vieții sălbatice și a habitatelor naturale din Europa, 1998 - specii care necesită măsuri specifice de conservare a habitatului (anul revizuirii 2011). Disponibil online la <https://rm.coe.int/1680746347>. Accesat la 2 ianuarie 2020.
- *** European Commission. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora. Disponibil online la <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:EN:HTML>. Accesat la 27 octombrie 2019.
- *** Order no. 756 of November 3, 1997 - Disponibil online la <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliuDocument/13572>. Accesat la 12 august 2021.
- *** SR ISO 10390, 2015 - Soil quality - Determination of pH.
- *** 2003 - Sistemul Român de Taxonomie a Solului.
- *** SR EN 15309, 2007 - Characterization of waste and soil - Determination of elemental composition by X-ray fluorescence.
- *** ISO 11263, 1994 - Soil quality - Determination of phosphorus - Spectrometric determination of phosphorus soluble in sodium hydrogen carbonate solution.
- *** European Environment Agency, 2007 - 2012 - *Crambe tataria*. Report under the Article 17 of the Habitats Directive. 1 - 7 pp.