

Caracteristici ale stadiului pionier al unei succesiuni primare pe un teren degradat de la limita estică a Obcinilor Bucovinei

M. Al. Piticar, R. L. Cenușă

Piticar M.Al., Cenușă R.L., 2014. Characteristics of the pioneer stage of primary succession on degraded land at Eastern boundary of Bucovina Hills. Bucov. For. 14(1): 5-19, 2014.

Abstract. The study was performed in a degraded ecosystem by grazing from North-Est of Romania. The aim of the study was to determine main characteristics of primary succession in a pioneer stage initiated on a weathered land by intensive grazing and to identify vegetation classes and potential successional directions. Primary succession analysis was performed by non-systematic inventory in rectangular experimental plots of 25 m², by identifying woody species presence, biometric measurements (diameter, number of individuals/bushes, number of stems and heights). The analysis of composition indicated the presence of 17 woody species, which were further grouped in classes of vegetation (*Corylus-Carpinus*, *Cornus-Crataegus*, *Crataegus-Corylus*, *Populus-Carpinus*, names according to two first dominant species). The classes were distinguished as associations between the main pioneer species (*Corylus avellana* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Cornus sanguinea* L., *Populus tremula* L.). Variability of diameters and heights indicating homogeneous distribution of structure. Grazing had a very important role in the installation and increase of species diversity (zoochor vector), as the most installed species has a zoochor type dissemination. The possible directions of succession (beech forests or beech and hornbeam forests) were also discussed. **Keywords** succession, pioneer stage, vegetation classes, biometrical characteristics.

Autori. Michael Alexander Piticar (michael_piticar@yahoo.com), Radu Leonie Cenușă - Facultatea de Silvicultură, Universitatea Ștefan cel Mare Suceava, str. Universității 13, 720229 Suceava.

Manuscris primit 25 ianuarie 2014, revizuit 25 martie 2014, acceptat 2 aprilie 2014, publicat online 21 iulie 2014.

Introducere

Fenomenele de transformare a vegetației au fost numite succesiuni (succesiunea

asociațiilor vegetale) (Pașcovschi 1967). După natura substratului pe care se dezvoltă, o succesiune poate fi primară (terenuri pe care nu a existat vegetație în trecut, sau lipsa

acesteia datorată apariției unui fenomen care elimină toate modificările produse de succesiunea anterioară, cf. Kimmins 1997), respectiv secundară (terenuri unde a existat vegetație, declanșarea datorându-se apariției unei disturbante). În funcție de factorii care produc modificări condițiilor de mediu se disting succesiuni autogene (modificări datorate biocenozei) și alogene (datorată factorilor externi (disturbante)(Huston 1994). În funcție de creșterea sau descreșterea comunităților și populațiilor ecosistemului în diversitate și biomasă pe parcursul succesiunii, succesiunea poate fi progresivă sau regresivă.

Succesiunea primară se declanșează în urma apariției unei disturbante la nivel ecosistemic, care are drept rezultat înlăturarea completă a păturii vegetale, solul rămânând nud (sterp) (Walker și Del Moral 2003). Disturbanta este definită ca un fenomen care destructurează ecosistemul, comunitatea sau populația și modifică condițiile habitatului (Teodosiu 2012), favorizând declanșarea unei succesiuni primare. Disturbantele pot fi de natură tectonică (cutremure, activități vulcanice, alunecări de teren, eroziune) sau rezultat al interacțiunii elementelor primordiale (aer, apă, foc), cu factorii climatici, topografici și de sol (uragane, inundații, secetă, incendii) (Walker și Del Moral 2003), în care există fiecare componentă antropică. Pășunatul este o activitate care favorizează fenomenul de eroziune, prin care poate fi înlăturat treptat covorul vegetal și care poate contribui la declanșarea succesiunii primare.

Primele stadii ale succesiunii primare presupun colonizarea noului habitat format de către plantele pioniere, acestea fiind singurele capabile să reziste în condiții extreme de vegetație. Fiecare specie are propriile sale cerințe în ceea ce privește factorii ecologici, acest lucru determinând evoluția acesteia în diverse condiții de vegetație (Huston și Smith 1987). Cele cu amplitudine ecologică mare ocupă o mare varietate de nișe ecologice, în schimb altele, cele cu amplitudine ecologică redusă,

ocupă doar habitate mai ridicate calitativ și sunt bune indici pentru anumite condiții ecologice (Powell 2000). Condițiile ecologice influențează puternic și rata colonizării, variația lor determinând diferite grade ale colonizării și dezvoltării vegetației (Elias și Dias 2007). Donorul este un alt factor important, care influențează compoziția și diversitatea specifică a vegetației, acesta interacționând direct cu suprafața succesiunii, respectiv cu distanța față de zona în care se produce succesiunea (Prach și Rehoukova 2006).

Sub aspectul biodiversității, modelele propuse arată că în primele stadii ale succesiunii diversitatea specifică crește rapid, urmată de o diminuare la 10-15 ani de la declanșare (Hibbs 1983). Speciile de plante sunt strâns legate de regimul climatic și de solul sub a căror influență se dezvoltă (Godefroid și Dana 2007). În acest sens, valorile indicatoare ale speciilor reprezintă un set de valori stabilite pentru specie care redă toleranța acesteia față de temperatură, lumină, reacția solului, nutrienți, umiditate, humus, etc.

În România, sinteza primelor cunoștințe referitoare la succesiunea vegetației a fost făcută de Pașcovschi (1967), care descrie fenomene succesionale din diferite zone ale țării, alți autori - Constantin (1953), Ștefan (1962), Vadim (1968), Raclaru (1972), Cenușă et al. (2004), Sanda et al. (2007) - abordând aspecte precum succesiunea vegetației și solurilor din România, tendințele de degradare și aspecte generale ale succesiunii ecosistemelor forestiere, influența factorului antropic asupra vegetației din șleaurile de luncă, diversitatea și caracteristicile succesiunii vegetației din ecosistemele marginale, caracteristicile succesiunii în tăieturile de pădure. Multitudinea caracteristicilor ecologice care controlează evoluția succesiunii și a factorilor declanșatori ai acesteia, fac ca în România succesiunea vegetației să rămână un fenomen în continuare de studiat.

Scopul prezentei lucrări este de a analiza (i) principalele caracteristici ale unei succesiuni

primare aflate în stadiul pionier, inițiată pe un teren degradat prin pășunat intensiv și (ii) identificarea claselor de vegetație existente și a posibilelor direcții succesionale. Implicațiile studiului țin cont de faptul că apariția vegetației forestiere în ecosisteme intens pășunate, pe care aceasta nu a existat anterior, este fenomen comun, motiv pentru care cunoașterea acesteia devine utilă în lucrările de reconstrucție ecologică a terenurilor degradate, sau pentru identificare a anumitor direcții ale dinamicii succesionale, importante în activitățile de conservare a biodiversității (Cristea et al. 2004).

Material și metodă

Locul cercetărilor

Studiul s-a efectuat asupra vegetației forestiere a unei succesiuni primare aflată în stadiul pionier, care s-a instalat pe un teren degradat prin pășunat, pe o suprafață de 23,35 ha. Locul cercetărilor este situat la limita estică a Obcinilor Bucovinei (47°32'51.87" N, 25°51'28.17" E, în partea centrală a județului Suceava), pe versantul stâng al râului Moldova, fiind delimitat de pârâul Humor la vest, de Obcina Mare la nord, iar la sud de râul Moldova. Din punct de vedere administrativ suprafața studiată aparține primăriilor Frasin, respectiv Gura Humorului. Altitudinea maximă a zonei studiate este de 640,19 m, iar altitudinea minimă de 504,85 m. Suprafața luată în studiu este frământată, cu pante de până la 41,6°, expoziții diferite dar cu precădere sudice (Figura 1).

Colectarea datelor

Culegerea datelor de teren s-a făcut prin inventariere nesistematică, urmărindu-se însă zonele reprezentative din suprafața studiată. S-a realizat astfel o rețea de 30 de suprafețe de probă rectangulare de 25 m², ale căror coordonate geografice (centrul suprafețelor) s-au înregistrat cu ajutorul unui GPS JUNO 3B

Handheld (Trimble, SUA). Procentul total de inventariere a fost de 3,21% (0,75 ha din totalul de 23,3 ha). În interiorul fiecărei suprafețe de probă de 25 m², s-au determinat/măsurat următoarele caracteristici: (i) specia (pentru plantele lemnoase), (ii) numărul de indivizi (tufe), (iii) numărul de tulpini, (iv) diametrul tulpinilor. În fiecare suprafață experimentală, pe o arie dreptunghiulară de 2 m² s-au determinat biomasa verde (pe specii) și înălțimile tuturilor indivizilor. Pentru determinarea desimii, s-au numărat indivizii din fiecare specie, respectiv numărul de tulpini prezente pe fiecare individ. Prin individ s-a înțeles un exemplar provenit din regenerare generativă, capabil să se reproducă prin regenerare vegetativă și să formeze noi tulpini. În acest stadiu al succesiunii un individ poate avea una sau mai multe tulpini (tufă = individ), din care vor evolua mai târziu noi indivizi.

Biomasa verde s-a calculat doar pentru partea supraterană a materiei organice vii, alcătuită din arbori și arbuști și s-a obținut prin recoltarea și cântărirea pe teren a indivizilor din suprafețele de probă de 2 m². Cântărirea s-a realizat cu ajutorul unui cântar electronic portabil.

Analiza datelor

În prima etapă s-a determinat compoziția generală a zonei studiate, separarea pe clase de vegetație fiind efectuată cu ajutorul analizei cluster. După gruparea suprafețelor și formarea claselor, s-a calculat din nou compoziția pentru clasele respective. Analiza cluster definește un set de metode statistice care grupează observații individuale în clase (numite cluster), pe baza similitudinii dintre acestea (Tinsley și Brown 2000). Analiza cluster are ca scop identificarea unui set de grupe omogene prin gruparea elementelor, astfel încât să minimizeze variația în cadrul grupei și să maximizeze variația dintre grupe. În cazul de față s-a folosit metoda aglomerativă ierarhică, care inițial consideră fiecare obiect un grup, apoi combină succesiv grupele asemănătoare.

Analiza relațiilor dintre caracteristicile biocenozelor (numărul de tulpini la hectar, numărul de indivizi la hectar, numărul de specii, diametrul mediu, înălțimea medie, speciile și numărul de indivizi pe specii) în raport cu condițiile de habitat (altitudinea, expoziția, panta, insolația) s-a bazat pe analiza în componente principale (ACP), ce determină parametrii unui set multidimensional de date experimentale, care evidențiază similitudinile și diferențierile dintre variabile (Horodnic 2004). ACP reduce dimensionalitatea datelor inițiale, puternic corelate, la un set de componente necorelate. Componentele sintetizate se numesc componente principale și explică cea mai mare parte a variației din setul original de date (Fernandez 2003).

Analiza claselor de vegetație pe categorii ecologice permite crearea de deducții privind

condițiile ecologice din zona respectivă. În lucrarea de față s-au folosit valorile indicatoare propuse de (Landolt 1977)(tabelul 1, anexă). Pentru obținerea valorii unei categorii ecologice, s-a multiplicat procentul de participare al fiecărei specii din compoziția unei clase cu valoarea indicatoare proprie, iar suma rezultatelor pe specii a fost raportată la valoarea maximă a compoziției (100%), pentru a se obține valoarea unei categorii ecologice.

Pentru cuantificarea diversității specifice din fitocenoză studiată s-a utilizat indicele Shannon:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln(p_i)$$

unde: H - indicele Shannon, $p_i = n_i/N$ - proporția de reprezentare a speciei, n_i - numărul de in-



Figura 1 Zona studiată și amplasarea suprafețelor

divizi, N - numărul total de indivizi din perimetrul analizat.

Pentru rezultate comparative s-a calculat și valoarea maximă a entropiei Shannon, care se poate atinge doar când toate speciile prezente ar avea același număr de indivizi:

$$H_{max} = \log_a p$$

unde: H_{max} - entropia maximă, $a = 2$, p - numărul de specii.

Analiza statistică s-a realizat cu aplicația Microsoft Excel și cu pachetul XLSTAT (analiza cluster și analiza în componente principale). Valorile insolației, pantei, expoziției și altitudinii pentru fiecare dintre suprafețe s-au determinat pe baza modelului digital al terenului, cu ajutorul aplicației Arcgis 9.3.

Rezultate

Specii participante și relația cu factorii de mediu

În acest stadiu al succesiunii, compoziția generală a zonei studiate se remarcă printr-o diversitate de specii, unele apărând în proporție destul de mare, altele diseminat (figura 2).

Speciile principale din compoziție sunt specii cu caracter pionier: alun (*Corylus avellana* L.) 33,7%, păducel (*Crataegus monogyna* Jacq.) 24,47%, respectiv carpen (*Carpinus betulus* L.) 18,59%. Pe întreaga suprafață studiată, speciile principale din compoziție se asociază cu sângerul (*Cornus sanguinea* L.), jugastrul (*Acer campestre* L.), plopul (*Populus tremula* L.) și fagul (*Fagus sylvatica* L.). Alte specii, precum cireșul (*Prunus avium* L.), ulmul (*Ulmus glabra* Huds.), teiul (*Tilia cordata* Mill.), socul (*Sambucus nigra* L.), bradul (*Abies alba* Mill.), molidul (*Picea abies* L.) mărul pădureț (*Malus sylvestris* Mill.), măceșul (*Rosa canina* L.), jugastru (*Acer campestre* L.) sau ienușă (*Juniperus communis* L.) apar diseminat.

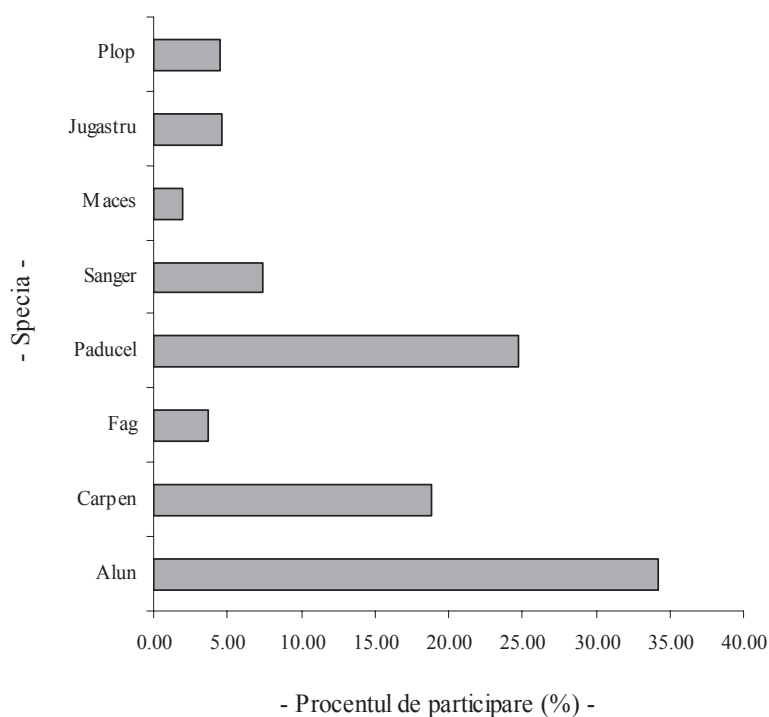


Figura 2 Compoziția zonei studiate

Determinismul factorilor de mediu

Varianța totală explicată în urma analizei în componente principale de primele două componente a fost de 27,75%, iar când s-a renunțat la suprafața experimentală numărul 7 (izolată valoric de celelalte), variabilitatea explicată a crescut la 28,42%.

Componentele principale sintetizate de ACP sunt altitudinea, panta, n/ha tulpini, n/ha indivizi, care pot fi grupate într-o componentă de mediu (Componenta 1), ce explică condițiile ecologice și influența factorului antropic asupra vegetației. Numărul de specii și numărul de tulpini pentru speciile alun, brad și păducel ale componentei 2 pot fi asociate competiției interspecifice.

Pentru componenta 1, se observă o corelație negativă între variabilele pantă, n/ha tulpini, n/ha indivizi și altitudine (fig. 3). Pentru a doua

componentă principală, corelații pozitive se observă între numărul de specii și numărul de tulpini pentru speciile alun, respectiv brad, iar corelații negative între numărul de tulpini pentru păducel și numărul de specii.

Analiza numărului de tulpini al principalelor specii în raport cu altitudinea indică o creștere a numărului de tulpini la alun, respectiv o scădere la păducel, acesta ocupând zonele joase ale suprafeței studiate.

Variabilele apropiate de centrul graficului au o variabilitate explicată redusă și nu au fost folosite în explicarea unor relații.

Clasificarea vegetației

În urma analizei cluster a compoziției (pe baza procentului de participare al speciilor), s-au identificat 4 clase majore de vegetație (figura 4), fiecare formată dintr-un număr variabil

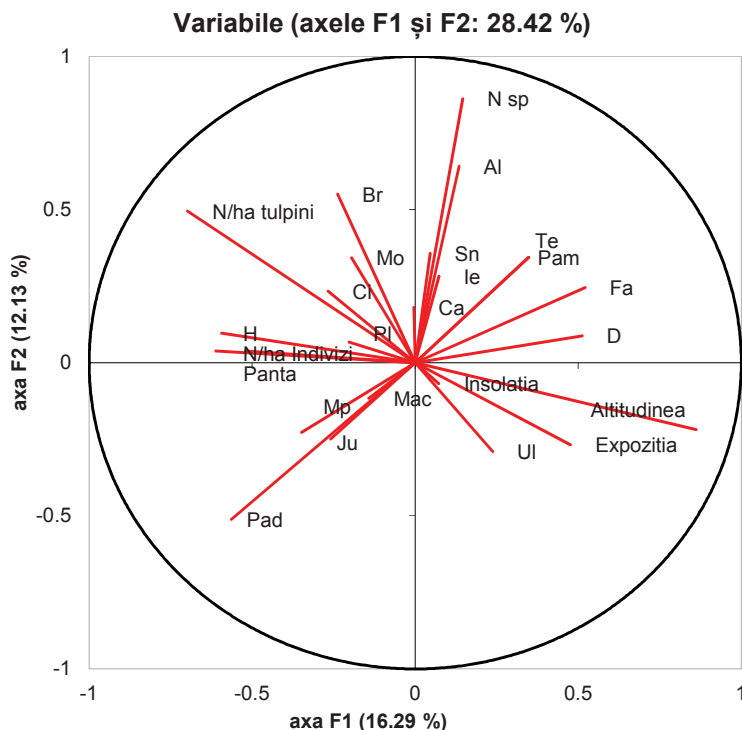


Figura 3 Relația dintre specii și factorii de mediu (ACP)

Notă. Abrevieri: N/ha tulpini - numărul de tulpini la hectar, N/ha Indivizi - numărul de indivizi la hectar, N, sp - numărul de specii, D - diametrul, H - înălțimea. N/ha tulpini pe specie a fost abreviat prin: Al - alun, Br - brad, Ca - carpen, Ci - cireș, Fa - fag, Ju - jugastru, Mac - măceș, Ie - ienupăr, Mp - măr pădureț, Mo - molid, Pad - păducel, Pam - paltin de munte, Pl - plop, Sn - sânger, Te - tei, Ul - ulm.

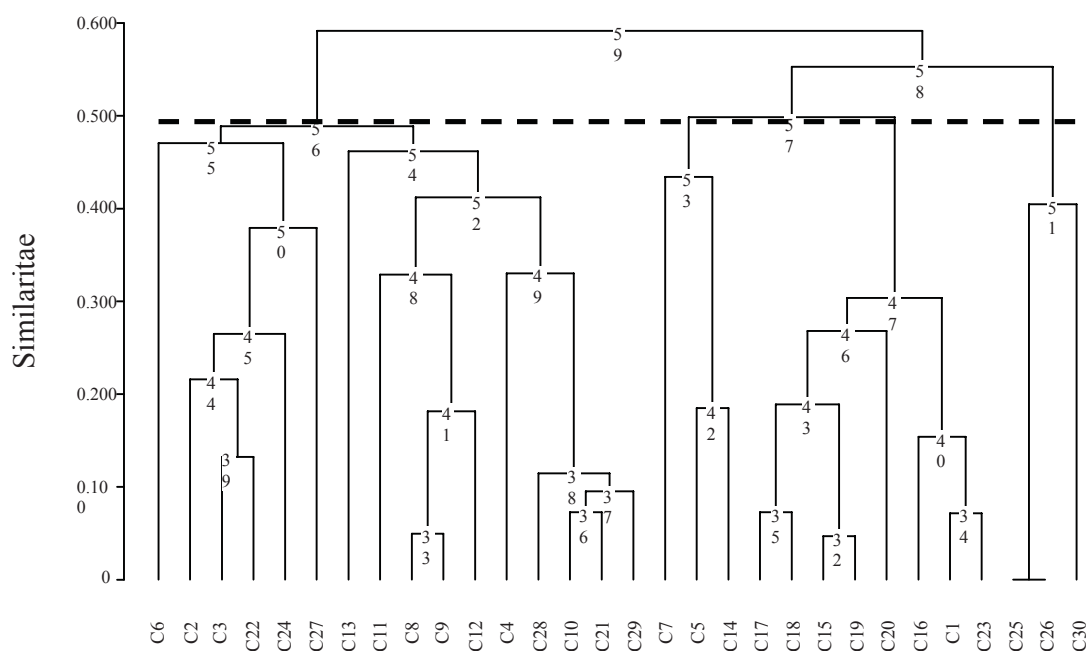


Figura 4 Dendrograma bazată pe compoziția speciilor la nivel de suprafață de probă

Tabelul 1 Compoziția claselor de vegetație

Specie/Clasă	<i>Corylus-Carpinus</i>	<i>Cornus-Crataegus</i>	<i>Crataegus-Corylus</i>	<i>Populus-Carpinus</i>
Alun	47,08	14,07	22,75	7,58
Carpen	26,84	9,01	0,58	29,49
Fag	5,89	2,88	0,35	0,00
Păducel	5,08	23,42	66,65	22,94
Sânger	4,88	31,59	4,95	2,73
Măceș	0,73	8,56	2,85	0,00
Ienupăr	0,06	0,00	0,00	0,00
Molid	0,42	0,00	0,00	0,00
Măr pădureț	0,05	0,00	0,79	0,00
Jugastru	7,86	0,00	1,09	0,00
Cireș	0,19	0,00	0,00	1,89
Plop	0,63	7,32	0,00	35,37
Brad	0,05	0,00	0,00	0,00
Ulm	0,11	0,00	0,00	0,00
Paltin	0,07	0,00	0,00	0,00
Tei	0,07	0,90	0,00	0,00
Soc	0,00	2,25	0,00	0,00

Notă. Valorile cu caractere îngroșate ale compoziției aparțin speciilor care dau denumirea unei clase de vegetație (valorile cele mai mari din clasă).

de suprafețe, raportul la totalul celor luate în studiu: clasa 1-16, clasa 2-3, clasa 3-8, clasa 4-3. Compoziția claselor de vegetație este prezentată în tabelul 1, denumirea claselor fiind dată după primele două specii cu proporția cea mai mare de participare: *Corylus-Carpinus* (Clasa I), *Cornus-Crataegus* (Clasa II), *Crataegus-Corylus* (Clasa III), *Populus-Carpinus*

(Clasa IV).

În Clasa *Corylus-Carpinus* speciile predominante sunt alunul și carpenul, specii precum jugastrul, fagul, păducelul, sângerul fiind specii de asociație, iar molidul, mărul pădureț, cireșul, plopul, ulmul, măceșul, ienupărul, bradul, paltinul și teiul apar di-seminat (specii rare), într-o proporție sub 1%. Clasa *Cornus-*

Crataegus (sânger, păducel) se diferențiază prin numărul mai mic de specii, prin scăderea proporției de participare a carpenului și alunului și prin creșterea proporției de participare a păducelului și a sângerului. Clasa *Crataegus-Corylus* (păducel, alun) se diferențiază prin proporția majoritară a păducelului (>50%). Procentul rămas revine unor specii precum alunul, măceșul și sângerul, celelalte specii având procente de participare mai mici de 1% (specii diseminate). Clasa *Populus-Carpinus* (plop, carpen) se caracterizează prin cel mai mic număr de specii din cele patru clase de vegetație. Acestea sunt reprezentate de plop, carpen, păducel, alun, sânger, cireș.

Diferențierea pe categorii ecologice a claselor de vegetație, în funcție de valoarea indicatoare a speciilor este prezentată în tabelul 2. Speciile din compoziția claselor de vegetație sunt indicate de soluri xero-mezofile nefiind competitive pe soluri jilave (*Crataegus-Corylus*, respectiv *Populus-Carpinus*) și de soluri, mezofile (Clasa *Corylus-Carpinus*, *Cornus-Crataegus*). Acestea se dezvoltă pe soluri cu reacție ușor acidă spre bazică, cu pH cuprins între 5,5-8 (*Corylus-Carpinus*), moderat acidă, cu pH cuprins între 4,5-6,5 (*Cornus-Crataegus*) și soluri acide cu pH 3,5-5,5 (*Crataegus-Corylus*, *Populus-Carpinus*). Cerințele ecologice în ceea ce privește fertilitatea solului variază de la soluri bogate în nutrienți, fertile (*Corylus-Carpinus*) la soluri moderat fertile (*Cornus-Crataegus*, *Crataegus-Corylus*, *Populus-Carpinus*). Clasele *Corylus-Carpinus*, *Cornus-Crataegus*

indică conținut moderat de humus, în cea mai mare parte de tip mull, în timp ce clasele *Crataegus-Corylus*, respectiv *Populus-Carpinus* indică soluri minerale cu conținut mic de humus.

Caracteristici biometrice ale claselor

Valorile diametrelor sunt mici în acest stadiu al succesiunii. Acestea s-au grupat în categoriile de diametre cuprinse între 2 și 6 cm. Clasa *Corylus-Carpinus* grupează cel mai mare număr de arbori.

Valoarea diametrului mediu a arborilor zonei studiate este de $3,54 \pm 1,87$ cm, valoarea redusă a abaterii standard indicând omogenitatea diametrelor. Diametrul mediu stabilit pe clasele de vegetație are valori cuprinse între $3,52 \pm 1,79$ cm (*Corylus-Carpinus*), respectiv $4,16 \pm 2,89$ cm (*Cornus-Crataegus*) observându-se o variație redusă între clasele de vegetație și omogenitatea structurii diametrelor.

Înălțimea medie pe clasele de vegetație, prezintă o variație redusă (structură omogenă), între $4,38 \pm 1,35$ m (*Crataegus-Corylus*) și $4,92 \pm 2,00$ m (*Populus-Carpinus*). Înălțimea medie a principalelor specii din zona studiată, înregistrează următoarele valori: $3,88 \pm 1,50$ m - sânger, $4,09 \pm 2,06$ m - carpen, $4,27 \pm 2,32$ m - alun, $4,35 \pm 1,36$ m - păducel, $7,26 \pm 1,23$ m - plop, menținând tendința observată la nivelul claselor, excepție făcând plopul care are înălțimea cea mai mare ce poate fi explicată prin caracterul pionier al speciei, care reușește

Tabelul 2 Diferențierea pe categorii ecologice a claselor de vegetație în funcție de valoarea indicatoare a speciilor

Clasa	<i>Corylus-Carpinus</i>	<i>Cornus-Crataegus</i>	<i>Crataegus-Corylus</i>	<i>Populus-Carpinus</i>
Umiditate	3	3	2	2
Reacția solului	4	3	2	2
Nutrienți	4	3	3	3
Humus	3	3	2	2
Conținut de schelet	3	3	3	3
Lumina	3	3	3	3
Temperatura	3	3	3	3
Continentalism	3	3	3	3

să vegezeze foarte bine și în condiții extreme.

Analiza desimii pe clase de vegetație indică valori mari pentru zona studiată, aspect caracteristic stadiului succesiunii (tabelul 3). Valoarea maximă a desimii se observă în clasa *Populus-Carpinus*, cea minimă fiind înregistrată în clasa *Corylus-Carpinus*. Pentru numărul de tulpini la hectar, clasa *Populus-Carpinus* (40267 ha^{-1}) are cea mai mare valoare, alături de *Corylus-Carpinus*, datorită capacității de lăstărire mai pronunțată a speciilor din aceste clase. În contrast, numărul de tulpini scade în clasele în care apare păducelul.

Valoarea biomasei verzi la hectar este specifică stadiului pionier al succesiunii primare ($15674,41 \pm 4,48 \text{ kg ha}^{-1}$), datorită asocierii speciilor cu înălțimi și diametre mici. Totuși, aceasta variază pe suprafața studiată, în funcție de complexitatea structurii claselor (*Corylus-Carpinus* - $16005,53 \pm 4,20 \text{ kg ha}^{-1}$,

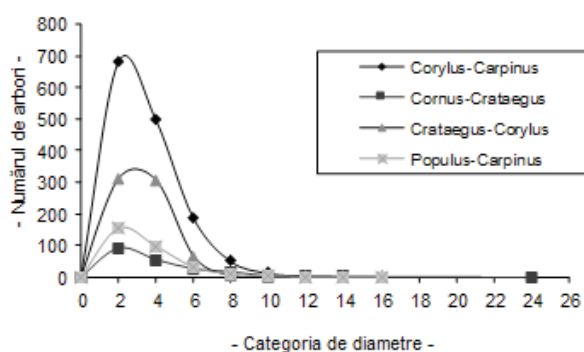


Figura 5 Distribuția numărului de arbori pe categorii de diametre pe clasele de vegetație

Cornus-Crataegus - $12013,33 \pm 4,06 \text{ kg ha}^{-1}$, *Crataegus-Corylus* - $15389,50 \pm 4,46 \text{ kg ha}^{-1}$, *Populus-Carpinus* - $18329,33 \pm 6,16 \text{ kg ha}^{-1}$).

Pentru clasele de vegetație valoarea cea mai mică se înregistrează în clasa *Cornus-Crataegus*, fapt datorat asocierii arbuștilor (sânger, păducel), care nu ating valori mari ale înălțimii și diametrelor, iar cea mai mare în *Populus-Carpinus*, unde întâlnim speciile de arbori (plop, carpen) cu capacitate și vigoare de creștere mai mare, care au un aport superior în ceea ce privește producția de biomasă.

Sub aspectul complexității structurii, clasele de vegetație se diferențiază prin valorile biomasei, diversității specifice, numărului mediu de tulpini pe individ (tabelul 4). Biomasa indică o ierarhizare normală a claselor de vegetație din punctul de vedere al evoluției succesionale, înregistrând o creștere de la structuri simple (asociații arbustive), la structuri complexe, formate din asocierea speciilor de arbori.

Numărul mediu de tulpini pe individ exprimă capacitatea speciilor de regenerare vegetativă, din acest punct de vedere fiind avantajate clasele formate din specii arbustive, excepție făcând păducelul care are o capacitate redusă de lăstărire.

Indicele Shannon indică valori medii ale diversității, aspect caracteristic stadiului de evoluție al succesiunii (tabelul 5). Clasa cu cea mai mare diversitate specifică este *Cornus-Crataegus*, la polul opus situându-se clasa *Crataegus-Corylus*. Entropia maximă nu urmează

Tabelul 3 Variația numărului mediu de indivizi și tulpini pe clase de vegetație

Nivel de măsurare	Clasă	Indivizi ha^{-1}
Indivizi	<i>Corylus-Carpinus</i>	12750
	<i>Cornus-Crataegus</i>	12933
	<i>Crataegus-Corylus</i>	14200
	<i>Populus-Carpinus</i>	17867
Tulpini	<i>Corylus-Carpinus</i>	36800
	<i>Cornus-Crataegus</i>	26133
	<i>Crataegus-Corylus</i>	35950
	<i>Populus-Carpinus</i>	40267
Indivizi	Întreaga suprafață	13667
Tulpini	Întreaga suprafață	35853

aceeași tendință, fapt datorat distribuției speciilor pe clase. Valoarea potențială maximă a diversității se atinge în clasa *Corylus-Carpinus*, iar cea minimă în *Populus-Carpinus*. Clasa *Crataegus-Corylus* are diversitatea cea mai mică, dar valoarea entropiei maxime superioară clasei *Populus-Carpinus*, fapt datorat supremației păducelului, care inhibă dezvoltarea altor specii.

Discuții

Specii participante și relația cu factorii de mediu

Analiza compoziției a relatat prezența unui număr de 17 specii lemnoase, o situație similară fiind întâlnită în studiul efectuat pe Dealul Radu, geografic din aceeași zonă a Obcinilor Bucovinei (Cenușă et al. 2004). S-a constatat prezența a trei specii principale - alun, păducel, plop, carpen alături de care s-au mai identificat specii de asociație - sânțer, măceș, jugastru, dar și fag, care se instalează în urma speciilor pioniere, dezvoltându-se la adăpostul acestora, fiind o specie de umbră.

Factori precum insolația, panta, expoziția, altitudinea influențează foarte puternic procesul de instalare a speciilor și colonizarea unor

terenuri degradate. Creșterea pantei odată cu scăderea în altitudine, respectiv scăderea numărului de indivizi și tulpini odată cu creșterea altitudinii, dau informații asupra condițiilor ecologice și a factorului antropic (pășunat). Datorită pășunatului intens, speciile care lăstăresc puternic vor forma mai multe tulpini, fapt care indică o vârstă mai mare a speciilor prezente în compoziție. Astfel, se poate considera că procesul de instalare a vegetației forestiere a început din partea inferioară. O altă explicație a variației numărului de tulpini ar putea fi influența condițiilor mai grele de vegetație din partea inferioară a zonei studiate și a competiției interspecifică accentuate, ca răspuns al speciilor cu strategie ecologică de tip *r*.

Corelația numărului de specii cu numărul de tulpini al speciilor alun, brad, păducel, este de asemenea rezultatul competiției interspecifică și se caracterizează prin variația diversității specifice în funcție de prezența unora din acestea în clasele de vegetație. Corelația pozitivă a numărului de specii cu numărul de tulpini pentru speciile alun și brad, ne indică creșterea diversității în clasele în care alunul predomină, și chiar apariția speciilor rare (brad). În opoziție corelația negativă dintre numărul de tulpini ale păducelului și celelalte variabile exprimă reducerea numărului de specii în clasele în

Tabelul 4 Diferențierea claselor de vegetație după gradul de complexitate al structurii în raport cu caracteristicile biometrice

Caracteristici biometrice	<i>Cornus-Crataegus</i>	<i>Crataegus-Corylus</i>	<i>Corylus-Carpinus</i>	<i>Populus-Carpinus</i>
Biomasă	1	2	3	4
Diversitate	4	1	2	3
Nr. mediu de tulpini pe individ	2	2,5	2,9	2,2

Tabelul 5 Diversitatea specifică

Clasă/Indicator	Indicele Shanon (H')	Entropia maximă (H_{max})
<i>Corylus-Carpinus</i>	1,41	4,00
<i>Cornus-Crategus</i>	1,84	3,16
<i>Crataegus-Corylus</i>	1,02	3,00
<i>Populus-Carpinus</i>	1,58	2,80

care acesta predomină, datorită caracterului de plantă puternic competitoră, invadantă și adaptată la pășunatul intensiv. Acest fapt poate fi explicat și de variația condițiilor de vegetație, fiind posibil ca datorită acestora, păducelul să fi ocupat suprafețe pe care unele specii prezente în compoziția generală a zonei studiate nu pot vegeta, sau nu sunt competitive. O analiză a solului ar fi putut contribui la explicarea acestor aspecte.

Clasificarea vegetației. Aplicarea analizei cluster asupra compoziției a dus la identificarea a patru clase de vegetație, care se diferențiază spațial, prin compoziție, diversitate, desime și condiții microstaționale variabile, aspecte evidențiate și de Cristea et al. (2004) și care sugerează studiul acestor grupări vegetale pentru evidențierea modului de asociere și evoluție, în scopul reconstrucției ecologice sau al conservării biodiversității.

Condițiile ecologice. Variația valorilor reprezentative ale categoriilor ecologice pe clase de vegetație indică posibile schimbări ale caracteristicilor solului, ceea ce ar putea explica una din cauzele apariției insulare a unor specii pe suprafața studiată. S-a observat că, clasele *Crataegus-Corylus* și *Populus-Carpinus* ocupă zonele afectate de uscăciune, un indicator al caracteristicilor lor xeromezofile. Un rol important îl are păducelul, care poate vegeta fără probleme în condiții de uscăciune, fiind astfel candidatul perfect pentru aceste condiții. Clasele reprezentate de prezența predominantă a alunului răspund unor condiții mezofile, cu o reacție a solului mai apropiată de cea bazică și cu fertilitate ridicată, fapt evidențiat de prezența acestora în partea superioară a zonei, pe care valorile pantei sunt mai mici, influențând astfel capacitatea de retenție a apei și procesele de solificare.

Caracteristici biometrice. Caracteristicile biometrice indică o uniformizare a structurii diametrelor pe clasele de vegetație, aspect explicat prin competiția pentru lumină dintre specii, creșterea în diametru fiind redusă în acest stadiu în comparație cu cea a înălțimii. Înălțimea medie și abaterea standard a acestor

pe clase, înregistrează variații reduse, indicând o distribuție omogenă a înălțimilor. Omogenitatea distribuției înălțimilor în clasa *Crataegus-Corylus* se poate explica prin prezența păducelului, cu o capacitate scăzută de regenerare vegetativă în comparație cu celelalte specii. Etajarea vegetației din zona studiată datorită prezenței speciilor de arbori din clasa *Populus-Carpinus*, cu înălțimi mai mari decât ale arbuștilor, are ca efect diminuarea competiției pentru lumină, din acest punct de vedere cea mai omogenă distribuție a înălțimilor înregistrându-se la plop.

În stadiile incipiente ale succesiunii primare pășunatul intensiv încetinește evoluția succesiunii (Walker și Del Moral 2003), dar de asemenea susține regenerarea vegetativă a speciilor pioniere, acest fenomen venind ca răspuns la factorii de stress. Astfel, probabil că pășunatul a contribuit la declanșarea regenerării vegetative a speciilor mai puțin adaptate la acest tip de disturbantă, efectul fiind diferențierea claselor de vegetație sub raportul structurii diametrelor.

Studiul desimii arată caracterul pionier puternic al plopului, care prin numărul mare de indivizi, devine specie dominantă în clasa din care face parte. Analiza numărului de tulpini la hectar are valoare de două ori mai mare în clasa *Populus-Carpinus*, în comparație cu clasele din care face parte păducelul.

Diferențierile dintre clase se reflectă și în valorile biomasei verzi, coeficienții de variație având valori mari, datorită existenței tulpinilor indivizilor de specii și vârste variabile aspect specific stadiului succesional în care se află vegetația din zona studiată.

Caracterizarea diversității. Sub raportul diversității specifice, indicele Shannon exprimă o omogenitate redusă a populațiilor de plante din ecosistemului studiat. Diferența mare dintre valoarea indicelui Shannon și entropia maximă indică distribuția neechitabilă a speciilor din cadrul claselor formate. Singura clasă care se apropie de o distribuție echitabilă a speciilor este *Populus-Carpinus*, menționând totuși că diversitatea maximă are valoare mai

mică decât în celelalte clase, fapt exprimat de caracterul dominant al celor două specii principale (plop, carpen).

Structura claselor de vegetație în raport cu unele caracteristici biometrice. Pe o scară a evoluției vegetației de la structuri simple (tufărișuri, asociații arbustive) la structuri complexe (asociații între arbori), se observă o evoluție normală a biomasei verzi pe clasele de vegetație. În ceea ce privește diversitatea specifică, structurile simple (asociațiile arbustive) prezintă cea mai mare diversitate. În clasa în care predomină păducelul (*Crataegus-Corylus*), scăderea diversității se poate explica prin capacitatea puternic competitivă a acestei specii și prin afinitatea pentru zonele habitatului cu soluri uscate, bogate în schelet, cu pante mari, care influențează negativ retenția apei din precipitații și adaptarea unor specii din compoziție la pășunat. Scăderea numărului mediu de tulpini indică superioritatea structurii asociațiilor dintre arbori, în comparație cu cele dintre arbuști, care pentru a rezista condițiilor se reproduc mult mai intens (regenerare vegetativă), în scopul contracarării mortalității ridicate, datorată eliminării naturale intense din acest stadiu și a influenței pășunatului.

Procesul de migrare a speciilor. Prin studierea caracteristicilor vectorului de răspândire al plantelor lemnoase se poate afla donorul sau locul de unde au migrat speciile pentru a ocupa fitocenoză (tabelul 6).

Pentru suprafața studiată, principalii donori au fost pădurea din apropierea suprafeței studiate, lunca Moldovei și dealul dinspre orașul Gura-Humorului, care au susținut colonizarea

suprafeței degradate cu specii precum carpenul, fagul, alunul, sângerul, care s-au răspândit zoochor sau anemochor.

Putem considera că un câștig de cauză în procesul de colonizare l-au avut speciile răspândite zoochor - *Corylus avellana* L. (alun), *Crataegus monogyna* Jacq. (păducel), *Cornus sanguinea* L. (sânger), acestea având drept vector de răspândire animalele ierbivore care au pășunat în zonă. În acest caz, pe lângă efectul negativ asupra vegetației, acestea au susținut procesul de colonizare, favorizând instalarea speciilor de arbori și arbuști și contribuind astfel la procesul de evoluție a succesiunii primare.

Plopul provine cel mai probabil din zona luncii Moldovei, prin dispersie anemochoră. Deși această specie are o amplitudine ecologică mare, putând vegeta foarte bine pe terenuri degradate, distanța mare a donorului față de suprafața studiată a influențat în mod clar migrația, fapt reflectat în proporția de participare din compoziție, ipoteză susținută și de diametre și înălțimi mari înregistrate la această specie. Apariția izolată a plopului se datorează în principal dispersiei greoaie.

Atractorul reprezintă tipul de pădure la care poate ajunge la un moment dat o succesiune, printr-o evoluție dinamică. Pentru zona studiată, atractorul determinat de condițiile inițiale de degradare ale terenului studiat este reprezentat de tufărișuri de alun (*Corylus avellana*). Majoritatea habitatelor de pe teritoriul țării noastre au drept componentă o asociație vegetală (Doniță et al. 2005), astfel că identificarea habitatelor se face prin recunoașterea

Tabelul 6 Surse și vectori implicate în procesul de migrație al speciilor

Specia	Vector	Donor	Distanța (minimă)(m)
<i>Corylus avellana</i>	Zoochor		
<i>Carpinus betulus</i>	Anemochor	Pădurea de lângă suprafețele	120
<i>Cornus sanguinea</i>	Zoochor	experimentale	
<i>Fagus sylvatica</i>	Zoochor		
<i>Crataegus monogyna</i>	Zoochor	Dealul dinspre orașul Gura-Humorului	200
<i>Populus tremula</i>	Anemochor	Lunca Moldovei	500

fitocenozelor, adică prin studiul speciilor care formează asociația, precum și a caracteristicilor staționale (localizare geografică, altitudine, relief, rocă și sol). Conform acestor caracteristici atractorul de agradare al asociației vegetale din zona studiată poate avea două direcții de dezvoltare (Doniță et al. 2005): (i) Păduri de fag (*Fagus sylvatica*) sud-est carpatice cu *Festuca drymeia* (tip de ecosistem: Făget cu *Festuca altissima* sau Făget cu *Festuca drymeia*) sau (ii) Păduri dacice de fag (*Fagus sylvatica*) și carpen (*Carpinus betulus*) cu *Dentaria bulbifera* (tip de ecosistem: Făget cu carpen cu *Asperula-Asarum-Stellaria*).

Concluzii

Impactul activității umane asupra vegetației a fost analizat într-o zonă de fânețe poziționate pe versanți cu expoziție sudică, cu pante mari și substat friabil, unde pășunatul intensiv a dus la accentuarea fenomenului erozional, finalizat cu declanșarea succesiunii primare a vegetației.

Procesul de colonizare a permis instalarea a 17 specii de arbori și arbuști, dintre care trei specii sunt principale, iar restul sunt de asociație și rare. Acestea au fost separate în patru clase de vegetație, diferențiate prin capacitatea de migrație și prin amplitudinea ecologică a speciilor componente, a strategiei ecologice și prin caracteristicile habitatului. Diversitatea specifică are valori medii, acest fapt datorându-se celor trei tipuri de donori din zonă, un rol în creșterea diversității avându-l chiar pășunatul, majoritatea speciilor prezente în acest stadiu al succesiunii răspândindu-se zoochor. Competiția și apariția speciilor principale care vin și elimină speciile pioniere poate duce la atingerea unei structuri stabile, formată din specii principale, importante din punct de vedere economic și cel mai probabil, ecologic. Conform acestor caracteristici, atractorul de agradare al asociației vegetale din zona studiată poate avea două direcții de dezvoltare: păduri de fag, sau păduri de fag cu carpen. Studii mai

detailiate în acest sens ar putea aduce informații suplimentare pentru valorificarea vegetației instalate pe terenuri degradate.

Bibliografie

- Cenușă R., Teodosiu M., Cenușă E., 2004. Aspecte privind diversitatea și succesiunea în ecosisteme forestiere marginale (Dealul Radu) din Obcinele Bucovinei. *Bucovina Forestieră* 12(1-2): 31-46.
- Constantin C., 1953. Succesiunile formațiunilor vegetale și ale tipurilor de soluri din țara noastră, *Revista pădurilor* 63(2): 7-12.
- Cristea V., Pedrotti F., Gafta D., 2004. Fitosociologie. Presa Universitară Clujeană.
- Doniță N., Popescu A., Paucă-Comănescu M., Mihăilescu S., Biriș I.A., 2005. *Habitatele din România*, Ed. Tehnică Silvică, București, 496 p.
- Elias, L., 1977. *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*, Geobotanisches Institut der ETH, Stiftung Rübel, 208 p.
- Elias, R.B., Dias, E., 2007. The role of habitat features in a primary succession. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* 24: 1-10.
- Fernandez G., 2003. Principal Component Analysis. Web: <http://www.ag.unr.edu/saito/classes/ers701/pca2.pdf>. Accesat mai 2014.
- Godefroid S., Dana E.D., 2007. Can Ellenberg's indicator values for Mediterranean plants be used outside their region of definition? *Journal of Biogeography* 34(1): 62-68.
- Hibbs D.E., 1983. Forty years of forest succession in central New England. *Ecology* 64(6): 1394-1401.
- Horodnic S., 2004. *Elemente de biostatistică forestieră*, Ed. Universității Ștefan cel Mare Suceava, 159 p.
- Huston M., Smith T., 1987. Plant succession: life history and competition. *American Naturalist* 130(2): 168-198.
- Huston, M.A., 1994. *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, USA, 671 p.
- Kimmins, J.P., 1997. *Forest ecology: a foundation for sustainable management*. Prentice-Hall Inc, N.J., USA, 596 p.
- Pașcovschi, S., 1967. *Succesiunea speciilor forestiere*, Editura Agro-Silvică, București, 318 p.
- Powell, D. C. 2000. Potential vegetation, disturbance, plant succession, and other aspects of forest ecology. Technical Publication F14-SO-TP-09-00. Pendleton, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Region, Umatilla National Forest, 88 p.
- Prach, K., Rehoukova, K., 2006. Vegetation succession over broad geographical scales: which factors determine the patterns? *Preslia* 78(4): 469-480.
- Raclaru, P., 1972. *Evoluția și succesiunea vegetației din*

- munții Rarău. Studii și Comunicări Botanice, pp. 205-211.
- Sanda V., Alexiu V., Ștefănuț, S., 2007. Instalarea și succesiunea vegetației naturale în tăieturile de pădure. *Ecosisteme* 19: 15-19.
- Ștefan, P., 1962. Aspecte de degradare și tendințe de succesiune în unele tipuri din pădurea Barboși-Gruianca. *Revista pădurilor* 77(7): 396-399.
- Teodosiu, M., 2012. Structura și dinamica arboretelor de molid din ecosistemele rezervației Giumalău. Rezumatul tezei de doctorat. Universitatea Transilvania Brașov, 71 p.
- Tinsley, H.E.A., Brown, S.D., 2000. Handbook of applied multivariate statistics and mathematical modeling, pp. 3-36.
- Vadim, L., 1968. Procesele de succesiune antropogenă în șleaul de cîmpie din Cîmpia Vlăsiei. *Revista pădurilor* 83(2): 59-61.
- Walker, L.R., Del Moral, R., 2003. Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press, 442 p.

Tablelul 1 Caracterizarea valorilor indicatoare ale speciilor după Landolt (1977)**(U) - Umiditate**

- 1 Indicatoare de secetă extremă, necompetitive pe soluri umede (xerofile).
- 2 Indicatoare de uscăciune, în general necompetitive pe soluri jilave (xeromezofile).
- 3 Plante indicatoare de soluri de la moderat uscate la moderat umede, având amplitudine ecologică mare.
- 4 Indicatoare de umiditate, care evită solurile uscate (mezofile).
- 5 Indicatoare de umiditate permanentă, de soluri saturate în apă (înmlăștinate), evitând soluri umede și uscate (higrofile).
- w Plante indicatoare de soluri pe care umiditatea variază; indică o umiditate medie (amfitolerante).
- u Plante aflate sub apă, permanent sau aproape constant sub apă (hidrofile).

(R) - Reacția solului

1. Indicatoare de aciditate extremă, foarte rar întâlnită pe soluri neutre sau bazice (pH 3-4,5).
2. Indicatoare de aciditate, întâlnită în general pe soluri acide (pH 3.5-5.5).
3. Indicatoare a solurilor moderat acide (pH 4.5-6.5).
4. Plante cu centrul de distribuție pe solurile bazice (pH 5,5-8).
5. Indicatoare a reacției bazice, evită solurile acide (pH > 6,5).

(N) - Nutrienți (azot)

- 1 Indicatoare de soluri nefertile.
- 2 Indicatoare de soluri mai mult sau mai puțin infertile.
- 3 Indicatoare de soluri de fertilitate moderată.
- 4 Plante găsite adesea pe soluri bogate în nutrienți, fertile.
- 5 Indicatoare de soluri extrem de fertile, supra-fertilizate.

(H) - humus

- 1 Indicatoare de soluri lipsite de humus.
- 2 Indicatoare de soluri minerale, cu conținut mic de humus.
- 3 Indicatoare de soluri cu conținut moderat de humus, în cea mai mare parte de tip mull.
- 4 Indicatoare de humus, plante înrădăcinare parțial în sol mineral.

(D) - Conținutul de schelet

- 1 Plante care vegetează pe stânci, bolovăniș, sau pereți stâncoși.
- 2 Plante care vegetează pe moloz, pietriș sau soluri cu o cantitate mare de schelet.
- 3 Indicatoare de soluri bine drenate, bogate în schelet.
- 4 Indicatoare de soluri sarace în schelet.
- 5 Adesea indicatoare de lut sau turbă, sol care indică lipsa de oxigen.
- x Plante care vegetează în ambele condiții (pietre și argilă / turbă).

(L) - Lumina

- 1 Plante care suportă umbrirea, chiar mai puțin de 3%, iluminare relativă.
- 2 Plante de umbra (suportă de multe ori sub 10% iluminare relativă).
- 3 Plante de semi-umbra, suportă în general o iluminare relativă > de 10%.
- 4 Plante indicatoare de lumină, dar care pot avea și caracter de semiumbra.
- 5 Plante de lumină.

(T) - Temperatura

- 1 Plante tipic alpine și arctice, indicatoare de temperaturi scăzute la altitudini mai joase.
- 2 Plante întâlnite în zona montană și boreală.
- 3 Plante cu centrul de distribuție în zona montană, plante cu o sferă largă de răspândire.
- 4 Plante cu centrul de distribuție situat la altitudini joase, din Europa Centrală.
- 5 Plante indicatoare a celor mai calde locuri, cu centrul de distribuție în Europa de Sud.

(K) - Continentalism

- 1 Plante cu centrul de distribuție în regiuni cu climat oceanic: ierni blânde, umiditate ridicată.
- 2 Plante cu centrul de distribuție în regiunile cu climat sub-atlantic: înghețuri târzii, nerezistente la temperaturi extreme.
- 3 Plante distribuite pe scară largă, evitând regiunile cu caracter extrem continental.
- 4 Plante cu centrul de distribuție în regiuni cu climat continental.
- 5 Plante care se găsesc exclusiv în regiuni cu climat continental, rezistente la valori extreme ale temperaturii.