

Suprafața de bioacumulare a speciilor de plante prezente în ariile contaminate

Introducere

Aproape toate plantele au structura modulară (Harper 1977, White 1979). Plantele cu răspândire vegetativă (clonale) cresc prin realizarea unor seturi de unități ale tulpinii și rădăcinii, set numit *ramet*. Un exemplu simplu este producerea de noi sisteme de rădăcini, fiecare cu un sistem de rădăcini atașat, în lungul unui rizom sau stolon (Bell, 1984; Klimeš et al., 1997; Canullo & Falinska, 2003). Deoarece fiecare ramet include ambele tipuri de unități necesare creșterii, poate supraviețui de sine stătător odată stabilit într-un microhabitat potrivit. Modularitatea combinată cu transportul între rameți, oferă plantei posibilitatea să supraviețuiască în mai multe locuri în același timp (Oborny 1994).

Combinată cu alte proprietăți ale creșterii clonale, poate de asemenea să crească performanța individului ramet și creșterea netă a grupului rameților conectați, cunoscuți și sub numele de fragmente clonale (Klimeš & Klimešova, 1999). Se consideră că abilitatea rameților conectați este să se specializeze pentru folosirea resurselor abundente locale, deci permite plantelor o mare flexibilitate în ajustarea abilităților lor relative în vederea folosirii diferitelor resurse. Prin producerea unui număr diferit de unități ale rădăcinii și tulpinii, plantele alocă proporții diferite ale biomasei pentru achiziția luminii pentru fotosinteza versus achiziția apei și resurselor minerale (Stuefer, 1996, 1997). Din punct de vedere fiziologic, plantele clonale funcționează sistemic, resursele fiind transportate din părți ale plantei care se află în arealul bogat în resurse la părți ale plantei aflate în areal sărac în resurse. Această specializare este bazată pe integrarea clonală. În economie, acest tip de specializare se numește “diviziunea muncii” (Alpert & Stuefer 1997, Charpentier & Stuefer 1999).

Creșterea clonală este larg răspândită între plante, diversitatea formelor de creștere clonală este mare și contribuie în mod semnificativ la structurarea vegetației. Plantele clonale au impact considerabil în mecanismele de existență ale speciilor în comunitățile vegetale integroare, în determinarea diversității specifice, ecosistemice (Falinska, 1998; Cornwell & Grubb, 2003). Succesul speciilor în colonizare depinde de compoziția floristică a biotopurilor în care s-au stabilit. Ele pot coloniza singure sau însoțite de alte specii. Tipul de mozaic al structurii vegetației este cauzat de adaptarea creșterii plantelor prin multiplicarea unităților structurale ale unui individ (genet) (Falińska 1998). Tipul de creștere are semnificație socială: nu un individ ci un grup de indivizi este în competiție cu speciile vecine și acest fapt determină o anumită structură a populațiilor de plante (Czarmecka 1998). Multitudinea condițiilor de mediu care variază în spațiu și timp, este cauza variatei distribuții spațio-temporale a vegetației la nivel de micro-și macroscază (Kroon de et al., 1994; Kroon de et al., 2005, Silvertown & Charlesworth, 2005).

Forma de viață este considerată tipul de plantă având același fel de adaptare morfologică sau/și fiziologică la un anumit factor de mediu. Forma de creștere reprezintă tipul de plantă cu aceeași morfologie (arhitectură), concept liber astfel de idea de adaptare. Pentru autecologia comparativă este necesar să existe parametri universali care să permită descrierea modelelor morfologice a diferitelor tipuri de creștere. Comportamentul spațial este un parametru (trăsătură) responsabil pentru dinamica spațială, fiind printre caracteristicile cele mai importante care pot fi folosite în modele deterministe ale dinamicii comunităților vegetale (Kull, 1995). În pajiști majoritatea speciilor sunt clonale, acest fapt având un impact considerabil asupra mecanismelor de coexistență ale speciilor (Herben & Suzuki, 2002).

O caracteristică/trăsătură este o proprietate distinctă, cantitativă a unui organism, măsurată la nivel individual și utilizată la nivelul speciei. Trăsăturile cantitative ale plantelor

sunt extrem de importante pentru înțelegerea ecologiei locale al fiecărui sit. Înălțimea plantelor, arhitectura/morfologia lor adâncimea la care ajung rădăcinile, mărimea frunzelor, etc. Controlează procesele ecosistemice și definesc habitatul altor taxoni (Stokes et al., 2009). Sistemul rădăcinilor ancorează planta în sol și furnizează acces la resursele de apă și nutrienți; astfel, înțelegerea interacțiunii dintre trăsăturile rădăcinilor și procesele fizice din sol va crea posibilitatea inginerilor de a lua decizii adecvate împotriva alunecărilor de teren și nu numai.

Timpul de viață al rametului este principala caracteristică ce determină rata de înlocuire și viteza dinamicii spațiale. Lungimea spacer-ilor reprezintă creșterea anuală medie a rizomului, stolonului, corm, etc. determinând viteza monilității vegetative. Pentru vegetația ierboasă din pajiști, lungimea spacer-ilor (de la tulpina mama la noul ramet) coincide cu creșterea anuală a spacer-ului. Tipurile de spacer-i pot fi diferiți în cadrul aceleiași specii: lăstarii intravaginali și extravaginali la *Festuca* pot avea lungimi diferite. De aceea, ar trebui să nu fie folosită media în măsurare ci frecvența distribuției lungimii spacer-ilor (Kun & Oborny, 2003). Frecvența ramificării rizomilor este variabilă, depinde de disponibilitatea spațiului și se măsoară ca ramet/ramet/an și este un indicator al intensității reproducerii vegetative (Kull, 1995).

Bioacumularea se referă la acumularea substanțelor (chimice, în special metale grele) în organisme (TSHP, 2013).

Material și metodă

În 12 pătrate de 50 x 50 m, fiecare divizat în 25 de pătrate de 10 x 10m, s-au înregistrat toate speciile prezente și procente lor. Au fost selectate cele mai abundente specii deoarece ele oferă o bună reprezentare a comunității vegetale sau ecosistemului luat în studiu și furnizează informații suficiente pentru a ridica la o scară superioară (nivelul comunității) valorile caracteristicilor speciilor (Cornelissen et al., 2003).

Nu am putut calcula mobilitatea speciilor la nivel de micro- sau macrosală, deoarece nu am realizat analiza plantelor în pătrate de lucru fixe timp de mai mulți ani (Aerts et al., 1991; Palmer & Rusch, 2001; Baba, 2005).

Pentru câteva specii am dezgropat indivizi cu rădăcina relativ întreagă din arii cu sol nisipos unde a fost posibilă această acțiune. Speciile au fost aduse în laborator, spălate de pământ și alte resturi vegetale (pentru etalarea cât mai bună a rădăcinii) și fotografiate cu aparat foto Canon. Plantele aduse în laborator, au fost fotografiate pentru măsurarea ulterioară.

Pentru speciile dominante inventariate s-a utilizat baza de date BIOLFLOR astfel: forma și timpul de viață, propagare vegetativă, organe de stocare, tipul de rozete, persistența frunzelor, tipul de reproducere, vector pentru polen, tipul de fruct, tipul de strategie ecologică, hemerobie, urbanitate. Tipul de rădăcină și înălțimea tulpinii au fost preluate din Flora RSR (Săvulescu, 1953-1976).

Suprafața de bioacumulare a fost calculată ținându-se cont de estimarea procentuală a biomasei supraterane a speciilor inventariate și de posibila arhitectură/morfologie a speciilor (din literatură sau experiența proprie) precum și datele din baza de date BIOLFLOR. A fost astfel estimat volumul posibil de sol în care rădăcinile primare și de alte ordine ale speciilor se distribuie și acumulează substanțe. S-a ținut cont de distribuția stolonilor și rizomilor diferitelor specii. La calcularea suprafeței de bioacumulare s-a imaginat un paralelipiped cu baza mare reprezentând aria suprafeței de acoperire a fiecărei specii, iar înălțimea a fost apreciată la 20 cm (0,2 m), aceasta fiind adâncimea păturii formată din majoritatea rădăcinilor de diverse grade ale speciilor respective.

Rezultate și discuții

Numărul de specii înregistrate în cele 12 suprafețe luate în studiu este variabil, în raport de sezonul în care s-a realizat inventarierea, acțiunea impactului antropic (pășunat, poluare), substrat, panta și expoziție (Tabel 1). În arealele impactate de suprapășunat, a fost dificil de identificat fiecare specie în parte, mai ales că multe dintre ele și-au schimbat strategiile de creștere pentru a putea supraviețui.

Tabel 1: Acoperirea diverselor componente în pătratele cu suprafață de 2500 m²

Suprafața de lucru	Număr total specii	Aria acoperită cu vegetație	Rozete/alte specii	Schelet	Mușchi	Sol neacoperit cu vegetație
1	65	2202,4	86,4	8,8	123,8	78,6
2	60	1885,2	125,3	-	68,6	420,9
3	73	1853,1	122,5	-	219	305,4
4	85	1832,3	130,2	-	96,4	441,1
5	28	1809,8	82,4	-	158,7	449,1
6	70	2083,2	182,5	-	47	187,3
7	52	2062,6	68,6	-	34	334,8
8	58	2174,1	80,4	-	116,8	128,7
9	43	2334	17,7	-	40,8	107,5
10	48	2180,2	97,4	19,6	14,8	188
11	63	2249,4	41,7	-	51,4	157,5
12	49	2408,2	11,7	-	35,7	44,4

Trăsăturile/caracteristicile speciilor nu sunt statice ci evoluează în timp odată cu maturizarea plantei. Natura trasaturilor va depinde de procesele de creștere internă dar și de constrângerile din exteriorul plantei (Stoken et al., 2009).

Tamm et al. (2002) au măsurat timpul de viață al rameților, mobilitatea lor vegetativă și intensitatea ramificării la 98 specii de plante ierboase de pășiște. În tabelul 2 prezentăm numai valorile maxime ale măsurătorilor la speciile prezente în aria studiată de pe Valea Ampoiului.

Tabel 2: Maximul măsurătorilor parametrilor de creștere (după Tamm et al., 2002)

Specia	timpul de viață al rameților (ani)	mobilitatea vegetativă (mm/an)	intensitatea ramificării (ramets/ramet an)
<i>Achillea millefolium</i>	1	202	6
<i>Asperula tinctoria</i>	1	237	3
<i>Brachypodium pinatum</i>	1	129	9
<i>Briza media</i>	4	161	5
<i>Calamagrostis epigeios</i>	2	275	5
<i>Campanula persicifolia</i>	2	50	2
<i>Centaurea scabiosa</i>	7	30	3
<i>Cirsium acaule</i>	1	31	3
<i>Dactylis glomerata</i>	3	19	5
<i>Festuca arundinacea</i>	3	90	8
<i>Filipendula ulmaria</i>	3	41	3
<i>Galium mollugo</i>	1	263	6
<i>Galium verum</i>	1	190	8
<i>Geum rivale</i>	8	25	5

<i>Helianthemum nummularium</i>	1	210	11
<i>Hypericum maculatum</i>	1	152	8
<i>Inula salicina</i>	1	330	4
<i>Leontodon hispidus</i>	9	30	3
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3	83	4
<i>Lotus corniculatus</i>	2	70	6
<i>Medicago lupulina</i>	2	30	6
<i>Pimpinella saxifraga</i>	6	13	1,5
<i>Plantago lanceolata</i>	9	4	1
<i>Plantago media</i>	3	3	1
<i>Poa angustifolia</i>	2	190	4
<i>Polygala amarella</i>	1	75	1
<i>Potentilla erecta</i>	5	10	1,33
<i>Prunella vulgaris</i>	1	144	10
<i>Ranunculus repens</i>	2	10	2
<i>Trifolium montanum</i>	17	25	2
<i>Trifolium pratense</i>	3	30	4,5
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	578	6
<i>Veronica officinalis</i>	1	160	4

Tipul de vegetație și numărul de specii nu au nici-o relație statistică cu longevitatea maximă a rameților. Numărul tulpinilor ariene/m² au efectul negativ cel mai puternic asupra caracteristicilor; densitatea tulpinilor are relație negativă cu mobilitatea vegetativă. Parametri creșterii clonale diferă semnificativ în raport de ecosistem (Tamm et al., 2002).

Adâncimea la care se găsesc rădăcinile plantelor este foarte greu de estimat. Măsurarea lăstarilor subterani la specia *Dianthus callizonus* a scos în evidență faptul că lungimea lor este diferită în raport de adâncimea la care este localizată tulpina subterană și de structura substratului care poate funcționa ca o barieră în calea ieșirii lor la suprafața (pietre mai mari pe care trebuie să le ocolească). Astfel, lăstarii subterani pot să aibă lungimi cuprinse între 0,01 cm și 12 cm. Considerăm că numărul lăstarilor subterani și lungimea lor variază în raport de structura substratului, condițiile de mediu și de impactul la care este supus individul, adică de biomasa de la suprafața solului. Lungimea lăstarilor subterani poate aproxima adâncimea la care se găsesc rizomii speciei (Onete, 2011).

Biomasa rădăcinilor este diferită în diferiți biomi. Astfel, în pajiștile din zonele temperate, pe o arie de 9×10^6 km² biomasa totală a rădăcinii este de 14×10^9 Mg, biomasa rădăcinilor secundare vii este de $13,6 \times 10^9$ Mg iar suprafața lor este de $71,2 \times 10^7$ km² (Jackson et al., 1997).

Crataegus monogyna (păducel) arbust crescut pe sol brun nisipos-argilos poate avea diametrul rădăcinii în punctul de ramificare de 7-62 (medie de 21,6) mm, lungimea medie a rădăcinii de 1290 mm. *Quercus robur* (stejar) arbore crescut pe același sol brun nisipos-argilos poate avea diametrul rădăcinii în punctul de ramificare de 2-9 (medie de 5.4) mm, lungimea medie a rădăcinii de 360 mm (Stokes et al., 2009).

Structura solul poate fi afectată de călcatul animalelor până la o adâncime de 10 cm. Trifoiul alb (*Trifolium repens*) formează un număr mare de noduri ale rădăcinii în primăvară și apoi vara mai târziu, când este mai umed, formează rădăcini adventive. Densitatea lungimii rădăcinii (măsurată în cm/cm³) poate fi de 0,44 în iunie, 0,61 în septembrie și 0,39 în

octombrie; lungimea specifică a rădăcinii (măsurată în m g) poate fi 17,3 în iunie, 20,8 în septembrie și 11,8 în octombrie. Cel mai mare număr de rădăcini au fost găsite în stratul de suprafață al solului; la o adâncime mai mare de 15 cm a fost găsită doar 1 rădăcină/cm². Rădăcinile mai lungi cresc în fisuri ale solului (Vidrih, 2013)

Comparând speciile de plante apropiate taxonomic, se observă secvențe ale formelor de creștere, de la plante în perinițe și specii cu aglomerări de tulpini până la specii cu rizomi care se întind lax pe suprafețe mari. Aceste tipuri diferă vizual considerabil și pot fi rezultatul unui singur parametru variabil – lungimea rizomului (spacer-ilor) unui ramet. De exemplu, specii aparținând genului *Carex* pot crește: în perinițe (*C. caespitosa*), aglomerări dense (*C. ornithopoda*) sau covoare întinse și laxe (*C. disticha*). Astfel, la diferite specii de *Carex* lungimea spacer-ilor poate varia de la 0,2 cm la 40 cm (Soukupova 1990).

În comunități sărace în specii, *Agrostis capillaris* are biomasa supraterană mai mică decât cea subterană (Wildová, 2004). De asemenea, longevitatea rameților diverselor specii și mărimea rizomilor este diferită chiar și în cadrul aceleiași specii (Tabel 3)

Tabel 3 Atribute ale creșterii clonale și caracteristicile distribuției spațiale a unor specii (după Wildová, 2004) prezente în ariile studiate de noi

Specia	Longevitatea rameților	Mărimea rizomului	Relații între biomasa subterană și supraterană
<i>Achillea millefolium</i>	mică	Lung, scurt	Nu diferă
<i>Agrostis capillaris</i>	mică	lung	Mai multă subterană
<i>Hypericum maculatum</i>	mică	lung	Mai multă subterană
<i>Nardus stricta</i>	mare	scurt (lung)	Mai multă supraterană
<i>Poa pratensis</i>	mică	Lung, scurt	Mai multă subterană
<i>Rumex acetosella</i>	mică	scurt (lung)	Mai multă supraterană
<i>Trifolium repens</i>	-	lung	Mai multă subterană
<i>Veronica chamaedrys</i>	mică	lung	Mai multă subterană

Observațiile noastre în teren, în urma dezgopării unor specii dominante în arealele studiate, au evidențiat lungimi diferite ale rizomilor și stolonilor, rădăcinilor principale și secundare (Figura 1), îngreunând astfel posibilitatea estimării volumului de sol ocupat de biomasa subterană și capacitatea de bioacumulare a acestor specii. Rizomii speciei *Rumex acetosella* pot avea spacer-i foarte lungi chiar de 1 m. La specia *Genista sagittalis*, rădăcina principală este pivotantă, de mai mult de 30 cm lungime, lemnoasă, iar rizomii subterani au spacer-i mai scurți sau mai lungi formând astfel la suprafața solului tufe de diferite dimensiuni. Specia *Agrostis capillaris* are biomasa subterană și supraterană dezvoltată diferit în raport de habitat.

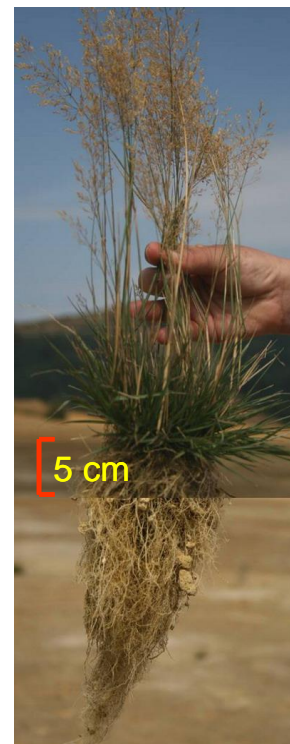


Figura 1: Caracteristici morfologice analizate *in situ* ale speciilor: *Rumex acetosella* (stanga sus), *Genista sagittalis* (dreapta sus) și *Agrostis capillaris* (stanga și dreapta jos)

În figura 2 se observă că lungimea spacer-ilor este diferită în raport de specie, *Agrostis capillaris* dezvoltând noi tulpini la distanța mică (10-15 cm) față de planta mamă formând perinițe mai mult sau mai puțin laxe în raport de habitat. *Rumex acetosella* are spacer-i lungi, acoperind o suprafață foarte mare de sol (vezi și figura 1) cu lungimi variabile (20 – 50 cm). Ambele specii au rădăcinile în suprafața de 20 cm adâncime a solului.

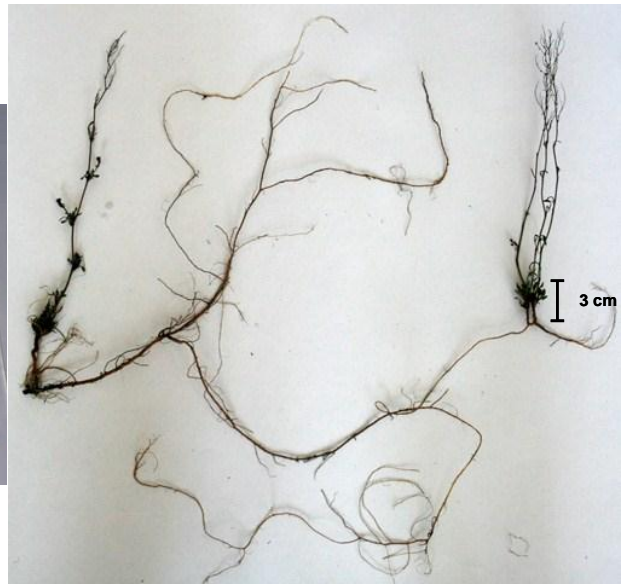


Figura 2: Analiza in laborator a morfologiei speciilor: *Agrostis capillaris* (sus stânga), *Rumex acetosella* (sus dreapta), *Matricaria recutita* (jos stânga), *Trifolium repens* (jos dreapta)

Unele rădăcini, mai rar ajung la adâncime mai mare de 20 cm în sol..

Chiar și la speciile cu alt tip de organ subteran (Tabel 4) putem aproxima adâncimea de maximum 20 cm ca fiind adâncimea până la care ajung majoritatea rădăcinilor formând astfel

o pătură subterană foarte densă (acest fapt nu permite separarea în teren a rădăcinilor individuale ale anumitor specii).

Cele mai multe specii din pajiștile analizate sunt hemicriptofite și perene, având organe subterane care le ajută la răspândirea pe suprafețe mai mari decât la speciile anuale. Cele mai multe specii se înmulțesc prin semințe și vegetativ.

Acoperirea speciilor dominante și suprafața lor estimată de bioacumulare (Tabel 5) diferă în raport de plotul analizat și de data la care s-au făcut inventariile speciilor. Astfel se observă că *Agrostis capillaris*, *Nardus stricta*, *Rumex acetosella* și *Trifolium pratense* sunt speciile cu acoperirea cea mai mare. Adicional, acoperirea speciilor dominante și suprafața lor estimată de bioacumulare variază și în funcție de impactul antropic din zonă, în special suprapășunatul și poluarea.

Speciile dominante nu sunt prezente în toate ploturile analizate, acoperirea lor fiind foarte mare în unele dintre ele (Tabelul 5). În Tabelul 4, au fost identificate caracteristicile speciilor dominante dar și a unor specii prezente în listele realizate în urma inventarierii, pentru a oferi o imagine mai bună asupra formelor și timpului de viață, propagării vegetative, tipului organelor de stocare, tipului de rozete, persistenței frunzelor, tipului de reproducere și a strategiei ecologice, tipului organelor subterane și înălțimii indivizilor. Acești parametri vor fi analizați statistic și este posibil să fie folosiți în programe de simulare a scurgerilor de suprafață și subterane în vederea prevenirii și eradicării eroziunii.

Tabel 4: Trăsături/caracteristici ale speciilor dominante din ploturile analizate (dupa BIOLFLOR si Flora RSR)

specia	forma de viata	timpul de viata	propagare vegetativa	tipul organelor de stocare	tipul de rozete	persistenta frunzelor	tipul de reproducere	tipul strategiei ecologice	tipul de organ subteran	inaltimea tulpinii (cm)
<i>Achillea millefolium</i>	H	p	a	a	h	i	sv	c	rizom repent, oblic sau orizontal cu stoloni	20 – 80
<i>Agrimonia eupatoria</i>	H	p	-	rh	h	s	s	c	rizom scurt, tarator, simplu sau ramificat	10 – 30 (100)
<i>Agrostis capillaris</i>	H	p	a	a	h	s	sv	csr	rizom scurt, repent, tufos ramificat, cu stoloni aerieni adesea lungi, radicanti cu fascicule dese de lastari, adesea cu stoloni subterani	20 – 150
<i>Anagallis arvensis</i>	T	a	-		g	s	s	r		5 -30 (40)
<i>Bromus sterilis</i>	T	a	-		h	w	s	cr		20 – 30 (90)
<i>Carlina acaulis</i>	H	b+h	-		h	i	s	csr	radacina pivotanta	(2) 10 – 50 (80)
<i>Centaurea triumfetti</i>	H	p	p	p	h		s	c	-	5 – 25
<i>Centaureum erythraea</i>	T – Ht	a+b	-		h	w	s	sr		10 – 50
<i>Cerastium arvense</i>	Ch	p	a	a	e	i	sv	cr		5 – 30
<i>Cichorium intybus</i>	H	p	-	p+r	h	s	s	c		40 – 100
<i>Crataegus monogyna</i>	Ph	p	-		r	s	s	c		<800
<i>Daucus carota</i>	H	b+h	-	r	h	i	s	cr	radacina pivotanta, putin ramificata	50 – 80 (200)
<i>Echium vulgare</i>	Ht	b+h	-	r	h	i	s	cr	radacina pivotanta 6 – 15 cm grosime	25 – 100
<i>Euphorbia cyparissias</i>	H	p	ws	p	r	s	sv	csr	rizom oblic, ramificat si lignificat cu stoloni repenti	<50
<i>Euphrasia stricta</i>	T	a	-		r	s	s	r		50 – 40 (75)
<i>Galium verum</i>	H	p	a	a+p	r	s	sv	cs		10 – 30
<i>Genista tinctoria</i>	Ch	p	-		r	s	s	cs	radacina pivotanta	(10) 30 – 60 (100)
<i>Hieracium pilosella</i>	H	p	a	rh	g	i	sv	csr	rizom orizontal, gros, stoloni aerieni lungi	5 -30 (50)
<i>Holcus lanatus</i>	H	p	a	a+h	h	i	sv	c	radacini fasciculate	30 - 100

<i>Knautia arvensis</i>	H	p	-	p+r	h	s	s	c	rizom alungit, ramificat	30 – 100 (150)
<i>Leucanthemum vulgare</i>	H	p	ar	ar	h	i	sv	c	rizom noduros, oblic sau orizontal	(9) 20 – 100 (130)
<i>Lotus corniculatus</i>	H	p	ws	p	r	s	ssv	csr	rizom vertical, ramificat	15 – 55
<i>Medicago lupulina</i>	T – H	a+b+p	-	p+r	h	i	sv	csr	radacina pivotanta, 1 – 3 (5) dm lungime	10 – 60 (75)
<i>Minuartia verna</i>	Ch	p	-	p	r	i	s	s		5 – 15
<i>Nardus stricta</i>	H	p	rh	h+rh	g	i	v v s	cs	rizom scurt, repent, ramificat	10 – 30
<i>Onobrychis arenaria</i>	H	p	-	p	r	s	s	cs		30 – 75 (100)
<i>Plantago lanceolata</i>	H	p	rp+ws	rp	g	s	ssv	csr	rizom premors, radacini numeroase	5 – 50
<i>Polygala amara</i>	H (Ch)	p	-	p	h	i	s	csr	radacina fuziforma, rizom ramificat	5 – 20
<i>Prunella vulgaris</i>	H	p	a	a	r	i	sv	csr	rizon repent sau oblic	8 – 40 (50)
<i>Rosa canina</i>	Ph	p	-		r	s	s	c		200 – 300
<i>Rumex acetosella</i>	H	p	ws	p	h	i	sv	csr		
<i>Rumex crispus</i>	H	p	rp	r+rp	h	i	sv	c		
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	Ht – H	p	-	r+p	h	i	s	csr		50 -95
<i>Setaria viridis</i>	T	a	-		h	s	s	r		5 – 60 (100)
<i>Taraxacum officinale</i>	H	p	-	p+r	g	s	s	csr	rizom vertical, carnos, ramificat, cu capul gros	50 – 70 (100)
<i>Trifolium pratense</i>	H	p	-	p+r	h	i	s	c	radacini pivotante, ramificate, multicapitate	30 – 70 (100)
<i>Trifolium repens</i>	H	p	a	a+r	h	i	sv	csr	radacina pivotanta ramificata	<30

Legenda: H – hemicriptofite, T – terofite, Ht – hemiterofite; Ch – camefite; Ph – fanerofite;
a – anual; b – bianual; h – multianual-hapaxantic; p – multianual-polacantic
r – plante fara rozete; h- plante cu hemirozete; g – plante cu rozete
v – verzi primăvara; s - verzi vara; w – verzi peste iarna; i – verde tot timpul (sempervirente);
c – competitor; r- ruderal; s – stres-tolerant
s – prin seminte; ssv – mai mult prin seminte si rar vegetativ; sv – prin seminte si vegetativ; vvs – mai mult vegetativ si mai rar prin seminte.

Tabel 5: Acoperirea speciilor dominante (m.p.) și suprafața estimată de bioacumulare (m.c.)

Specia	Acoperire/ suprafata estimata	Numarul plot											
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
<i>Achillea millefolium</i>	(m.p.)	29,000	124,900	47,100	99,100	43,000	105,400	25,100	142,000	350,000	174,200	239,000	179,000
	(m.c.)	168,200	3120,002	443,682	1964,162	369,800	2221,832	126,002	4032,800	24500,000	6069,128	11424,200	6408,200
<i>Agrostis capillaris</i>	(m.p.)	-	108,300	283,200	562,100	957,000	867,100	7,800	292,300	337,000	295,700	109,700	247,000
	(m.c.)	-	2345,778	16040,448	63191,282	183169,800	150372,482	12,168	17087,858	22713,800	17487,698	2406,818	12201,800
<i>Bromus sterilis</i>	(m.p.)	-	2,900	0,500	-	-	-	12,600	1,000	0,600	1,200	142,600	5,800
	(m.c.)	-	1,682	0,050	-	-	-	31,752	1,000	1,000	1,000	4066,952	6,728
<i>Carex sp.</i>	(m.p.)	216,000	69,600	119,500	19,900	0,300	3,600	2,000	0,300	5,500	9,400	15,200	36,200
	(m.c.)	9331,200	968,832	2856,050	79,202	0,018	2,592	0,800	0,018	6,050	17,672	46,208	262,088
<i>Centaurea triumfetti</i>	(m.p.)	4,000	-	-	-	3,400	61,200	1,800	4,500	5,600	124,200	32,300	88,000
	(m.c.)	3,200	-	-	-	2,312	749,088	0,648	4,050	6,272	3085,128	208,658	1548,800
<i>Cichorium intybus</i>	(m.p.)	-	20,800	0,500	4,100	-	21,100	0,500	2,500	2,500	8,700	3,600	8,000
	(m.c.)	-	86,528	0,125	3,362	-	89,042	0,050	15,620	15,620	15,138	2,592	12,800
<i>Cirsium arvense</i>	(m.p.)	42,000	-	0,700	5,600	-	0,200	-	0,300	-	0,200	0,100	-
	(m.c.)	352,800	-	0,343	6,272	-	0,004	-	0,018	-	0,004	0,002	-
<i>Convolvulus arvensis</i>	(m.p.)	55,100	0,800	7,400	1,400	3,400	18,800	-	-	-	-	0,100	-
	(m.c.)	607,202	0,128	10,952	0,392	2,312	70,688	-	-	-	-	0,002	-
<i>Crataegus monogyna</i>	(m.p.)	33,000	0,700	0,600	37,600	-	79,100	82,800	16,200	1,900	4,700	8,500	0,200
	(m.c.)	217,800	0,098	0,072	282,752	-	1251,362	1371,168	52,488	0,722	4,418	14,450	0,004
<i>Daucus carota</i>	(m.p.)	41,200	93,400	74,600	3,700	-	3,500	1,400	71,200	5,200	0,700	0,800	4,500
	(m.c.)	339,488	1744,712	1113,032	2,738	-	2,450	0,392	1013,888	5,408	0,098	0,128	4,050
<i>Euphorbia cyparissias</i>	(m.p.)	-	23,000	14,100	8,700	0,400	0,500	54,000	6,400	8,700	12,200	10,800	13,700
	(m.c.)	-	105,800	39,762	15,138	0,032	0,050	583,200	8,192	15,138	29,768	23,328	37,538
<i>Festuca sp.</i>	(m.p.)	-	132,200	45,800	10,600	16,000	47,800	2,900	12,800	-	3,500	4,800	6,900
	(m.c.)	-	3495,368	419,528	22,472	51,200	456,968	1,682	32,768	-	2,450	4,608	9,522
<i>Galium verum</i>	(m.p.)	29,000	0,900	0,600	5,600	3,000	23,600	15,100	17,700	2,100	57,500	33,200	21,600
	(m.c.)	168,200	0,162	0,072	6,272	1,800	111,392	45,602	62,658	0,882	661,250	220,448	93,312
<i>Genista sagittalis</i>	(m.p.)	46,000	-	-	-	3,400	34,300	4,000	0,800	-	7,600	0,400	37,500
	(m.c.)	423,200	-	-	-	2,312	235,298	3,200	0,128	-	11,552	0,032	281,250

<i>Genista tinctoria</i>	(m.p.)	204,000	8,800	1,200	24,700	6,100	31,200	8,300	1,400	85,500	68,300	43,600	19,700
	(m.c.)	8323,200	15,488	0,288	122,018	7,442	194,688	13,778	0,392	1462,050	932,978	380,192	77,618
<i>Hieracium pilosella</i>	(m.p.)	11,100	-	-	1,000	84,900	5,900	133,200	429,000	493,000	87,500	316,500	297,600
	(m.c.)	24,642	-	-	0,200	1441,602	6,962	3548,448	36808,200	48609,800	1531,250	20034,450	17713,152
<i>Juncus inflexus</i>	(m.p.)	20,000	198,200	145,000	225,000	-	0,100	-	-	-	-	-	-
	(m.c.)	80,000	7856,648	4205,000	10125,000	-	0,002	-	-	-	-	-	-
<i>Lotus corniculatus</i>	(m.p.)	15,200	113,100	22,000	21,000	3,700	30,100	3,500	36,200	188,000	13,100	28,200	138,000
	(m.c.)	46,208	2558,322	96,800	88,200	2,738	181,202	2,450	262,088	7068,800	34,322	159,048	3808,800
<i>Medicago lupulina</i>	(m.p.)	19,200	177,500	27,300	19,700	11,700	31,800	92,500	93,000	50,900	91,000	133,000	-
	(m.c.)	73,728	6301,250	149,058	77,618	27,378	202,248	1711,250	1729,800	518,162	1656,200	3537,800	-
<i>Nardus stricta</i>	(m.p.)	0,700	0,100	-	-	2,500	-	413,500	499,400	386,500	432,300	323,000	461,500
	(m.c.)	0,098	0,002	-	-	1,250	-	34196,450	49880,072	29876,450	37376,658	20865,800	42596,450
<i>Plantago lanceolata</i>	(m.p.)	15,400	46,100	22,200	43,700	11,000	51,800	8,000	37,800	138,000	155,600	120,500	88,000
	(m.c.)	47,432	425,042	98,568	381,938	24,200	536,648	12,800	285,768	3808,800	4842,272	2904,050	1548,800
<i>Prunella vulgaris</i>	(m.p.)	5,000	47,600	2,000	1,900	-	1,100	3,500	2,800	1,900	10,900	46,600	25,500
	(m.c.)	5,000	453,152	0,800	0,722	-	0,242	2,450	1,568	0,722	23,762	434,312	130,050
<i>Rumex acetosella</i>	(m.p.)	339,000	64,500	280,900	119,300	620,000	105,800	4,300	3,700	1,500	10,700	0,500	-
	(m.c.)	22984,200	832,050	15780,962	2846,498	76880,000	2238,728	3,698	2,738	0,450	22,898	0,050	-
<i>Trifolium pratense</i>	(m.p.)	29,300	259,400	103,900	31,500	1,400	33,600	-	2,500	34,700	2,900	53,000	117,500
	(m.c.)	171,698	13457,672	2159,042	198,450	0,392	225,792	-	1,250	240,818	1,682	561,800	2761,250
<i>Trifolium repens</i>	(m.p.)	51,900	142,900	108,000	42,000	3,100	7,000	0,700	1,600	17,000	-	54,900	75,700
	(m.c.)	538,722	4084,082	2332,800	352,800	1,922	9,800	0,098	0,512	57,800	-	602,802	1146,098

Concluzii

Numărul speciilor înregistrate în cele 12 suprafețe luate în studiu este variabil, în raport de sezonul în care s-a realizat inventarierea, acțiunea impactului antropic (pășunat, poluare), substrat, panta și expoziție.

Adâncimea la care se găsesc rădăcinile plantelor este foarte greu de estimat. Biomasa rădăcinilor este diferită în raport de suprafețele inventariate. Diversele specii formează o „pătură” de rădăcini în primii 20 cm de la suprafața solului, cel mai mare număr de rădăcini a fost găsit în acest strat de suprafață, la o adâncime mai mare de 20 cm se întâlnesc foarte puține rădăcini.

La speciile de plante apropiate taxonomic, există variație în numărul de rizomi și suprafața lor de distribuție, morfologia rădăcinii, etc.; deci nu putem extrapola strategia de creștere și de distribuție a unei specii la altă specie din același gen. De asemenea și longevitatea rameților diverselor specii și mărimea rizomilor este diferită chiar și în cadrul aceleiași specii.

Specia dominantă *Agrostis capillaris* are biomasa subterană și supraterană dezvoltată diferit în raport de habitat.

Unele rădăcini, mai rar ajung la adâncime mai mare de 20 cm în sol..

Acoperirea speciilor dominante și suprafața lor estimată de bioacumulare diferă în raport de plotul analizat și de data la care s-au făcut inventarierea speciilor. Adicional, variază și în funcție de impactul antropic din zonă, în special suprapășunatul și poluarea. Speciile cu acoperirea cea mai mare au fost: *Agrostis capillaris*, *Nardus stricta*, *Rumex acetosella* și *Trifolium pratense*. Numai chiar și prin acoperirea lor mare la nivelul ploturilor, aceste specii au suprafața de bioacumulare cea mai mare în pajiștile de pe valea Ampoiului.

Bibliografie

*** BIOLFLOR database, <http://www2.ufz.de/biolflor/overview/gattung.jsp>

***Toxic Substances Hydrology Program, 2013,

<http://toxics.usgs.gov/definitions/bioaccumulation.html>

- Aerts R., Boot R.G.A., Aart van der P.J.M., 1991, The relation between above-and bellowground biomass allocation patterns and competitive ability, *Oecologia*, 87: 551-559
- Alpert P., Stuefer J.F., 1997, Division of labour in clonal plants. In(Eds.) de Kroon H., van Groenendael J., *The Ecology and Evolution of Clonal Plants*, Backhuys Publishers
- Baba W., 2005, The small-scale species mobility in calcareous grasslands – example for southern Poland, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 74(1): 53-64
- Bell A.D., 1984, Dynamic morphology: a contribution to plant population ecology, in (Eds.) Dirzo R., Sarukhán J. *Perspectives on plant ecology*, Sinauer, Sunderland, 48-65
- Canullo R., Falinska K., 2003, *Ecologia vegetale*, Liguori Editore, Napoli, 423 pag.
- Charpentier A., Stuefer J.F., 1999, Functional specialization of ramets in *Scirpusmaritimus* – Splitting the tasks of sexual reproduction, vegetative growth, and resource storage, *Plant Ecology*, 141:129-136
- Cornelissen J.H.C., Lavorel S., Garnier E., Diaz S., Buchmann N., Garvich D.E., Reich P.B., Steege ter H., Morgan H.D., Jeijen van der M.G.A., Pausas J.G., Poorter H., 2003, A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide, *Australian Journal of Botany*, 51: 335-380
- Cornwell W.K., Grubb P.J., 2003, Regional and local pattern in plant species richness with respect to resource availability, *Oikos*, 100: 417-428

- Czemercka B., 1998, Pattern of plant growth and population spatial dynamics, in (Eds.) Falińska K., *Plant population Biology and vegetation processes*, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, Krakow, 274-316.
- Falińska K., 1998, Vegetation spatial-dynamics patterns and plant life strategies, in: Falinska K., (Eds). *Plant population biology*, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, Krakow, 266-274.
- Fitter A.H., Stickland T.R., 1991, Architectural analysis of plant root systems 2. Influence of nutrient supply on architecture in contrasting plant species, *New Phytologist*, 118: 383-389
- Harper J.L., 1977, *Population Biology of Plants*, Academic Press, London, 892 p.
- Herben T., Suzuki J.-I., 2002, A simulation study of the effect of architectural constraints and resource translocation on population structure and competition in clonal plants, *Evolutionary Ecology*, 15: 403-423.
- Jackson R.B., Mooney H.A., Achulze E.-D., 1997, A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 94: 7362-7366
- Klimeš L., Klimešová J, Hendriks R., Groenendael J., 1997, Clonal plant architecture: a comparative analysis of form and function, in Kroon H., Groenendael J., (Eds). *The ecology and evolution of clonal plants*, Blackhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 1-29.
- Klimeš L., Klimešová J., 1999, CLO-PLA 2 – a database of clonal plants in central Europe, *Plant Ecology*, 141: 9-19.
- Kroon de H., Huber H., Stuefer J.F., van Groenendael J.M., 2005, A modular concept of phenotypic plasticity in plants, *New Phytologist*, 73-82
- Kroon de H., Stuefer J.F., Dong M., During H.J., 1994, On plastic and non-plastic variation in clonal plant morphology and its ecological significance, *Folia Geobot. Phytotax.*, 29:123-138
- Kull K., 1995, Growth form parameters of clonal herbs, *Scripta Botanica*, 9: 106-115.
- Kun Á., Oborny B., 2003, Survival and competition of clonal plants populations in spatially and temporally heterogeneous habitats, *Community Ecology*, 4(1): 1-20.
- Oborny B., 1994, Spacer length in clonal plants and the efficiency of resource capture in heterogeneous environments: A Monte Carlo simulation, *Folia Geobotanica Phytotaxonomica*, 29:139-158.
- Onete M., 2011, *Studiul ecologic al unor populații de Dianthus callizonus și Dianthus gelidus*, Editura Ars Docendi, 236 p.
- Palmer M.W., Rusch G.M., 2001, How fast is the carousel? Direct indices of species mobility with example from an Oklahoma grassland, *Journal of vegetation science*, 12: 305-318
- Săvulescu T., 1953-1976, *Flora RSR*, Editura Academiei RSR, vol 1-13
- Silvertown J, Charlesworth D, 2005, *Introduction in plant population Biology* (4th eds), Blackwell Publishing, London, 347 p.
- Soukupová L., 1990, Coexisting competitors in a sedge-grass marsh, Central Europe. In: Krahulec, F., Agnew, A.D.Q., Agnew, S. & Willems, J.H. (eds.) *Spatial Processes in Plant Communities*, Academia, Prague, 145-159.
- Stokes A., Atger C., Bengough A.G., Fourcaud T., Sidle R.C., 2009, Desirable plant root traits for protecting natural and engineering landslides, *Plant Soil*, 324: 1-30
- Stuefer J.F., 1997, *Division of Labour in Clonal Plants? On the Response of Stoloniferous Herbs to Environmental Heterogeneity*, PhD Thesis, Utrecht University.
- Stuefer J.F., 1998, Two types of division of labor in clonal plants: benefits, costs and constraints, *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1(1): 47-60.
- Tamm A., Kull K., Sammul M., 2002, Classifying clonal growth forms based on vegetative mobility and ramet longevity: a whole community analysis, *Evolutionary Ecology*, 15: 383-401
- Vidrih T., 2013, Soil compaction and growth of roots on grass/white clover pasture, <http://www.fao.org/docrep/v2350e/v2350e0v.htm>
- White J, 1989, The plant as a metapopulation, *Ann. Rev. Ecol. System.*, 10: 109-145.
- Wildová R., 2004, Below-ground spatial pattern of rhizomes in a grassland community and its relevance to above-ground spatial pattern, *Plant Ecology*, 174: 319-336

