

# Pleveli kot bioindikatorji: vzorčenje in uporaba podatkov

## Povzetek

Članek opisuje uporabo plevelnih vrst kot indikatorjev stanja tal, ki je povezano ali z lastnostmi tal (kot sta pH ali tekstura tal) ali z gospodarjenjem s tlemi (zastajanje vode v tleh, premalo ali preveč hranil, zbitost).

Poudariti je treba, da: (i) Tovrstna analiza ne zagotavlja vedno doslednih rezultatov. Odnos med različnimi plevelnimi vrstami in stanjem tal namreč ni vedno jasno začrtan. (ii) Za izvajanje te metode vzorčenja je potrebno nekaj osnovnega botaničnega znanja za identifikacijo plevelov.



dve skupini glede na število zapisov, ki jih jasno povezujejo z določeno lastnostjo tal.

## Samonikle rastline kot bioindikatorji

Cilj te metode je pridobiti informacije o stanju tal v kmetijskem ekosistemu s pomočjo samoniklih rastlin ("plevelov") kot bioindikatorjev.

Številni pleveli rastejo v različnih tleh in okoljih, vendar je za vsako vrsto značilen optimalen nabor razmer, v katerih se pojavijo<sup>(1,2)</sup>.

Po Grimejevi klasifikaciji strategije rastlin<sup>(3)</sup> je za plevelne značilna konkurenčnost drugim rastlinam in sinantropnost (vezanost na razmere, ki jih je sooblikoval človek, op. prev.). Poleg tega so se le nekatere vrste (odporne na stres) sposobne prilagoditi na ekstremne razmere. Za nekatere plevelne vrste je ne glede na njihovo razširjenost značilno, da rastejo v določenih talnih razmerah. Pleveli lahko uporabljamo kot bioindikatorje, če vemo, katere plevelne vrste so povezane z določenimi talnimi razmerami.

Pleveli že dolgo poznamo v vlogi bioindikatorjev. Avtorji so zato sprva analizirali starejše zapise, ki temeljijo pretežno na osnovi pripovedovanj<sup>(4,5)</sup> in slednje združili s sodobnimi znanstvenimi dokazi, ki pa so še precej redki. Nazadnje so pleveli razvrstili v

Plevelne vrste, navedene v najmanj treh različnih virih, v katerih so vedno na isti način povezane z določeno lastnostjo tal, so opredeljene kot "zelo zanesljivi" indikatorji. Plevelne vrste, navedene v dveh različnih virih, so opredeljene kot "srednje zanesljivi" indikatorji. Plevelne vrste so navedene v »Razpredelnice bioindikatorskih rastlinskih vrst«, ki je v prilogi.

Drugi korak je bil razvoj metodologije vzorčenja na polju, ki kmetom in upravljavcem kmetijskih ekosistemov omogoča pridobivanje najbolj uporabnih informacij o plevelih kot indikatorjih stanja tal. Predlagana strategija vzorčenja sicer ni popolna, je pa zadovoljiv kompromis med zahtevnostjo postopka vzorčenja in natančnostjo podatkov. Za natančnejše informacije o stanju tal priporočamo uporabo običajnih postopkov preverjanja tal.

## Raziskovalne metode

Ugotavljanje plevelnih vrst ni vedno preprosto, vendar se izbrane vrste plevelnih bioindikatorjev med seboj v veliki meri razlikujejo, kar bi moralo zmanjšati možnost za napačno klasifikacijo. Pravilna klasifikacija plevelnih vrst je namreč pogoj za uporabo te metode.


### Kdaj vzorčimo

Če se želimo na osnovi vzorčenja odločiti glede načinov uravnavanja zapleveljenosti, običajno plevelne identificiramo že v zgodnji razvojni fazi. Plevelne kot bioindikatorje pa lahko vzorčimo tudi v poznejši fazi rasti (npr. med cvetenjem), saj je takrat lažje prepoznati vrste. V zmernih podnebnih je priporočljivo vzorčiti večkrat na leto: spomladi pred uporabo metod za zatiranje plevela; poleti pred spravilom posevkov; jeseni pred (morebitnim) obdelovanjem tal. Z združevanjem informacij, pridobljenih v treh obdobjih vzorčenja, je mogoče oblikovati jasen prikaz najpomembnejših plevelnih vrst v kmetijskem ekosistemu in hkrati zmanjšati verjetnost, da bi spregledali nekatere sezonsko pomembne vrste s kratkim ravnim ciklom.

### Kje vzorčimo

Plevelne vzorčimo na eni ali več izbranih njivah, predvsem pa na tistih, ki pogosto kažejo znake nepravilnosti stanja tal. Ker pri vrednotenju upoštevamo sestavo plevelne flore in ne le posamezne vrste, je treba vzorčenje izvesti na celotni njivi. Če upoštevamo, da se flora med robom in sredino njive zelo razlikuje, se je pred vzorčenjem priporočljivo sprehoditi ob njivi in prek nje ter usmeriti pozornost na območja, kjer se plevelna sestava nenadoma spremeni. Na podlagi tega se odločimo, ali bomo vzorčili tudi robna območja (npr. ozare).

Field name: TRE PIRI Date: 25/11/2016 Sampler: Stefano



Field area	Dominant species	% soil covered	Soil characteristics	Note
A	CAREX LOSO-CARPA POA ANNUA Plantago MEDICA Cynodon Dactylon	15% 25% 20% 25%	compact soil moist soil E sandy soil: 25+25=40% Z compen: 20+20=40% HUMID & compact soil	Presence of water leaking
B	Cynodon Dactylon URtica dioica Alopecurus pratensis	10% 15% 40%	more sandy soil higher water than A less compacted E low fertility: 10 E sandy soil: 10+25=35	

Primer vzorčnega lista z zbranimi podatki

Foto: Stefano Carlesi

### Pripomočki

- Piročnik za klasifikacijo plevelov;
- mapa, beležka in pisalo;
- list za vzorčenje (glej primer spodaj, prilogo in spletno stran);
- Razpredelnica bioindikatorskih rastlinskih vrst (glej prilogo in spletno stran);
- časopisni papir.

### Terensko delo

1. Temeljito preglejte njivo oziroma površino, na kateri boste vzorčili. Sprehodite se ob njivi in po njej, da si ustvarite predstavo o tem, ali je na območju vzorčenja sestava plevelne flore homogena. Če ni, ugotovite, na katerih podobmočjih je plevelna flora izrazito drugačna. Če se vegetacija na obrobju zelo razlikuje od tiste na njivi (npr. zaradi prisotnosti jarkov, grmičevja, ograj ali drugih struktur), je ne vzorčite.

2. Z ene strani se v cikcaku premikajte proti sredini njive. Zabeležite glavne plevelne vrste in pri vsaki na oko ocenite, kolikšen delež tal pokriva. Na listu za vzorčenje zabeležite glavne vrste, ki ste jih našli na prvem vzorčnem podobmočju (npr. "A"). Postopek ponovite na drugem (npr. "B") in na vsakem nadaljnjem podobmočju vzorčenja.



Vlažna tla z velikim deležem *Poa annua* in *Ranunculus repens*.  
Foto: Stefano Carlesi

### 3. ZABELEŽKE MED VZORČENJEM:

3.1 Svojo raziskavo usmerite v celovit pregled plevelnih vrst in v prevladujoče vrste. Pleveli, ki se pojavljajo le posamično, in redke vrste so zanimivi z botaničnega vidika, a jih ne moremo smatrati za zanesljive indikatorje stanja tal, zlasti ne v močno motenih razmerah, kot so značilne za kmetijske ekosisteme.

3.2 Če na samem polju ne prepoznate nekaterih glavnih vrst, vzemite nekaj primerkov za poznejšo določitev. Rastlino izkopljite skupaj z delom koreninskega sistema. Najbolj ustrezni so primerki s cvetovi in plodovi. Če so rastline prevelike, jih lahko preganete ali vzamete le del. Nato rastlino glede na njene glavne značilnosti začasno poimenujte (npr. "trava z dlakavimi rdečkastimi listi" ali "dvokaličnica z vijoličnimi cvetovi in podolgovato plodnico") in jo zabeležite na list. Rastlino sploščite, ji poravnajte liste in jo položite med dve strani časopisnega papirja. Potem časopisne liste malo obtežite. Tako bo primerek še najbolje ohranil značilnosti žive rastline.

4. Na listu za vzorčenje zabeležite stanje tal na vsakem podobmočju vzorčenja. Osredotočite se na razlike med temi podobmočji glede na naslednje značilnosti:

- tekstura tal (npr. katero podobmočje je bolj peščeno?, katero podobmočje je bolj glineno?);
- zbitost tal (kako težko v tla zarijemo palico?);
- barva tal (npr. katero podobmočje je temnejše?);
- vlažnost tal.

5. Preverite, ali so glavne vrste, prisotne na teh podobmočjih, enoletnice ali trajnice. V primeru negotovosti izvedite preprost preizkus: določeno rastlino poskušajte izrjavati. Če jo zlahka izrjavate z večjim delom koreninskega sistema, gre za enoletnico. Če pa se rastlina med ruvanjem pretrga, gre verjetno za trajnico.

6. Za vsako podobmočje imate zdaj na voljo opis glavnih plevelnih vrst na njem in glavnih talnih lastnosti.

#### Nadaljnje delo izven terena

1. Prepoznajte neznane plevelne vrste s pomočjo stisnjenih primerkov in dopolnite list za vzorčenje. Če vrst ne morete prepoznati sami, zaprosite za pomoč bolj izkušenega kolega.
2. Preverite, katere prevladujoče vrste, ki ste jih zabeležili na terenu, so navedene tudi v razpredelnici bioindikatorskih vrst (glej prilogo I).
3. Seštejte deleže prekrivanja tal po posameznih vrstah, ki sodijo v isti bioindikatorski tip, po posamičnih vzorčnih podobmočjih.

4. V primeru, da se na istem podobmočju pojavljajo vrste, ki so bioindikatorji za dve nasprotni lastnosti tal (npr. za izsušena in vlažna tla; za kislina in bazična tla), teh lastnosti ne upoštevajte, saj bi bili ti indikatorji nezanesljivi.

5. Če si prevladujoče plevelne vrste med seboj ne nasprotujejo glede na svojo različno bioindikatorsko tipologijo, lahko primerjate lastnosti, opisane v Razpredelnicah bioindikatorskih vrst rastlin, z dejanskimi lastnostmi tal. Na ta način preverjamo konsistentnost indikatorjev v preglednici.

6. Za vsako vzorčno podobmočje na njivi imate zdaj podrobnejši opis glavnih lastnosti tal glede na prisotnost plevelnih vrst.

#### Hranjenje vzorcev

Če želite ohraniti primerke rastlin z njive, jih pustite med listi časopisnega papirja, dokler se rastlina popolnoma ne posuši. Potem časopis odstranite in primerek pripnite na debelejši papir formata A3. Dodajte podatke, kot so latinsko ime primerka, datum in kraj vzorčenja ipd.

## Kaj lahko ugotovljamo?

Če si želimo ustvariti bolj jasno sliko o značilnostih tal, raje uporabimo analize tal. Vendar pa je opazovanje sestave flore divjih rastlin (»plevelov«) na njivi poceni in hitra metoda za ugotavljanje lastnosti tal in za ugotavljanje učinkov kmetijskih praks. Ne smemo pozabiti, da na plevelno floro lahko vplivajo različni dejavniki tal, pa tudi pretekle ter sedanje kmetijske prakse, ki lahko medsebojno vplivajo na način, ki ga zelo težko opredelimo. Zato podatke, ki smo jih pridobili z uporabo plevelnih bioindikatorjev, vsakič primerjamo z njivskimi evidencami in preteklimi analizami tal na njivi.

Različne lastnosti tal se odražajo v sestavi plevelne flore. S poudarkom na prevladujočih plevelnih vrstah kot potencialnih bioindikatorjih je možno dobiti koristne informacije za prilagajanje kmetijskih praks dejanskemu stanju tal in za izboljševanje kmetijskih praks, kjer je to potrebno. Za izboljšanje teksture tal in reakcije tal (pH) imamo sicer manj možnosti; druge značilnosti, kot so preveč vode v tleh, zbitost tal in zmanjšano rodovitnost tal, pa lahko izboljšamo z ustrezno drenažo, obdelovanjem tal ter z varovalnimi posevki.

## Interpretacija rezultatov

Opazovanja	Možni zaključki in priporočila
Tekstura tal	<ul style="list-style-type: none"><li>Zelo pomemben agronomski vidik, ki običajno določa izbiro glavnega načina obdelovanja tal, posevkov in varovalnih posevkov ter glavne kmetijske prakse (npr. gnojenje in namakanje). Slabo strukturo tal v določeni meri lahko izboljšamo s povečanjem humusa z dodajanjem organske snovi. Izbiro posevkov, kmetijske mehanizacije, čas obdelovanja in gnojenja prilagodite strukturi tal.</li></ul>
Reakcija tal (pH)	<ul style="list-style-type: none"><li>Določa izbiro posevkov in načinov gnojenja ter močno neposredno in posredno vpliva na kemično in biološko kakovost tal. Če plevelni bioindikatorji nakazujejo kislila tla, to preverite z merjenjem pH in po potrebi zvišajte pH tal z ustreznimi ukrepi.</li></ul>
Dostopnost vode v tleh	<ul style="list-style-type: none"><li>Visoke vrednosti kažejo na potrebo po povečanju učinkovitosti drenažnega sistema, ali pa je treba preveriti, če se je naredila plazina. Če so vrednosti nizke in namakanje ni možno, je treba skrbno izbirati kulture, sorte in obdelovalne/kmetijske prakse (npr. zmanjšana obdelava tal, različni postopki zbiranja in ohranjanja vode (»water harvesting«)).</li></ul>
Zbitost tal	<ul style="list-style-type: none"><li>Kaže na potrebo po spremembi načinov obdelovanja (npr. minimalna obdelava tal in/ali uporaba dletaste brane/rahljača).</li></ul>
Rodovitnost tal	<ul style="list-style-type: none"><li>Velika prisotnost indikatorskih vrst visoke rodovitnosti tal je lahko znak prekomernega gnojenja. Zato bo morda treba spremeniti strategijo gnojenja. Če pa prevladujejo vrste, ki so indikator slabe rodovitnosti, bo treba povečati delež organske snovi, denimo s kombinacijo minimalne obdelave tal in varovalnih posevkov in/ali uporabe gnoja ter komposta. V tem primeru je treba opustiti vse škodljive postopke (npr. globoko oranje, odstranjevanje ali požiganje strnišča).</li></ul>

## Viri

- Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.
- Pignatti, S., Menegoni, P., in Pietrosanti, S. (2005). Biondificazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. Braun-Blanquetia, 39, 97.
- Grime, J. P. (2006). Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. John Wiley & Sons.
- Clements, F. E. (1920). Plant indicators: the relation of plant communities to process and practice (N°. 290). Carnegie Institution of Washington.
- Cocannouer, J. (1964). Weeds: guardians of the soil. Devin-Adair.

### Podatki o publikaciji

#### Založba

Raziskovalni inštitut za ekološko kmetijstvo FiBL  
Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick, Švica  
Phone +41 62 865 72 72, info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Scuola Superiore Sant'Anna SSSA  
Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, Italija  
Phone +39 050 88 31 11,  
paolo.barberi@santannapisa.it, www.santannapisa.it

#### Slovenska izdaja:

Inštitut za trajnostni razvoj, Trubarjeva cesta 50, 1000  
Ljubljana, Slovenija  
Tel. +386 1 4397 460, [info@itr.si](mailto:info@itr.si), [www.itr.si](http://www.itr.si)

#### Avtorji

Stefano Carlesi in Paolo Bàrberi (oba SSSA)

#### Fotografije

Naslovna stran: *Equisetum arvense* uspeva na vlažnih tleh.  
Paolo Bàrberi. Drugi: Stefano Carlesi & Paolo Bàrberi

#### Pregled

Andreas Fliessbach, Kathrin Huber, Maike Krauss (vsi FiBL)

#### Slovenski prevod

Inštitut za trajnostni razvoj, zanj Anamarija Slabe

#### Prenos

Datoteka je na voljo na [www.fertilcrop.net](http://www.fertilcrop.net) in [www.itr.si](http://www.itr.si).

© Research Institute of Organic Agriculture, Švica, 2017

#### O projektu FertilCrop

Kmetijske prakse izboljševanja rodovitnosti v ekoloških pridelovalnih sistemih – projekt FertilCrop financirajo organi CORE Organic držav članic, ki so partnerji projekta FP7 ERA-Net CORE Organic Plus. Končni cilj projekta FertilCrop je razviti učinkovite in trajnostne kmetijske metode, usmerjene v povečevanje produktivnosti ekoloških kmetijskih sistemov. Več informacij o FertilCrop na [www.fertilcrop.net](http://www.fertilcrop.net)

#### Omejitev odgovornosti

Za vsebino tehničnega članka so odgovorni avtorji. Vsebinska ne odraža nujno uradnih stališč financerjev projekta. Kljub prizadevanju za podajanje resničnih in točnih informacij v tem tehničnem članku, avtorji ne jamčimo in ne prevzemamo odgovornosti za uporabo informacij.

# PRILOGA I: Razpredelnice bioindikatorskih rastlinskih vrst

Razvrstitev glede na lastnost tal

Vrsta	Botanična družina	Tipologija	Stopnja zaupanja
<b>Reakcija tal</b>			
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> syn. <i>Leucanthemum vulgare</i>	Asteraceae	Kisla tla	S
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	Asteraceae	Kisla tla	S
<i>Hieracium aurantiacum</i> syn. <i>Pilosella aurantiaca</i>	Asteraceae	Kisla tla	Z
<i>Hieracium pratense</i> syn. <i>H. caespitosum</i> , <i>Pilosella caespitosa</i>	Asteraceae	Kisla tla	Z
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	Kisla tla	S
<i>Polygonum persicaria</i> syn. <i>Persicaria maculosa</i>	Polygonaceae	Kisla tla	S
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Kisla tla	S
<i>Potentilla argentea</i>	Rosaceae	Kisla tla	S
<i>Potentilla monspeliensis</i>	Rosaceae	Kisla tla	S
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	Kisla tla	Z
<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	Kisla tla	S
<i>Sonchus</i> spp.	Asteraceae	Kisla tla	Z
<i>Spergula arvensis</i>	Caryophyllaceae	Kisla tla	Z
<i>Verbascum</i> spp.	Scrophulariaceae	Kisla tla	S
<i>Viola arvensis</i>	Violaceae	Kisla tla	Z
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	Bazična tla	Z
<i>Anthemis nobilis</i> syn. <i>Chamaemelum nobilis</i>	Asteraceae	Bazična tla	S
<i>Chenopodium</i> spp.	Chenopodiaceae	Bazična tla	S
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	Bazična tla	S
<i>Lepidium virginicum</i>	Brassicaceae	Bazična tla	S
<b>Dostopnost vode</b>			
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	Izsušena tla	S
<i>Euphorbia maculata</i>	Euphorbiaceae	Izsušena tla	S
<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae	Izsušena tla	S
<i>Althaea officinalis</i>	Malvaceae	Vlažna tla	S
<i>Apios americana</i>	Fabaceae	Vlažna tla	S
<i>Carex lasiocarpa</i>	Cyperaceae	Vlažna tla	Z
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Graminaceae	Vlažna tla	S
<i>Equisetum arvense</i>	Equisetaceae	Vlažna tla	Z
<i>Impatiens pallida</i>	Balsaminaceae	Vlažna tla	S
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Caryophyllaceae	Vlažna tla	S
<i>Poa annua</i>	Graminaceae	Vlažna tla	Z
<i>Podophyllum peltatum</i>	Berberidaceae	Vlažna tla	S
<i>Polygonum pennsylvanicum</i>	Polygonaceae	Vlažna tla	S
<i>Polygonum persicaria</i> syn. <i>Persicaria maculosa</i>	Polygonaceae	Vlažna tla	Z
<i>Ranunculus</i> spp.	Ranunculaceae	Vlažna tla	Z
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	Vlažna tla	S
<i>Tussilago farfara</i>	Asteraceae	Vlažna tla	Z
<i>Typha latifolia</i>	Typhaceae	Vlažna tla	S
<b>Zbitost tal</b>			
<i>Euphorbia maculata</i>	Euphorbiaceae	Zbita tla	Z
<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	Zbita tla	Z

<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	Zbita tla	Z
<i>Poa annua</i>	Graminaceae	Zbita tla	Z
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	Zbita tla	Z
<b>Vrsta</b>	<b>Botanična družina</b>	<b>Tipologija</b>	<b>Stopnja zaupanja</b>
<b>Tekstura tal</b>			
<i>Allium vineale</i>	Liliaceae	Glinasta tla	S
<i>Bellis perennis</i>	Asteraceae	Glinasta tla	S
<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	Glinasta tla	Z
<i>Ranunculus spp.</i>	Ranunculaceae	Glinasta tla	S
<i>Ranunculus repens</i>	Ranunculaceae	Glinasta tla	S
<i>Rumex obtusifolius</i>	Polygonaceae	Glinasta tla	Z
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	Glinasta tla	S
<i>Centaurea cyanus</i>	Asteraceae	Peščena tla	S
<i>Centaurea melitensis</i>	Asteraceae	Peščena tla	S
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	Peščena tla	S
<i>Eupatorium capillifolium</i>	Asteraceae	Peščena tla	S
<i>Lactuca tatarica var. pulchella</i>	Asteraceae	Peščena tla	S
<i>Linaria vulgaris</i>	Scrophulariaceae	Peščena tla	S
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	Peščena tla	Z
<i>Viola arvensis</i>	Violaceae	Peščena tla	Z
<b>Rodovitnost tal</b>			
<i>Arctium minus</i>	Asteraceae	Zelo rodovitna	S
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	Zelo rodovitna	Z
<i>Phytolacca americana</i>	Phytolaccaceae	Zelo rodovitna	S
<i>Poa annua</i>	Graminaceae	Zelo rodovitna	S
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Zelo rodovitna	S
<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae	Zelo rodovitna	Z
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	Zelo rodovitna	Z
<i>Andropogon spp.</i>	Graminaceae	Slabo rodovitna	S
<i>Linaria vulgaris</i>	Scrophulariaceae	Slabo rodovitna	S
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae	Slabo rodovitna	S
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	Slabo rodovitna	S
<i>Verbascum spp.</i>	Scrophulariaceae	Slabo rodovitna	S

Z: zelo zanesljivo (podatki iz > 3 tiskanih virov)  
S: srednje zanesljivo (podatki iz najmanj 2 virov)

## Priloga II: List za vzorčenje

Ime njive:

Podatki:

Vzorčevalec:

Skica njive

Podobmočje njive	Prevladujoče vrste	% prekrivanja tal	Značilnosti tal	Opombe
A				
B				
C				

## Priloga III: Viri

### Viri podatkov v razpredelnicah s plevelnimi vrstami bioindikatorjev:

- Andreasen, C., in Skovgaard, I. M. (2009). Crop and soil factors of importance for the distribution of plant species on arable fields in Denmark. *Agriculture, ecosystems in environment*, 133(1), 61-67.
- Cimalová, Š., in Lososová, Z. (2009). Arable weed vegetation of the northeastern part of the Czech Republic: effects of environmental factors on species composition. *Plant Ecology*, 203(1), 45-57.
- Clements, F. E. (1920). *Plant indicators: the relation of plant communities to process and practice* (N°. 290). Carnegie Institution of Washington.
- Cocannouer, J. (1964). *Weeds: guardians of the soil*. Devin-Adair.
- Falkengren-Grerup, U., in Schöttelndreier, M. (2004).
- Vascular plants as indicators of nitrogen enrichment in soils. *Plant Ecology*, 172(1), 51-62.
- Fried, G., Norton, L. R., in Reboud, X. (2008). Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. *Agriculture, ecosystems in environment*, 128(1), 68-76.
- Fried, G., Petit, S., in Reboud, X. (2010). A specialist-generalist classification of the arable flora and its response to changes in agricultural practices. *BMC ecology*, 10(1), 1.
- Grime, J. P. (2006). *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. John Wiley in Sons.
- Hanzlik, K., in Gerowitt, B. (2011). The importance of climate, site and management on weed vegetation in oilseed rape in Germany. *Agriculture, ecosystems in environment*, 141(3), 323-331.
- Hill, S. B., in Ramsay, J. (1977). Weeds as indicators of soil conditions. *The McDonald Journal*, 38(6), 8-12.
- Kalivas, D. P., Economou, G., in Vlachos, C. E. (2010). Using geographic information systems to map the prevalent weeds at an early stage of the cotton crop in relation to abiotic factors. *Phytoparasitica*, 38(3), 299-312.
- Lousada, L. L., Freitas, S. P., Marciano, C. R., Esteves, B. S., Muniz, R. A., in Siqueira, D. P. (2013). Correlation of soil properties with weed occurrence in sugarcane areas. *Planta Daninha*, 31(4), 765-775.
- Nordmever, H., Dunker, M., in Stafford, J. V. (1999). Variable weed densities and soil properties in a weed mapping concept for patchy weed control. In *Precision agriculture '99, Part 1. Papers presented at the 2nd European Conference on Precision Agriculture*, Odense, Denmark, 11-15 July 1999. (pp. 453-462). Sheffield Academic Press.
- Otto, S., Zuin, M. C., Chiste, G., in Zanin, G. (2007). A modelling approach using seedbank and soil properties to predict the relative weed density in organic fields of an Italian pre-alpine valley. *Weed research*, 47(4), 311-326.
- Pignatti, S., Menegoni, P., in Pietrosanti, S. (2005). Biondificazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. *Braun-Blanquetia*, 39, 97.
- Pinke, G., Karácsony, P., Czúcz, B., Botta-Dukát, Z., in Lengyel, A. (2012). The influence of environment, management and site context on species composition of summer arable weed vegetation in Hungary. *Applied Vegetation Science*, 15(1), 136-144.
- Pinke, G., Pál, R., in Botta-Dukát, Z. (2010). Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields in western Hungary. *Central European Journal of Biology*, 5(2), 283-292.
- Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer*. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.
- Shiratsuchi, L. S., Fontes, J. R. A., in Resende, A. V. (2005). Correlation of weed between spacial distribution and soil fertility. *Planta Daninha*, 23(3), 429-436.
- Singh, A., in Tucker, D. P. H. (1997). *Weeds in J.L. Knapp (Ed.), Florida citrus pest management guide*. University of Florida. Florida
- Walter, A. M., Christensen, S., in Simmelsgaard, S. E. (2002). Spatial correlation between weed species densities and soil properties. *Weed Research*, 42(1), 26-38.

### Elektronski viri

- Beth Botts, Chicago Botanic Garden site, The Language of Weeds, [http://www.chicagobotanic.org/plantinfo/smart\\_gardener/language\\_weeds](http://www.chicagobotanic.org/plantinfo/smart_gardener/language_weeds). Stran nazadnje obiskana 25. 11. 2016.
- Diana Barker, Look to the Weeds, <http://homestead.org/DianaBarker/LooktotheWeed/SoilIndicators.htm>. Stran nazadnje obiskana 25. 11. 2016.
- Susan Sides, Weeds as Soil Indicators, 1987, <http://www.motherearthnews.com/organic-gardening/soil-indicators-zmaz87jazgoe#ixzz3PMv6ITbH.aspx#ixzz3PMv6ITbH>. Stran nazadnje obiskana 25. 11. 2016.
- Steve Dive, Warren Dick, Jean-Paul Courtens (2014), *Applied Weed Ecology: Why Weeds Grow and Ways to Observe Them*, Organic Weed Management Webinar, [http://www.ydae.purdue.edu/oarei/soils\\_weed\\_management.pdf](http://www.ydae.purdue.edu/oarei/soils_weed_management.pdf). Stran nazadnje obiskana 25. 11. 2016.
- Stephen Weller, Soil characteristics that influence weed management, <https://michiganorganic.files.wordpress.com/2014/11/soil-characteristics-that-influence-weed-management.pdf>. Stran nazadnje obiskana 25. 11. 2016.
- Using weeds as soil indicators, <http://www.organic-guru.co.uk/wormbook/7soil/3WEEDINDIC.pdf>. Stran nazadnje obiskana 25. 11. 2016.