

Vertikální distribuce podzemních orgánů *Phalaris arundinacea* a *Urtica dioica* v říční nivě: srovnání dvou metod

Vertical distribution of underground organs of *Phalaris arundinacea* and *Urtica dioica* in a floodplain: a comparison of two methods

Jitka Klimešová a Miroslav Šrůtek

Botanický ústav AV ČR, Úsek ekologie rostlin, 379 82 Třeboň, Česká republika

Klimešová J. et Šrůtek M. (1995): Vertical distribution of underground organs of *Phalaris arundinacea* and *Urtica dioica* in a floodplain: a comparison of two methods. – Preslia, Praha, 67:47–53. [In Czech]

Vertical distribution of underground organs was studied in monospecific stands of *Urtica dioica* and *Phalaris arundinacea* and in a mixed stand of both species in the floodplain of the Lužnice River (South Bohemia, Czech Republic). The method of soil monoliths and the profile wall method were used; both gave the same results for root distribution in deeper soil horizons. Roots of both species were found in the whole soil profile down to the groundwater table. By the method of soil monoliths, the rhizomes of *P. arundinacea* were found deeper than by the profile wall method. Both methods revealed a higher concentration of roots in the topsoil in the stand of *U. dioica* than in that of *P. arundinacea*. In the shallowest soil layer, fewer roots were found by the profile wall method than by the method of soil monoliths, probably because the finest roots were not recorded by the former. The profile wall method was less time-consuming and less demanding for special equipment than the method of soil monoliths.

Key words: Floodplain, method of soil monoliths, profile wall method, rhizomes, roots

Úvod

Podzemní orgány rostlin nejsou rozloženy v půdním profilu rovnoměrně; až 80% kořenové biomasy je soustředěno ve svrchních 10 cm půdy (Fiala 1987). Aktuální distribuce kořenů je modifikována mnoha faktory, z nichž kolísání hladiny podzemní vody je určující pro vertikální distribuci kořenů mokřadních druhů odolných i citlivých k zaplavení (Jackson et Drew 1984).

Urtica dioica a *Phalaris arundinacea* mají odlišnou vnímavost k nedostatku kyslíku v půdě. Zaplavený kořenový systém *U. dioica* přestává růst a odumírá; nové kořeny rostou pouze na ponořených částech nadzemních výhonů. *P. arundinacea* ve stejných podmínkách pokračuje v růstu (Klimešová 1994). V nivě řeky Lužnice v jižních Čechách se však *U. dioica* šíří v suchých letech do porostů *P. arundinacea* a lze zde nalézt mozaiku čistých i smíšených porostů obou druhů. Z uvedeného lze soudit, že každý z druhů má jinou vertikální distribuci podzemních orgánů vzhledem k hloubce půdy, tj. vzrůstajícímu nebezpečí zaplavení.

Výzkum rozložení podzemních orgánů rostlin postihne – v závislosti na použité metodě – vždy jen některý z aspektů distribuce podzemních orgánů (Schuurman et Goedewaagen 1965, Böhm 1979). Hluboké půdy bez skeletu a jedno- či dvoudruhový porost na zkoumané ploše nám umožnily, pro svou podobnost s polními kulturami, využít dvou metod nejčastěji používaných v zemědělském výzkumu. Jsou to:

Tab. 1. – Průměrná hmotnost kořenů a oddenků [gm^{-2}] zjištěná metodou monolitů v porostu *Urtica dioica* (UD), *Phalaris arundinacea* (PA) a smíšeném porostu obou druhů (UD+PA). V závorkách jsou uvedeny směrodatné odchylky. Průměry na téže řádce označené různými písmeny jsou rozdílné na hladině významnosti 5% – hodnoty pro kořeny a oddenky testovány odděleně (jednorozměrná analýza variance, mnohonásobné srovnávání pomocí konfidenčních intervalů); n = počet opakování; # = vzorky odebírány pouze do hloubky 70 cm; K = kořeny; O = oddenky; – = oddenky nebyly nalezeny; + = vzorky ze všech opakování byly sloučeny.

Table 1. – Average dry weight of roots and rhizomes [gm^{-2}] examined by the method of soil monolits in stands of *Urtica dioica* (UD), *Phalaris arundinacea* (PA) and in their mixed stand (UD+PA). The means bearing the same letter row-wise were not statistically different at $P < 0.05$ – means for roots and rhizomes tested separately (one-way ANOVA, confidence intervals). Standard deviations are given in parentheses; n = number of replicates; # = soil profile not deeper than 0.7 m; – = rhizomes not found; K = roots; O = rhizomes; + = samples from all replicates were pooled.

hloubka půdy [cm]	UD n=4			UD+PA n=10			PA n=5		
	K	O-PA	O-UD	K	O-PA	O-UD	K	O-PA	O-UD
0–20	341.7 ^a (152.6)	111.8 ^a (214.9)	277.4 (154.8)	429.3 ^a (244.3)	527.3 ^{AB} (444.1)	258.9 (295.1)	900.7 ^a (441.7)	1267.7 ^B (67.3)	–
20–40	57.2 ^a (13.9)	–	–	47.0 ^a (18.9)	11.2 (10.9)	–	193.4 ^a (92.8)	23.9 (15.1)	–
40–60	25.3 ^a (16.3)	–	–	19.2 ^a (10.4)	8.1 ⁺	–	28.6 ^a (24.3)	–	–
60–80	15.6 ^a	–	–	15.1 ⁺	–	–	3.6 ⁺	–	–
80–100	4.6 ^a	–	–	–	–	–	–	–	–
celková podzemní biomasa [gm^{-2}]	883.0			1337.8			2417.8		

(1) Metoda monolitů. Standardní, nejčastěji doporučovaná i používaná metoda (Böhm 1979, Fiala 1987). Principem metody je odběr sloupců půdy o malém objemu speciálním vrtákem, extrakce kořenů a přepočítání jejich hmotnosti na větší objem půdy.

(2) Metoda půdního profilu. Metoda spočívá v zákresu kořenů přesečených stěnou půdní sondy (Jeník 1954) a lze ji kvantifikovat (Schuurman et Goedewaagen 1965, Böhm 1979).

Cílem studia bylo odpovědět na tyto otázky:

a) Liší se porost *U. dioica*, *P. arundinacea* a smíšený porost obou druhů rozložením kořenů a oddenků v půdním profilu?

b) Dávají použité metody studia vertikální distribuce podzemních orgánů rostlin stejné výsledky?

c) Která metoda je pro daný účel studia výhodnější?

Materiál a metody

Terénní práce jsme prováděli 11. až 18. srpna (zakreslování kořenových map na půdním profilu) a 20. září 1988 (odběr půdních monolitů ručním vrtákem) v nivě řeky Lužnice nedaleko obce Halámky v jižních Čechách. Rozložení podzemních orgánů jsme zkoumali v mozaikovitém porostu *P. arundinacea* a *U. dioica* na plochách lišících se pokryvností obou druhů a hloubkou podzemní vody:

- Plocha 1 (UD): porost *U. dioica* (odhadnutá pokryvnost nadzemních výhonů *U. dioica* 95%, *P. arundinacea* 5%) měl hloubku hladiny podzemní vody 110 cm. Velikost mapovaného půdního profilu byla 100 × 100 cm a hloubka odběru půdních monolitů 100 cm.

- Plocha 2 (UD+PA): smíšený porost *U. dioica* a *P. arundinacea* (pokryvnost *U. dioica* 50%, *P. arundinacea* 50%) měl hladinu podzemní vody v hloubce 100 cm. Velikost mapovaného půdního profilu byla 120 × 100 cm a hloubka odběru půdních monolitů 80 cm.

- Plocha 3 (PA): porost *P. arundinacea* (pokryvnost *P. arundinacea* 100%) s hladinou podzemní vody v hloubce 70 cm. Velikost mapovaného půdního profilu byla 100 × 70 cm a hloubka odběru půdních monolitů 70 cm.

Substrátem byla ve všech případech hlinitopísčítá oglejená nivní půda.

Metoda monolitů

Půdní monolity byly odebrány po 20 cm hloubky ručním vrtákem o průměru 70 mm ve vzdálenosti asi 1 m od stěny půdního profilu, který byl mapován. Vzorky byly promyty na 2 mm síť; kořeny a oddenky byly ručně přebrány od příměsí, usušeny při 90°C a zváženy. Rozlišili jsme pouze oddenky obou druhů, kořeny se nám odlišit nepodařilo (popis metody viz Fiala 1987). V hloubce větší než 60 cm byly vzorky ze všech opakování sloučeny pro malé množství kořenů a soubory nebyly proto mezi sebou statisticky porovnávány.

Metoda půdního profilu

Na zkoumaných plochách byla ručně vykopána půdní sonda až k hladině podzemní vody. Jedna stěna byla zarovnána a pomocí provázku a hřebíků na ni byla udělána síť 10 × 10 cm. Každé pole sítě bylo vidličkou zbaveno asi 0.5 cm vrstvy zeminy a současně byly takto odhalené kořeny a oddenky mapovány na milimetrový papír při zachování pozice a délky segmentů. Oddenky a kořeny obou druhů se nepodařilo rozlišit. Současně byly zakresleny základní vlastnosti půdního profilu. Výsledná mapa byla rozdělena na obdélníky 10 cm (šířka) × 20 cm (hloubka) a na nich byl spočítán počet kořenů a oddenků přeseknutých půdním profilem (popis metody viz Böhm 1979).

K hodnocení výsledků byla použita jednofaktorová analýza variance a mnohonásobné srovnávání pomocí konfidenčních intervalů (např. Zar 1974).

Výsledky

Oddenky *U. dioica* jsme zaznamenali do hloubky 20 cm, ale oddenky *P. arundinacea* i ve vrstvě půdy z hloubky 40 až 60 cm (tab. 1). Kořenů do hloubky ubývalo, ale byly

Tab. 2. – Průměrný počet kořenů a oddenků přeseknutých půdním profilem v porostu *Urtica dioica* (UD), *Phalaris arundinacea* (PA) a smíšeného porostu obou druhů (UD+PA) na výseku půdního profilu o rozměrech 10 × 20 cm. V závorkách jsou uvedeny směrodatné odchylky; průměry na téže řádce označené různými písmeny jsou rozdílné na hladině významnosti 5% – hodnoty pro kořeny a oddenky testovány odděleně (jednorozměrná analýza variance, mnohonásobné srovnávání pomocí konfidenčních intervalů); n – počet opakování; # – hloubka půdního profilu jen 70 cm; – oddenky nezaznamenány; K – kořeny; O – oddenky.

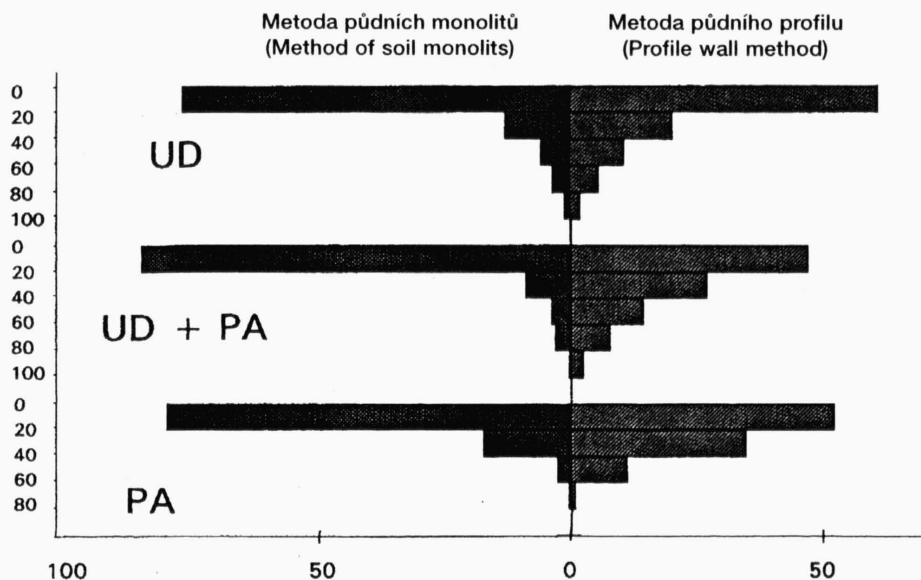
Table 2. – Average number of root and rhizome segments recorded in 10 × 20 cm fields of a soil-profile wall in stands of *Urtica dioica* (UD), *Phalaris arundinacea* (PA) and in their mixed stand (UD+PA). The means bearing the same letter row-wise were not statistically different at $P < 0.05$ – means for roots and rhizomes tested separately (one-way ANOVA, confidence intervals). Standard deviations are given in parentheses; n – number of replicates; # – soil profile not deeper than 0.7 m; – – rhizomes not found; K – roots; O – rhizomes.

Hloubka půdy [cm]	UD n=10		UD+PA n=12		PA n=10	
	K	O	K	O	K	O
0–20	89.6 ^b (11.9)	18.9 ^B (3.54)	67.6 ^a (14.62)	10.4 ^A (3.92)	74.4 ^{ab} (17.42)	17.3 ^B (6.04)
20–40	29.9 ^a (6.33)	–	39.1 ^{ab} (6.32)	–	49.7 ^b (15.99)	–
40–60	15.8 ^a (6.53)	–	20.9 ^a (7.14)	–	16.3 ^a (6.04)	–
60–80	8.5 (3.50)	–	11.5 (7.61)	–	1.3 [#] (0.82)	– [#]
80–100	2.9 (2.28)	–	3.9 (2.75)	–	#	#

nalezeny až po hladinu podzemní vody. Průkazné rozdíly v množství kořenů mezi jednotlivými porosty jsme zaznamenali jen v hloubce 20 až 40 cm, kde měly největší hmotnost kořeny v porostu *P. arundinacea* (tab. 1). Množství kořenů ve smíšeném porostu *U. dioica* a *P. arundinacea* bylo stejné jako v porostu *U. dioica*. Největší celkovou hmotnost podzemních orgánů jsme zjistili v porostu *P. arundinacea* (tab. 1).

U všech tří porostů jsme metodou půdního profilu zjistili přítomnost oddenků do hloubky 20 cm, přičemž oddenky *U. dioica* a *P. arundinacea* nebyly od sebe ve smíšeném porostu odlišeny. V hloubce asi 40 cm začínal u všech typů porostů půdní horizont nesoucí známky redukčního (bezokyslíkatého) prostředí. Kořenů ubývalo s hloubkou půdy, ale ve všech případech byl prokořeněný celý půdní profil až po současnou hladinu podzemní vody. Studované porosty se lišily množstvím kořenů a oddenků do hloubky 40 cm (tab. 2). Do hloubky 20 cm bylo nejvíce kořenů i oddenků v porostu *U. dioica* a nejméně ve smíšeném porostu *U. dioica* a *P. arundinacea*. Ve vrstvě půdy z hloubky 20 až 40 cm měl nejvíce kořenů porost *P. arundinacea* a nejméně porost *U. dioica*.

Metodou monolitů jsme u všech tří porostů zaznamenali ve svrchním horizontu půdy větší akumulace kořenů než metodou půdního profilu (obr. 1). Pomocí obou metod jsme našli nejvíce kořenů v hloubce 20 až 40 cm v porostu *P. arundinacea*.



Obr. 1 – Vertikální distribuce kořenů [%] po 20 cm hloubky půdy ve třech typech porostů zjištěné metodou půdních monolitů (vlevo) a metodou půdního profilu (vpravo). UD – *Urtica dioica*; UD+PA – smíšený porost *Urtica dioica* a *Phalaris arundinacea*; PA – *Phalaris arundinacea*.

Fig. 1 – Vertical distribution of roots [%] in three types of stands shown for 20 cm horizontal soil layers. UD – *Urtica dioica*; UD+PA – mixed stand of *Urtica dioica* and *Phalaris arundinacea*; PA – *Phalaris arundinacea*. The results obtained by the method of soil monoliths (left) are compared with those provided by the profile wall method (right).

Na studium prováděné metodou monolitů bylo zapotřebí 6 pracovních dní dvou pracovníků a speciální vybavení (kořenový vrták, lopatka, metr, igelitové pytlíky, promývací síta, zdroj vody, sušárny, váhy). Metoda půdního profilu si vyžádala 4 pracovní dny dvou pracovníků a jednoduché vybavení (rýč, lopatka, metr, vidlička, hřebíky, provaz, tužka a milimetrový papír).

Diskuse

Použitými metodami studia vertikální distribuce podzemních orgánů rostlin jsme u obou druhů zaznamenali prokořenění celého půdního profilu až po současnou hladinu podzemní vody. Toto zjištění souvisí s tím, že od poslední dubnové záplavy do doby našeho výzkumu v srpnu a září roku 1988 nedošlo k významnějšímu kolísání hladiny podzemní vody ani k zaplavení, protože průtoky vody v řece Lužnici byly nízké (Klimešová 1995).

Oběma metodami jsme zjistili stejné rozdíly v množství kořenů mezi zkoumanými porosty ve všech vrstvách půdy kromě 0 až 20 cm. Zatímco pomocí metody půdního profilu bylo zjištěno při povrchu půdy nejvíce kořenů v porostu *U. dioica*, metodou monolitů nebyly díky velké variabilitě a malému počtu opakování nalezeny v této vrstvě statisticky průkazné rozdíly. Podobně Fiala (1973, 1976) uvádí korelaci mezi počtem rhizomů přeseknutých půdním profilem a jejich biomasou až v hloubce 30 až 70 cm.

Metodou půdního profilu jsme zjistili ve svrchním horizontu půdy menší akumulace kořenů ve srovnání s hlubšími horizonty než metodou monolitů. Důvodem by mohlo být přehlédnutí nejjemnějších kořínků, které mohly být navzájem spleny (cf. Böhm et al. 1977) nebo různý směr růstu kořenů v různé hloubce (u vertikálně rostoucích kořenů je menší pravděpodobnost přeseknutí stěnou půdního profilu).

Rozdílné výsledky poskytly metody při hodnocení vertikální distribuce oddenků v půdě: metodou půdního profilu jsme zaznamenali oddenky jen ve svrchních 20 cm půdy, ale metodou monolitů jsme našli oddenky *P. arundinacea* ještě v hloubce kolem 50 cm. Padání oddenků do půdní sondy při odběru půdních monolitů je považováno za běžné úskalí metody (Schuurman et Goedewaagen 1965). Přes pozornost, kterou jsme věnovali odběru, nemůžeme vyloučit, že odběrový vrták vmáčkne oddenky do hlubších vrstev vlhké, hlinitopísčité nivní půdy. Při malé hustotě oddenků a různém směru jejich růstu můžeme však očekávat větší pravděpodobnost zachycení jejich výskytu metodou monolitů, která není závislá na směru růstu podzemních orgánů.

Vertikální distribuce kořenů ve smíšeném porostu *U. dioica* a *P. arundinacea* zjišťovaná metodou monolitů se podobala vertikální distribuci porostu *U. dioica*, avšak při zjišťování metodou půdního profilu bylo rozložení kořenů podobné porostu *P. arundinacea* nebo intermediární. Ve smíšeném porostu byly nalezeny metodou monolitů oddenky lesknice hlouběji než v porostu *P. arundinacea*, ale vzhledem k hladině podzemní vody, která byla ve smíšeném porostu ve větší hloubce, není rozdíl významný.

Závěr

(1) Druhy *Urtica dioica* i *Phalaris arundinacea* kořenily v celém půdním profilu až po současnou hladinu podzemní vody bez ohledu na oglejení půdy, ale kořeny *U. dioica* byly soustředěny do svrchních horizontů půdy více než kořeny *P. arundinacea*. Oddenky *P. arundinacea* byly rovněž zaznamenány ve větší hloubce než oddenky *U. dioica*. *U. dioica* se tak vyhne zaplavení kořenového systému při mírném kolísání hladiny podzemní vody.

(2) Oběma použitými metodami se nám podařilo nalézt stejné rozdíly ve vertikální distribuci podzemních orgánů *P. arundinacea* a *U. dioica* v nivě řeky Lužnice v hlubších vrstvách půdy. Smíšený porost se však podobal vždy více jednomu z jednodruhových porostů v závislosti na použité metodě.

(3) Každá z metod má své úskalí: při zjišťování vertikální distribuce podzemních orgánů metodou monolitů může dojít k padání či vmačkávání oddenků nebo větších kořenů do hlubších vrstev půdy při odebírání vzorků; metoda je náročná na čas i technické vybavení. Výhodou naopak je snadnější determinace oddenků různých druhů a nezávislost na směru růstu podzemního orgánu. Metoda půdního profilu naopak podhodnocuje množství jemných, mnohdy splených kořenů ve svrchních horizontech půdy a nepřesné výsledky lze očekávat u druhů, jejichž kořeny rostou v různé hloubce různým směrem; touto metodou se nám nepodařilo rozlišit oddenky obou druhů ve smíšeném porostu. Výhodou této metody je, že lze při mapování kořenů současně sledovat také makroskopické vlastnosti půdy. Především pro svou nenáročnost na čas a technické vybavení je metoda půdního profilu vhodná pro rozsáhlejší studie jednodruhových porostů robustních rostlin s ne příliš jemnými kořeny.

Poděkování

Dr. J. Květovi a L. Klimešovi jsme zavázáni za pročtení textu a opravu angličtiny a dvěma anonymním recenzentům za cenné připomínky.

Summary

The vertical distribution of underground organs in *Urtica dioica* and *Phalaris arundinacea* as well as in the mixed stand of both species was studied in the floodplain of the Lužnice River (South Bohemia, Czech Republic). The results provided by two different methods (soil monoliths vs. profile wall method) are compared.

Literatura

- Böhm W. (1979): Methods of studying root systems. – Springer Verlag, Berlin [188 pp.].
- Böhm W., Maduakor H. et Taylor H. M. (1977): Comparison of five methods for characterizing soybean rooting density and development. – Agron. J., Washington, 69:415–419.
- Fiala K. (1973): Growth and production of underground organs of *Typha angustifolia* L., *Typha latifolia* L. and *Phragmites communis* Trin. – Pol. Arch. Hydrobiol., Warszawa, 20:59–66.
- Fiala K. (1976): Underground organs of *Phragmites communis*, their growth, biomass and net production. – Folia Geobot. Phytotax., Praha, 11:225–259.
- Fiala K. (1987): Stanovení podzemní biomasy porostů – metoda monolitů. – In: Rychnovská M. et al., Metody studia travinných ekosystémů, p. 104–107, Academia, Praha.
- Jackson M. B. et Drew M. C. (1984): Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. – In: Kozłowski T. T. [red.], Flooding and plant growth, p. 47–128, Academic Press, Orlando.
- Jeník J. (1954): Metodika výzkumu kořenů (rhizologie). – In: Klika J., Novák V. et Gregor A. [red.], Praktikum fytocenologie, ekologie a půdoznalství, p. 91–100, Academia, Praha.
- Klimešová J. (1994): The effects of timing and duration of floods on growth of young plants of *Phalaris arundinacea* L. and *Urtica dioica* L.: an experimental study. – Aquat. Bot., Amsterdam, 48:21–29.
- Klimešová J. (1995): Population dynamics of *Phalaris arundinacea* L. and *Urtica dioica* L. in a floodplain during a dry period. – Wetl. Ecol. Manag., The Hague, 3:79–85.
- Schuurman J. J. et Goedewaagen M. A. J. (1965): Methods for the examination of root systems and roots. – Pudoc, Wageningen [86 p.].
- Zar J. H. (1974): Biostatistical analysis. – Prentice–Hall Inc., Engelwood Cliffs, N.J. [619 pp.]

Došlo 11. listopadu 1994

Přijato 24. ledna 1995