



MOŽNOSTI REGULACE ŠIROKOLISTÝCH ŠŤOVÍKŮ V TRAVNÍCH POROSTECH

v systému ekologického zemědělství

Vilém Pavlů

Michal Hejcman

Jan Gaisler

Lenka Pavlů

Renata Hujerová

Uplatněná certifikovaná metodika pro praxi

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně

2011

MOŽNOSTI REGULACE ŠIROKOLISTÝCH ŠŤOVÍKŮ V TRAVNÍCH POROSTECH

v systému ekologického zemědělství

Autoři: Doc. Dr. Ing. Vilém Pavlů¹, Prof. RNDr. Michal Hejčman², PhD. et PhD., Ing. Jan Gaisler¹, Ing. Lenka Pavlů¹, Ing. Renata Hujerová²

¹Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně – Výzkumná stanice Liberec

²Česká zemědělská univerzita Praha – Fakulta životního prostředí

Autoři fotografií: Vilém Pavlů, Jan Gaisler, Michal Hejčman, Veronika Křišťálová

Oponenti:

Ing. Dana Kůstová, MZe ČR Praha

Doc. Ing. Jiří Mrkvička, CSc., ČZU Praha, fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra pícninářství a trávnickářství

Vydal: V nákladu 2000 ks v roce 2011, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Drnovská 507, 161 06 Praha – Ruzyně

Metodika vznikla za finanční podpory NAZV a je výstupem řešení projektu QH 72217 s názvem „Možnosti regulace širokolistých šťovíků v travních porostech v systému ekologického zemědělství“

Registrační číslo: 233267/2011-MZE-17221

ISBN: 978-80-7427-085-7

Vydáno bez jazykové úpravy

Kontakt: grass@volny.cz

OBSAH

I. Metodika

<i>Cíl metodiky / Vlastní popis metodiky</i>	4
1. Úvod – Širokolisté šťovíky v travních porostech	5
2. Praktická část	9
2.1 Vliv živin na širokolisté šťovíky	9
2.2 Vliv stanovištních podmínek a četnost sečí na vzcházení a vývoj při výsevu rostlin šťovíku tupolistého	13
2.3 Přežívání semenáčků šťovíků v různých podmínkách obhospodařování	13
2.4 Konkurenceschopnost rostlin šťovíků při různých způsobech obhospodařování	15
2.5 Monitoring výskytu šťovíků na farmě	19
3. Závěry a doporučení	21
II. Srovnání novosti postupů	22
III. Popis uplatnění metodiky	22
IV. Odkazy na publikované vědecké práce	23
V. Přehled použité literatury	23



I. METODIKA

Metodika shrnuje nejnovější poznatky o ekologii nejrozšířenějších širokolistých šťovíků, od problematiky klíčení a vzházení po jejich chování při různých systémech obhospodařování. Ačkoliv širokolisté šťovíky patří mezi nejčastěji se vyskytující plevely v travních porostech a způsobují ztráty produkce (výnos a její kvalitativní ukazatele) a biodiverzity, jejich reakce na různé způsoby obhospodařování není dostatečně prostudována. S tím souvisí nedostatečné znalosti při jejich regulaci zejména v systému ekologického zemědělství, kde není dovoleno užití herbicidních přípravků. Metodika je určena zemědělcům a pracovníkům zabývajícím se ochranou rostlin v ekologickém zemědělství a v neposlední řadě i studentům a pedagogickým pracovníkům středních a vysokých škol.

POSSIBILITIES OF DOCK WEEDS CONTROL IN GRASSLANDS UNDER CONDITIONS OF ORGANIC FARMING

This methodology includes the newest knowledge about the ecology of the most spread dock weeds, including germination and emergency under different management regimes and nutrient availability in grasslands. Although dock weeds belong to the most spread weeds in grasslands and cause losses in forage production (yield and quality) and biodiversity, their responses to different management regimes are not well known. Therefore our knowledge of their control in grasslands is pure especially under conditions of organic farming where the use of herbicides is prohibited. This methodology is intended for farmers and employers of weed control services in organic farming, and also to students and pedagogues of secondary schools and universities.

Cíl metodiky

Cílem uplatněné metodiky je předložit odborné veřejnosti informace o možnostech regulace širokolistých šťovíků v travních porostech v systému ekologického zemědělství. Metodika by měla sloužit jako doporučení pro zemědělce a další subjekty hospodařící na travních porostech. Zároveň by mohla být podkladem pro rozhodování státní správy v otázkách dotační politiky v marginálních oblastech.

Vlastní popis metodiky

Metodika poskytuje nejnovější poznatky o ekologii nejrozšířenějších širokolistých šťovíků a výsledky experimentů zaměřených na možnosti jejich regulace v travních porostech.



Dobýtek se rostlinám šťovíku tupolistého na pastvině vyhýbá, což umožňuje jeho šíření.

1. Úvod

1.1 Širokolisté šťovíky

Dosud je známo kolem 170 druhů rodu šťovík (*Rumex*), jejich výskyt je koncentrován převážně na severní polokouli, pouze některé z nich byly zavlečeny i na polokouli jižní. Naše zemědělství dlouhé roky bojuje se dvěma plevelnými širokolístými šťovíky, a to šťovíkem tupolistým (*Rumex obtusifolius*) a šťovíkem kadeřavým (*R. crispus*). Ty zaplevelují naše louky, pastviny a opuštěná pole, objevují se hojně na rumištích, rostou podél cest a v příkopech. Botanici rozlišují u š. tupolistého více poddruhů (někdy označených jako variety), ale na zemědělské půdě převládá poddruh š. tupolistý pravý. Šťovík tupolistý a kadeřavý patří mezi nejrozšířenější plevelné druhy travních porostů na světě, obzvláště intenzivně obhospodařovaných. Přestože je š. kadeřavý považován za jednu z pěti nejrozšířenějších rostlin na světě, je u nás méně hojný než š. tupolistý, obzvláště na pastvinách, kde je daleko nepříjemnějším a úpornějším plevem š. tupolistý. Z dalších druhů širokolístých šťovíků rostoucích u nás ještě stojí za zmínku dva, vyskytující se v horských oblastech. První z nich, šťovík alpský (*R. alpinus*), vytváří monokulturní porosty na živinami bohatých půdách v okolí horských chat a na místech

bývalých salaší, odkud proniká i do okolních luk a pastvin. Tento druh byl do Krkonoš zavlečen ve 2. pol. 16. a začátkem 17. stol. z Alp. Druhým je šťovík dlouholistý (*R. longifolius*), který se začíná v poslední době šířit v horských oblastech, kde ojediněle proniká z okrajů cest a okolí horských chat i do travních porostů. Ostatní druhy širokolístých šťovíků vyskytující se na území České republiky nejsou v současné době významnými plevelnými druhy.

V České republice jsou nejhojnějšími š. tupolistý a š. kadeřavý, proto je tato metodika zaměřena na tyto druhy.

1.2 Škodlivost širokolístých šťovíků

V čem se vlastně negativně projevuje vyšší zastoupení širokolístých šťovíků v travních porostech? Kromě toho, že tyto rostliny snižují výnosy píce, ovlivňují i její kvalitu. Ačkoliv kvalitativní ukazatele, jako jsou stravitelnost a obsah dusíkatých látek, nejsou výrazněji snižovány, rumicin, který je zejména v nadzemních částech rostlin, může způsobovat poruchy trávení nebo dermatitidy. Naštěstí skot, koně i ovce, na rozdíl od koz, šťovíky většinou odmítají.



Šťovíky se objevují zejména na místech, která byla v minulosti narušena či silně pohnojena.

1.3 Ekologie širokolístých šťovíků

- Šťovíky mohou vytvořit semena (nažky) i dvakrát ročně, jedna rostlina je schopna vyprodukovat od 100 do 30 000 semen.
- Semena š. kadeřavého si udržují klíčivost po mnoho let, po 10 letech zůstává klíčivých 76% semen, po 50 letech 50% a po 80 letech ještě 2 %. Pokud bychom brali v úvahu výše uvedený počet semen z jedné rostliny, tedy oněch 100 až 30 000, tak ještě po 80 letech bychom získali z jediné rostliny od 2 do 600 klíčivých semen.
- Vysoká dlouhodobá klíčivost byla prokázána i u šťovíku tupolistého, kdy po 21 letech byla klíčivost ještě 83%.
- Semena dozrávají koncem léta a opadávají z rostlin od začátku podzimu až do následujícího jara.
- Semena nemají dormanci a mohou rychle vyklíčit vždy, jsou-li k tomu vhodné podmínky. Střídání teplot a světelná intenzita jsou podstatnými faktory, které podporují klíčení semen, a proto je klíčení nejvyšší na jaře a na podzim, přičemž klíčení na jaře je výhodnější z hlediska dalšího času pro vývin rostlin.
- Klíčivá semena se mohou vytvořit i na stoncích, které byly posekány těsně po odkvětu rostlin.
- Semena š. tupolistého dozrávají pomaleji než š. kadeřavého. K šíření semen přispívají vítr, voda a zvířata.
- Zvířata mohou semena přenášet buď na povrchu svého těla, nebo průchodem zažívacím traktem. Zajímavé je, že semena většinou nejsou poškozena průchodem zažívacím traktem přežvýkavců, ale při průchodu zažívacím traktem kuřat jsou ničena.
- Nevyklíčená semena se mohou podílet na tvorbě semenné banky v půdě.
- Zvýšená frekvence sečení redukuje obsah karbohydrátů v kořenech šťovíků a tím i následné obrůstání. Pro výraznou redukci šťovíků by se travní porosty musely sekat každé 2 - 3 týdny po dobu několika let.
- Konkurence travního porostu omezuje růst šťovíků a toto omezení se s hustotou travního porostu zvyšuje. Hnojení, zvláště dusíkatými hnojivy na půdách s dostatečnou dostupností fosforu a draslíku, stimuluje růst šťovíků více než okolního porostu.
- Polopřirozené travní porosty založené před více než 50 lety, které byly sečně a pastevně využívány bez nadměrného hnojení a narušení drnu, nejsou širokolistými šťovíky obvykle zapleveleny. Zaplevelení š. tupolistým je problémem zejména na obnovovaných travních porostech nebo nově založených na bývalé orné půdě a tam, kde se aplikují kapalná statková hnojiva.
- Sporná je redukce těchto rostlin orbou s následným vyvláčením, kdy může vzejít větší množství šťovíků, než bylo v porostu před zásahem. Důvodem je regenerace z fragmentů podzemních orgánů vzniklých při kultivaci a vzházení semenáčků z půdní zásoby semen na obnaženém půdním povrchu.
- Regenerace z podzemních orgánů je nejúspěšnější z jejich nejsvrchnějších částí. Vegetativní regenerace je nejčastější po kultivačních zásazích, ale hlavní zdroj regenerace je ze semen.
- Vyšší příjem dusíku u š. tupolistého než u ostatních druhů v travním porostu způsobuje vyšší obsah endogenních nitrátů.
- Mandelinka ředkvičková (*Gastrophysa viridula*) je oligofágní herbivor poškozující listy šťovíků. Preferuje š. tupolistý před š. kadeřavým. Rostliny může oslabit, ale v naprosté většině případů nezpůsobí uhynutí rostliny.
- Jedná se o vytrvalé rostliny, které mohou přetrvávat na stanovišti i několik let.

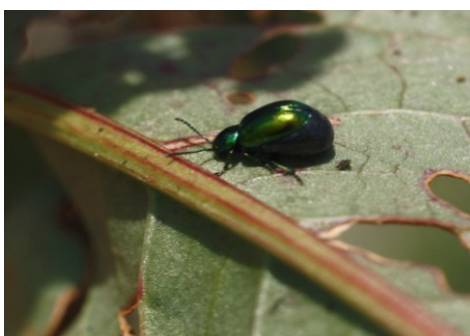


Plodné rostliny šťovíku tupolistého v neobhospodařovaném travním porostu.

1.4 Možnosti regulace širokolistých šťovíků v ekologickém zemědělství

1.4.1 Biologická likvidace rostlin

Dlouhodobě je testována možnost využití přirozených škůdců a to mandelinky ředkvičkové (*Gastrophysa viridula*) a dále rzi (*Uromyces rumicis*). V praxi je však jejich cílené využití zatím problematické.



Mandelinka ředkvičková (dospělá samička).



Vajíčka mandelinky ředkvičkové.

1.4.2. Mechanická likvidace rostlin

- jednoduchý nožní nástroj na vyrývání – do hloubky 10-20 cm
- pojízdňý (WUZI systém), s rotorem, který rostliny rozdrtí do hloubky 15 cm, výkonnost je 400 - 600 rostlin za hodinu, účinnost likvidace je cca 96 % (Poetsch et Griesebner 2007)



Nožní nástroj na vyrývání.

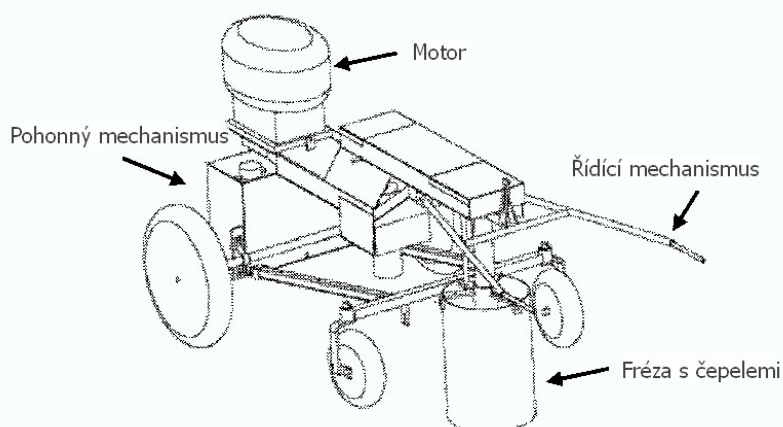
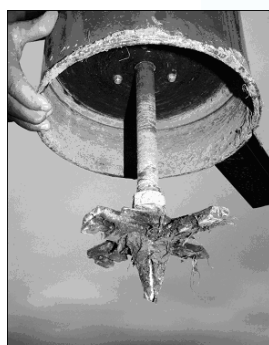


Schéma WUZI systému (upraveno podle Pötsch et Griesebner 2007), obrázek frézy Latsch et al. 2007.

1.4.3 Tepelná likvidace rostlin

2 metody

a) likvidace párou pod vysokým tlakem (účinnost likvidace okolo 80 %)

b) likvidace mikrovlnným zářením (účinnost likvidace 80 – 99 %)

Obě výše uvedené metody jsou ve stádiu intenzivního výzkumu, problémem je vysoká energetická náročnost.

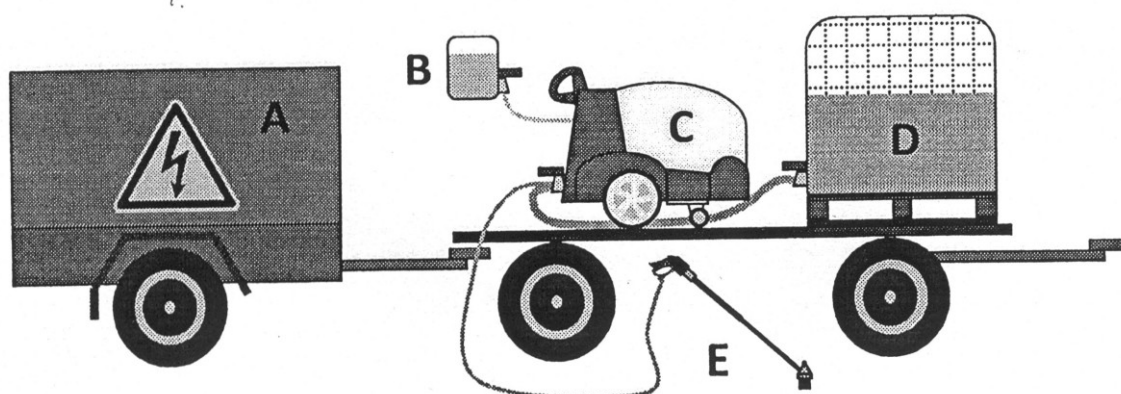
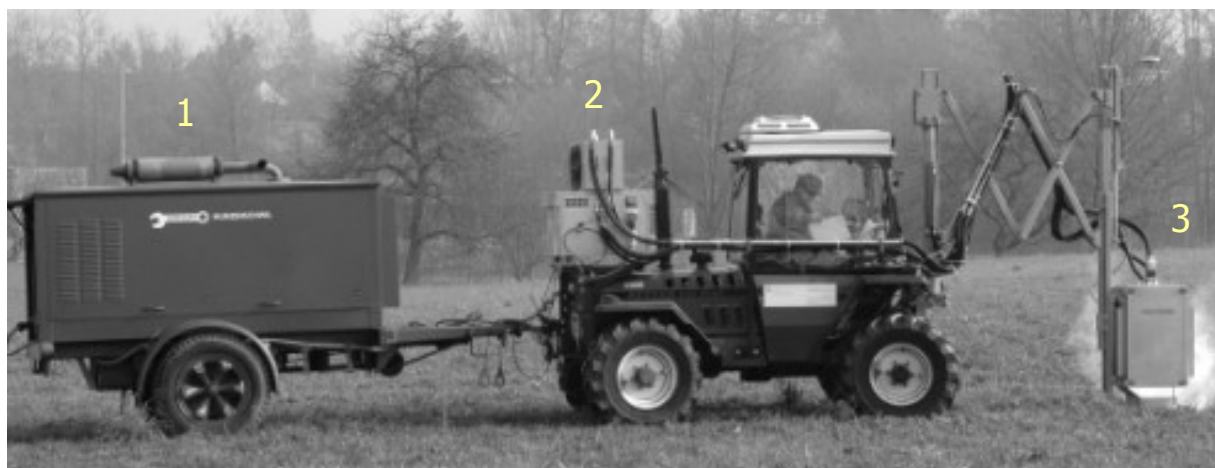


Schéma zařízení na likvidaci šťovíku párou (upraveno podle Latsch et al. 2011); A - generátor, B - palivo, C - vysokotlaký čistič, D - tank s vodou, E - aplikační koncovka.



Prototyp mikrovlnného zařízení (upraveno podle Latsch et al. 2007) 1 – generátor, 2 – vysokonapěťová jednotka, 3 – mikrovlnná jednotka.

2. PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Vliv živin na širokolisté šťovíky

Na pokusných pozemcích Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. byl založeno několik nádobových experimentů s různou hladinou základních živin (NPK viz následující tabulka). Na obrázku je pokus s testováním vlivu různé dostupnosti živin na růst š. kadeřavého.

Tabulka 1 Dávky živin u variant nádobového pokusu

Popis variant	N kg.ha ⁻¹	P kg.ha ⁻¹	K kg.ha ⁻¹
Kontrola bez hnojení	-	-	-
N1	150	-	-
N2	300	-	-
P1	-	40	-
P2	-	80	-
K	-	-	100
N1P1	150	40	-
N1P1K	150	40	100
N2P1K	300	40	100
N2P2K	300	80	100



Nádobové pokusy se šťovíkem kadeřavým.

2.1.1 Vliv dostupnosti živin na polní vzházivost šťovíku tupolistého a kadeřavého

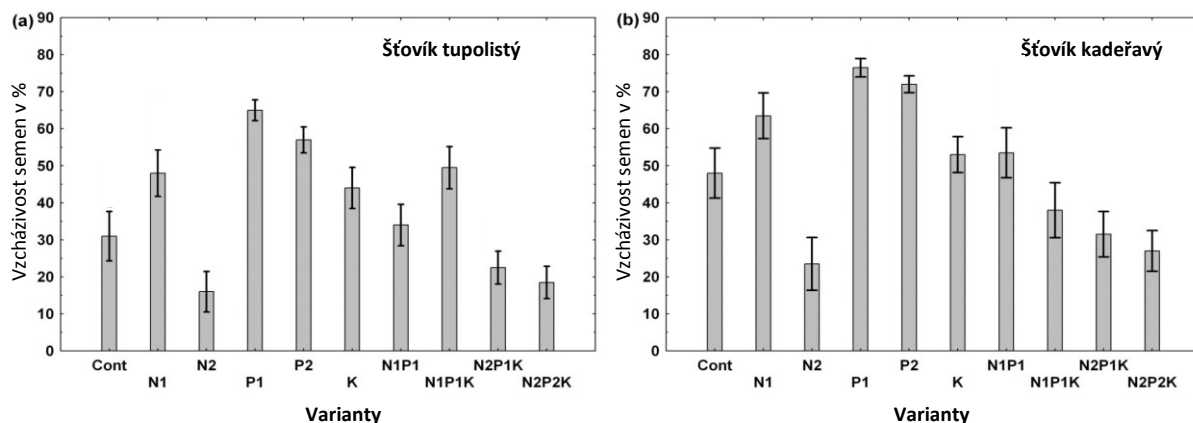
Popis experimentu

Do květináčů byla vyseta semena šťovíku kadeřavého a tupolistého a hnojena různou dávkou základních živin (viz tabulka výše). Byla sledována polní vzházivost.

Výsledky

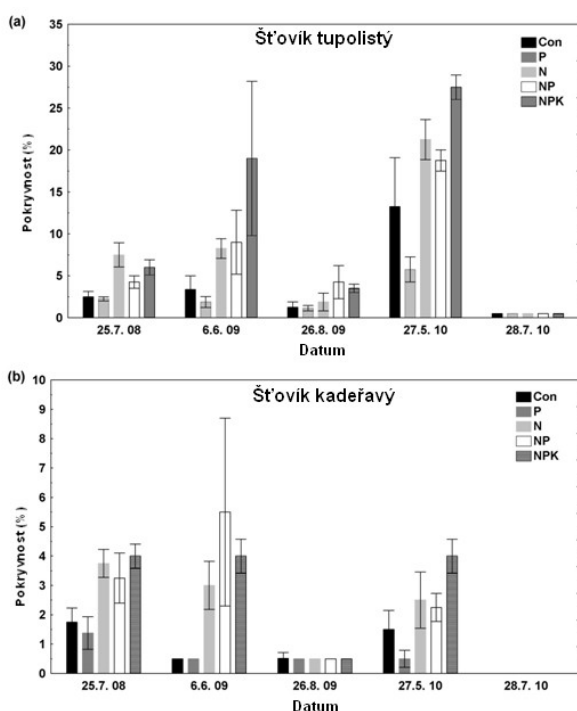
- Pozitivní vliv aplikace P byl významný hlavně v počátečním vývoji rostlin, přispěl k rychlejšímu vývinu přízemní růžice.

- Účinek N byl naopak v iniciálním stádiu spíše negativní. Ačkoli jsou šťovíky obecně považovány za vysoce nitrofilní druhy, semenáčky v provedeném experimentu přežívaly velmi obtížně ve variantách s vysokou dávkou N.
- Účinek K se nijak neprojevil, protože použitá zemina měla přirozeně vysokou dostupnost K. Na variantách s draselným hnojením měly rostliny velmi pomalý růst a byl zde patrný deficit N a P.
- Pro růst šťovíků je důležitá dobrá dostupnost N, P a K v půdě.



Graf 1. Vliv různých dávek živin (viz. Tabulka 1) na polní vzcházivost semen a) šťovíku tupolistého a b) šťovíku kadeřavého.

2.1.2 Vliv různé úrovně hnojení na přežívání vysázených mladých rostlin šťovíku tupolistého a šťovíku kadeřavého do sečně využívaného travního porostu



Graf 2. Vývoj pokryvnosti š. tupolistého a kadeřavého při různé úrovni hnojení.

2.1.3 Vliv organického hnojení na přežívání rostlin šťovíku tupolistého a šťovíku kadeřavého v travním porostu ponechaném bez obhospodařování

Popis experimentu

V roce 2008 byly do srhového v předchozím období dvousečného travního porostu vysázeny semenáčky šťovíku tupolistého a šťovíku kadeřavého. Porost byl po dobu trvání experimentu

Popis experimentu

V roce 2008 byly do maloparcelkového experimentu s různou úrovní hnojení travního porostu (1) P-40 kg P ha⁻¹, 2) N-100 kg K ha⁻¹, 3) NP, 4) NP+100 kg K ha⁻¹, 5) kontrola bez hnojení) a dvousečným obhospodařováním vysázeny semenáčky šťovíku tupolistého a šťovíku kadeřavého.

Doba trvání experimentu: 2008-2010

Stanoviště: Mšec, okr. Rakovník, 490 m n. m.

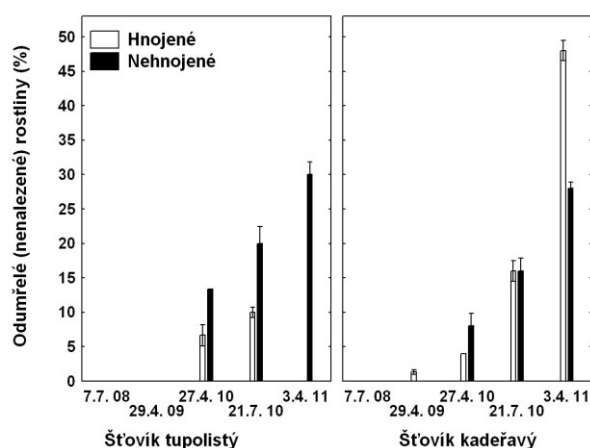
Výsledky

- Nejvyšší rostliny byly při N, NP a NPK hnojení a dosahovaly cca 100 cm u šťovíku tupolistého a 80 cm u šťovíku kadeřavého.
- Celkový počet, hmotnost, pokryvnost a počet kvetoucích rostlin byl vyšší u šťovíku tupolistého.
- Rychlost obrůstání po seči byla výrazně vyšší u šťovíku tupolistého.
- Mortalita rostlin během pokusu byla vyšší (64%) u šťovíku kadeřavého než u šťovíku tupolistého (8%).

ponechán bez obhospodařování. Polovina rostlin byla pohnožena hnojem a druhá polovina byla ponechána bez hnojení. Byla sledována výška rostliny, počet listů, počet kvetoucích rostlin a počet listů na rostlinu.

Doba trvání experimentu: 2008-2011

Stanoviště: Mšec, okr. Rakovník, 490 m n. m.



Graf 3. Vliv hnojení na přežívání rostlin š. tupolistého a š. kadeřavého.

2.1.4 Vliv pastvy koz na přežívání rostlin šťovíku tupolistého a šťovíku kadeřavého v travním porostu

Popis experimentu

V roce 2008 byly semenáčky šťovíku tupolistého a šťovíku kadeřavého vysázeny do pastevního porostu. Porost byl kontinuálně spásán kozami na výšku 7-10 cm. Byl sledován počet listů, počet spasených listů a odumírání rostlin.

Doba trvání experimentu: 2008-2011

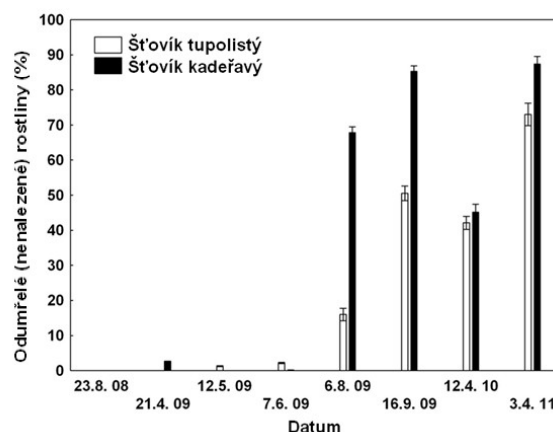
Stanoviště: Mšec, okr. Rakovník, 490 m n. m.

Výsledky

- Počet listů na rostlině byl vyšší u šťovíku tupolistého.
- Nebyly zaznamenány kvetoucí rostliny ani u jednoho druhu šťovíku.

Výsledky

- Na hnojené variantě byly rostliny vyšší, ale počet listů na rostlinu nebyl hnojením ovlivněn.
- Počet fertilních rostlin byl výrazně vyšší u rostlin hnojených bez ohledu na druh.
- Po čtyřech letech po ukončení sečení bylo zjištěno 0 % odumírání u hnojených rostlin šťovíku tupolistého a 50 % u šťovíku kadeřavého, zatímco u nehnojených rostlin bylo odumírání 30 % u šťovíku tupolistého a 28 % u šťovíku kadeřavého.



Graf 4. Vliv pastvy koz na odumírání sledovaných rostlin šťovíku tupolistého a š. kadeřavého.

2.1.5 Vliv dostupnosti živin na produkci semen u šťovíku tupolistého, jejich hmotnost a klíčivost

Popis experimentu

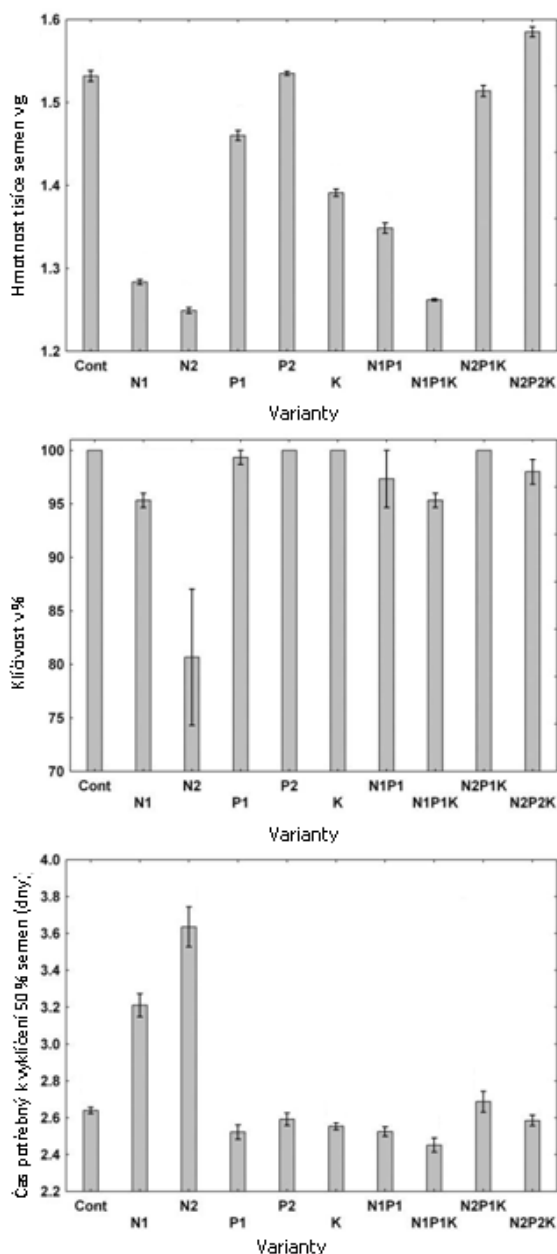
Do květináčů byla vyseta semena šťovíku tupolistého a hnojena různými dávkami základních živin (viz. Tab. 1 na str. 9) dvě vegetační sezóny. V srpnu 2009 byla sebrána semena z celé rostliny a byl zjišťován vliv hnojení mateřských rostlin na kvalitativní a kvantitativní vlastnosti jejich semen. Doba trvání experimentu: 2008-2009
Stanoviště: Praha Ruzyně, 345 m n. m.

Výsledky

- Počty stonků a listů na stonku, velikost listu a výška rostliny byly vyšší ve variantách, kde byl

aplikován společně N a P a nižší u nehnojené kontroly a ve variantách, kde byl N, P a K aplikován samostatně.

- Žádná produkce semen nebyla zjištěna při hnojení P, méně než 200 ks bylo vytvořeno u nehnojené kontroly a K hnojení a 9 000 ks v NPK variantě hnojení.
- Počet semen na rostlinu byl pozitivně ovlivněn počtem stonků na rostlinu.
- Koncentrace N, P a K v semenech byla ovlivněna variantou hnojení.
- Klíčení bylo pozitivně ovlivněno obsahem P v semenech.



Graf 5. Vliv hnojení na hmotnost a klíčivost semen mateřské rostliny š. tupolistého.

2.1.6 Vliv dostupnosti živin na produkci semen u šťovíku kadeřavého, jejich hmotnost a klíčivost

Popis experimentu

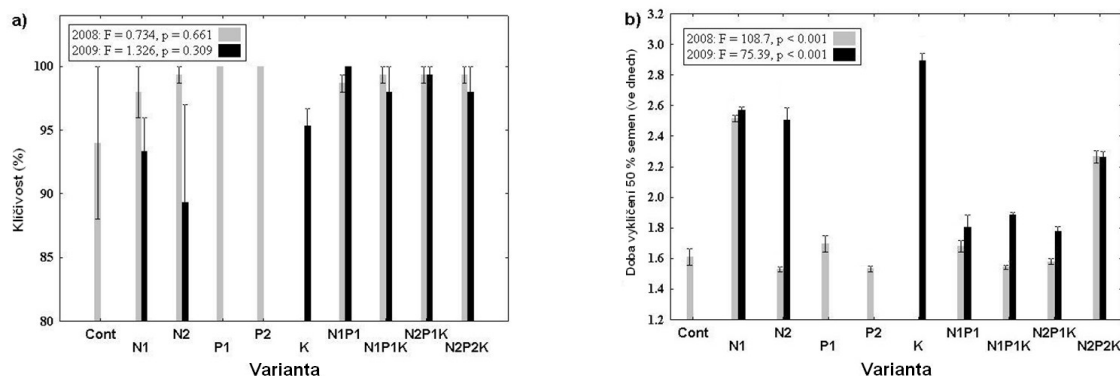
Do květináčů byla vyseta semena šťovíku kadeřavého a byla hnojena různými dávkami základních živin (viz Tab. 1 výše) dvě vegetační sezóny. V první vegetační sezóně byly vytvořeny pouze přízemní listové růžice bez stonků a květů. K tvorbě stonků, kvetení a plození došlo až v druhém vegetačním roce a pak všechny rostliny odumřely. To poukazuje na krátkověký charakter š. kadeřavého. V srpnu 2009 byla sebrána semena z celé rostliny a byl zjišťován vliv hnojení mateřských rostlin na kvalitativní a kvantitativní vlastnosti jejich semen.

Doba trvání experimentu: 2008-2009

Stanoviště: Praha Ruzyně, 345 m n. m.

Výsledky

- Počty stonků a listů na stonku, velikost listu a výška rostliny byly vyšší ve variantách, kde byl aplikován N a P dohromady a nižší u nehnojené kontroly a ve variantách, kde byl N, P a K aplikován samostatně.
- Produkce semen na rostlinu byla od 2000 ks u nehnojené kontroly po 25 000 ks u NPK varianty.
- Koncentrace N, P, K v semenech, hmotnost semene a velikost semene byla významně ovlivněna variantou hnojení.
- Nejmenší velikost semen, nejmenší obsah P a nejmenší klíčivost byla u varianty s nejvyšší dávkou N.
- Klíčivost semen byla negativně ovlivněna nedostatečným obsahem P v semenech.
- Ačkoliv vysoká klíčivost semen je první významný předpoklad pro úspěšné šíření rostlin šťovíku, je důležité znát, jaké jsou další nutné faktory pro úspěšné vzejití vyklíčených rostlin. Jsou to zejména narušení povrchu travního porostu (zvířaty, mechanizací), dostatek živin a způsob obhospodařování.



Graf 6. Vliv různých variant hnojení (Tab. 1) na hmotnost tisíce semen, klíčivost a čas potřebný k vyklíčení 50% semen šťovíku kadeřavého.

2.2 Vliv stanovištních podmínek a četnost sečí na vzcházení a vývoj šťovíku tupolistého v travním porostu

Popis experimentu

Na pokusném travním porostu na výzkumné stanici Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Liberci byl založen polyfaktoriální experiment s různou frekvencí seče. Bylo sledováno vzcházení a vývoj rostlin šťovíku tupolistého v různých podmínkách. Testován byl vliv různé konkurence okolního porostu (narušený povrch), vliv exkrementu (živin) v bezprostřední blízkosti rostliny a frekvence seče.

Doba trvání experimentu: 2009-2010

Stanoviště: Liberec, 367 m n. m.

Podmínky výsevu:

G – semena byla vyseta do narušeného povrchu (plošky s odstraněným drnem 0,2 m x 0,2 m)

E – pohnojení kravskými exkrementy (simulace růstu v kravinci) - 0,2 kg na 1 rostlinu v ploše 0,04 m², tj. cca 50 t.ha⁻¹ výkalů

NG – semena byla vyseta přímo do drnu bez narušení

NE – bez pohnojení kravskými exkrementy

Způsob obhospodařování:

C2 - sečení začátkem června a v srpnu a sklizeň hmoty

2.3 Přežívání semenáčků šťovíků v různých podmínkách obhospodařování travních porostů

Popis experimentu

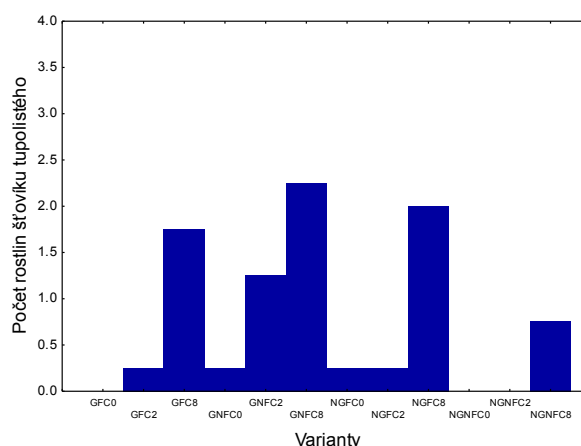
Na pokusné pastvině byl založen polyfaktoriální experiment na plochách s různými systémy hospodaření. Byl sledován vývoj rostlin šťovíku tupolistého a šťovíku kadeřavého v různých podmínkách. Testován byl vliv konkurence okolního porostu (narušený povrch), vliv exkrementu (živin)

C8 - 8 sečí v jednom roce a sklizeň hmoty

C0 - kontrolní porost bez obhospodařování

Výsledky

- Nejdůležitějšími faktory, které pozitivně ovlivňují uchycení šťovíku v travním porostu, jsou narušení povrchu a vyšší frekvence sečení, které potlačí konkurenci již zapojeného porostu.
- Pro uchycení šťovíku v porostu bylo důležitější narušení povrchu a vyšší frekvence sečení než přidání živin hnojením.



Graf 7. Vliv stanovištních podmínek a četnost sečí na počet rostlin šťovíku tupolistého.

v bezprostřední blízkosti rostliny a způsobu obhospodařování porostu.

Doba trvání experimentu: 2008-2010

Stanoviště: Oldřichov v Hájích, 420 m n. m.

Podmínky výsadby:

G – semenáčky vysazené do narušeného povrchu (plošky s odstraněným drnem 0,2 m x 0,2 m)

E – pohnojení kravskými exkrementy (simulace růstu v kravinci) - 0,2 kg na 1 rostlinu v ploše 0,04 m², tj. cca 50 t.ha⁻¹ výkalů

NG – semenáčky vysazené přímo do drnu bez narušení

NE – bez pohnojení kravskými exkrementy

Způsob obhospodařování:

IG - intenzivní pastva (výška porostu do 5 cm po celou pastevní sezónu)

ICG – sečení začátkem června s následnou intenzivní pastvou

EG - extenzivní pastva (výška porostu nad 10 cm po celou pastevní sezónu)

ECG - sečení začátkem června s následnou extenzivní pastvou

C - sečení začátkem června a v srpnu a sklizeň hmoty

U - kontrolní porost bez obhospodařování

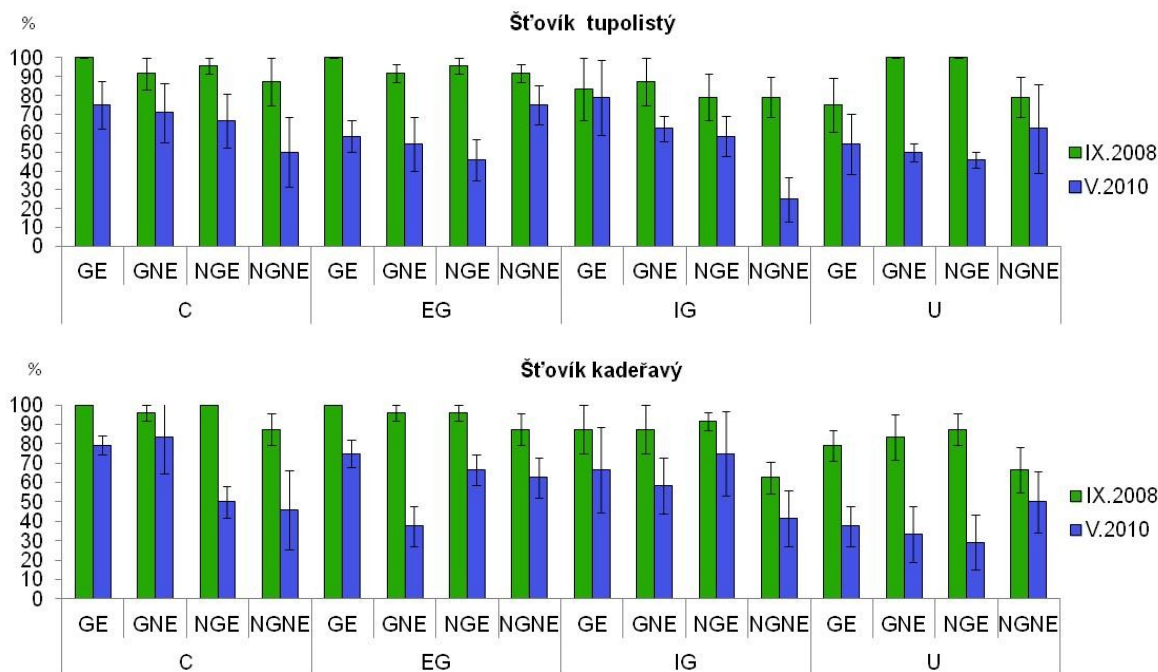
Na rostlinách byla v průběhu vegetace prováděna měření délky listů (cm), tloušťky bazální části (mm), byl zaznamenáván počet listů na rostlině, počet kvetoucích rostlin a přežívání rostlin.

Výsledky

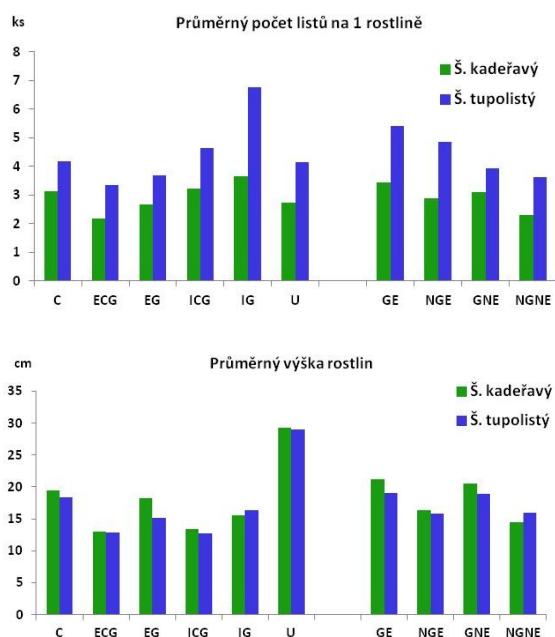
- Nejhůře přežívaly semenáčky šťovíku tupolistého na intenzivně spásaných plochách (IG) a (ICG), a to zejména na variantách bez hnojení (výkalu), kde po dvou letech přežívalo pouze okolo 25 - 30 % rostlin, zatímco u šťovíku kadeřavého to bylo okolo 40 %. Také

v neobhospodařovaném porostu byl zaznamenán velký výpadek rostlin obou druhů šťovíků.

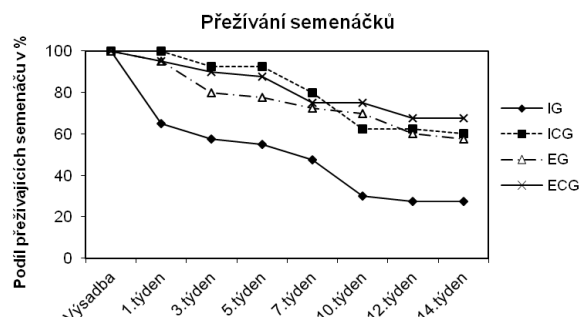
- Odumírání rostlin v IG a ICG variantě bylo způsobeno zejména sešlapáváním a destrukcí pasenými zvířaty.
- Na neobhospodařované kontrole byla zaznamenáno nejvyšší přežívání šťovíků v porostu bez narušení a bez hnojení, což je diametrálně odlišné od výsledků v sečených porostech, kde se zřejmě více projevil efekt hustoty okolního porostu.
- Při porovnání vlivu způsobu výsadby (do plošek bez vegetačního pokryvu vs. s pokryvem, hnojení vs. bez hnojení) jsme zjistili, že semenáčky nejlépe prosperují při výsadbě do narušeného drnu, zejména při růstu v exkrementech. Efekt hnojení je zřejmě větší než efekt konkurence okolní vegetace.
- Na intenzivně spásaných plochách byly rostliny více olistěné než na extenzivně spásaných či neobhospodařovaných.
- Největší průměrná výška rostlin byla zjištěna na neobhospodařované kontrole a na sečených plochách, kde bylo založeno nejvíce květenství, nejmenší výška byla na intenzivně spásaných plochách.



Graf 8. Vliv různých podmínek a systému obhospodařování v letech 2008-2010 na přežívání semenáček šťovíku tupolistého a š. kadeřavého.



Graf 9. Vliv různého způsobu obhospodařování (vlevo) a podmínek výsadby (vpravo) na počet listů a výšku rostlin šťovíku tupolistého a šťovíku kadeřavého (2008-2010).



Graf 10. Vliv systému obhospodařování v roce 2007 na přežívání semenáčků šťovíku tupolistého.



Zakládání pokusů s různými podmínkami a obhospodařováním na experimentální pastvině.

2.4 Konkurenceschopnost rostlin šťovíků při různých způsobech obhospodařování

2.4.1. Vliv různých způsobů obhospodařování travního porostu a mechanického vyřívání na výskyt šťovíků

Popis experimentu

V roce 2007 byl poblíž Liberce na travním porostu zapleveleném šťovíkem tupolistým založen pokus, jehož cílem bylo zjistit, jaký způsob mechanické regulace šťovíku na pastvině bude nejúčinnější.

Doba trvání experimentu: 2007-2011

Stanoviště: Krásná Studánka, 392 m n. m.

Varianty pokusu:

- 1) opakované vyrývání rostlin šťovíku do hloubky 15 cm, rotační pastva s mulčováním nedopasků
- 2) jednorázové vyrývání rostlin šťovíku do hloubky 15 cm, rotační pastva s mulčováním nedopasků

- 3) opakované vyrývání rostlin šťovíku do hloubky 5 cm, rotační pastva s mulčováním nedopasků
- 4) jednorázové vyrývání rostlin šťovíku do hloubky 5 cm, rotační pastva s mulčováním nedopasků
- 5) rotační pastva s mulčováním nedopasků bez vyrývání
- 6) neobhospodařovaný porost bez vyrývání

Výsledky

- Nejúčinnější bylo opakované vyrývání kořenů do hloubky 15 cm (přežilo 8% rostlin ve srovnání s počátečním stavem), po opakovaném vyrývání do hloubky 5 cm (přežilo 15% rostlin) a po jednorázovém vyrývání rostlin do 15 cm klesl počet asi na 20 %.
- Nejméně účinné bylo samotné pasení s mulčováním nedopasků (zůstalo téměř 70 %).
- Ve variantě ponechané ladem překvapivě klesl počet rostlin šťovíků zhruba na polovinu.

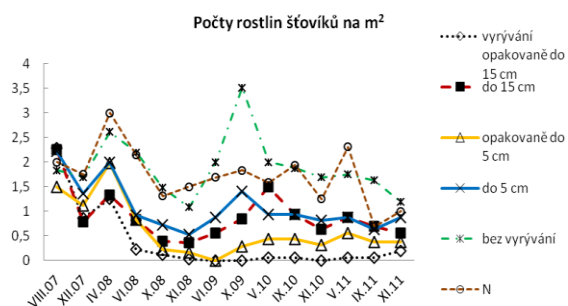


Liberce.

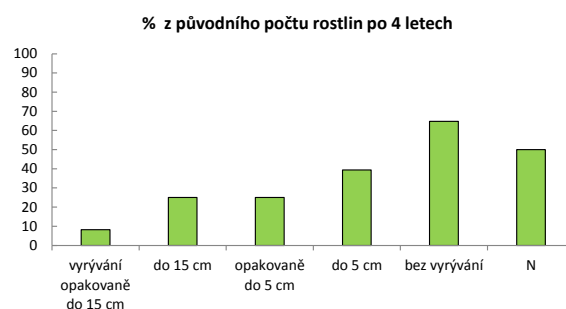


Vyrývání kořenů šťovíku.

Sběr dat na experimentální ploše u



Graf 11. Vliv frekvence vyrývání na počet rostlin šťovíku tupolistého při běžném faremním obhospodařování travních porostů.



Graf 12. Vliv frekvence vyrývání na přežívání rostlin šťovíku tupolistého při běžném faremním obhospodařování travních porostů.

2.4.2 Vliv frekvence seči a vyrývání podzemních orgánů na šťovík tupolistý

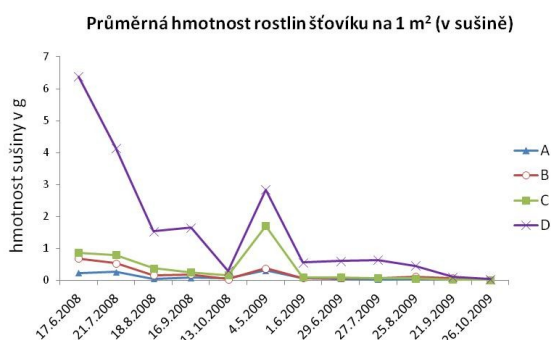
Popis experimentu

V roce 2007 byl založen maloparcelkový experiment sledující vliv vyrývání kořenů šťovíku tupolistého v kombinaci s vysokou frekvencí seči na hmotnost šťovíků, listovou plochu a počet listů šťovíku tupolistého. Varianty experimentu byly: vyrývání do hloubky 15 cm a seč 4x za měsíc, vyrývání do hloubky 15 cm a seč 2x za měsíc, bez vyrývání a seč 2x za měsíc, bez vyrývání a seč 4x za měsíc. Vyrývání bylo provedeno 1 x na začátku experimentu.

Doba trvání experimentu: 2008-2010
Stanoviště: Oldřichov v Hájích, 420 m n. m.

Výsledky

- Vyrývání kořenů, intenzivní seč 4 x za měsíc i jejich kombinace výrazně snížilo hmotnost šťovíků, listovou plochu a počet listů.
- Po třech letech experimentu ale nebyl výskyt šťovíku tupolistého žádným z použitých způsobů omezování zcela potlačen.



Graf 13. Vliv frekvence sečí a vyrývání kořenů na šťovík tupolistý. A – vyrývání kořenů do hloubky 15 cm, sečení čtyřikrát měsíčně, B – vyrývání kořenů do hloubky 15 cm, sečení dvakrát měsíčně, C – sečení čtyřikrát měsíčně, D – sečení dvakrát měsíčně.

2.4.3 Vliv vyrývání kořenů na rostliny šťovíku tupolistého při různé úrovni hnojení

Popis experimentu

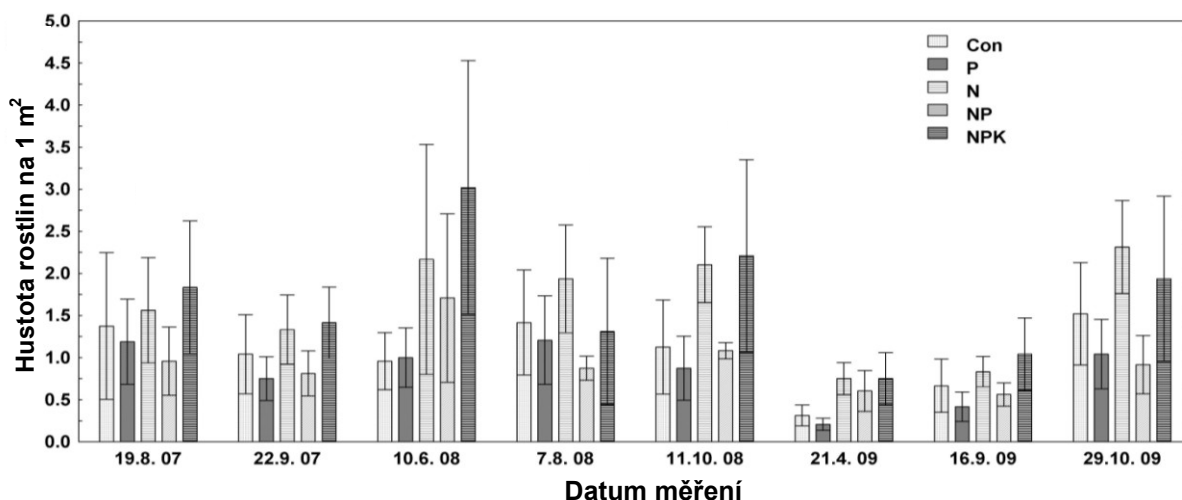
V roce 2007 byl založen maloparcelkový experiment sledující vliv vyrývání kořenů do hloubky 5 cm na pokryvnost a hustotu šťovíku tupolistého při různé úrovni hnojení: 1) P-40 kg P ha⁻¹, 2) N-100 kg K ha⁻¹, 3) NP, 4) NP+100 kg K ha⁻¹, 5) kontrola bez hnojení. Vyrývání do hloubky 5 cm bylo prováděno několikrát v průběhu vegetačních sezón: 2x v roce 2007 a 3x v roce 2008 a 2009.

Doba trvání experimentu: 2008-2009

Stanoviště: Mšec, okr. Rakovník, 490 m n. m.

Výsledky

- Během 3 vegetačních sezón nebyl zjištěn vliv vyrývání na hustotu a pokryvnost šťovíku tupolistého.
- Hustota šťovíku tupolistého nebyla významně ovlivněna ani variantami hnojení.
- Příčinou nízké úspěšnosti vyrývání mohla být vysoká zásoba dostupných živin v půdě - (Mehlich III) P, K, Ca a Mg bylo 152, 267, 1688 a 171 mg kg⁻¹.



Graf 14. Vliv vyrývání na počet rostlin šťovíku tupolistého při různé úrovni hnojení.

2.4.4 Vliv frekvence sečí na klíčivost vytvořených semen šťovíku tupolistého

Popis experimentu

Do květináčů byly vysázeny semenáčky šťovíku tupolistého. Ve druhé vegetační sezóně byly uplatňovány různé frekvence sečí: 1 seč, 2 seče, 3 seče, 4 seče, 5 sečí a bez seče.

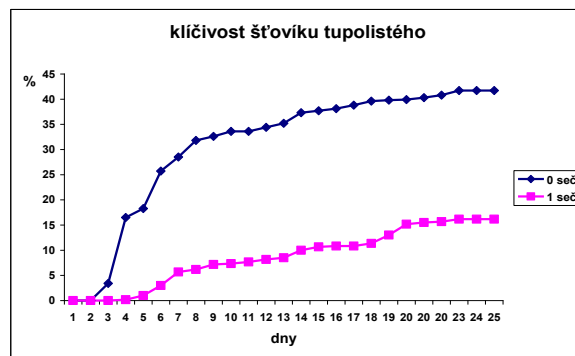
Na konci vegetační sezóny byla odebrána semena (pokud byla vytvořena) a zjišťována jejich klíčivost.

Doba trvání experimentu: 2008-2009

Stanoviště: Liberec, 367 m n. m.

Výsledky

- Tvorba semen byla zjištěna u nesečených, u jednou a dvakrát sečených rostlin.
- Semena dvakrát sečených rostlin nebyla klíčivá.
- U rostlin 3-5x ročně sečených nebyla semena vytvořena, docházelo pouze ke kvetení.
- Seč jednou za vegetační sezónu významně snížila klíčivost.



Graf 15. Vliv frekvence seči mateřské rostliny na klíčivost jejich semen u šťovíku tupolistého.

2.4.5 Vliv frekvence seči na nadzemní a podzemní biomasu šťovíků

Popis experimentu

Nádobové pokusy byly zaměřeny na zjištění některých vlastností šťovíků obtížně zjistitelných v polních podmínkách. Ke sledování byly vybrány 3 druhy širokolistých šťovíků – šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), š. kadeřavý (*R. crispus*) a š. alpský (*R. alpinus*). Experiment probíhal v letech 2010 a 2011 ve velkých květináčích v areálu VS Liberec.

Doba trvání experimentu: 2010-2011

Stanoviště: Liberec, 367 m n. m.

Varianty:

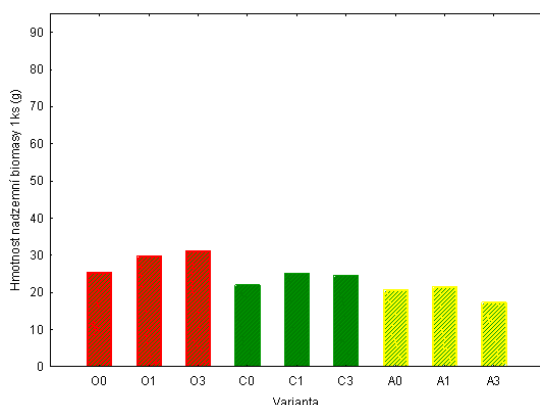
1x ročně sečené

3x ročně sečené

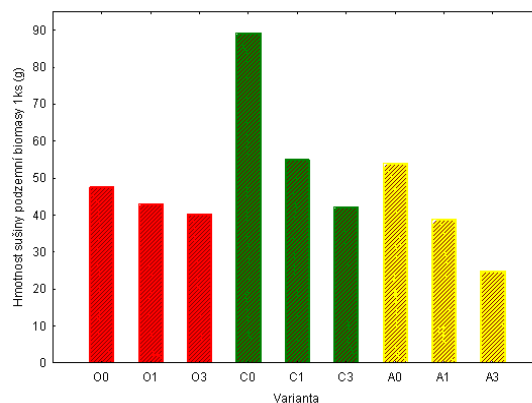
nesečené (neobhospodařovaná kontrola)

Výsledky

- Vliv intenzity seče na produkci nadzemní biomasy byl nejednoznačný. Na produkci nadzemní biomasy sledovaných druhů šťovíků měl pravděpodobně větší vliv průběh počasí než způsob obhospodařování.
- Produkce podzemní biomasy se významně snížila, pokud rostliny kvetly.
- Kvetoucí rostliny byly pozorovány pouze u š. tupolistého, podíl kvetoucích rostlin se snižoval s intenzitou sečení.
- Frekvence sečení snižovala hmotnost podzemní biomasy.



Graf 16. Vliv frekvence seči na nadzemní biomasu širokolistých šťovíků. Průměrná hmotnost nadzemní biomasy jedné rostliny. O - šťovík tupolistý, C - š. kadeřavý, A - š. alpský, 0 - nesečené, 1 - jednou ročně sečené, 3 - třikrát sečené.



Graf 17. Vliv frekvence seči na podzemní biomasu širokolistých šťovíků. Průměrná hmotnost podzemní biomasy jedné rostliny. O - šťovík tupolistý, C - š. kadeřavý, A - š. alpský, 0 - nesečené, 1 - jednou ročně sečené, 3 - třikrát sečené.



Nádobové pokusy v areálu VS Liberec.

2.4.6 Regenerace rostlin šťovíku tupolistého z fragmentů podzemních orgánů

Popis experimentu

Nádobové pokusy v areálu VS Liberec byly zaměřeny na zjištění schopnosti regenerace šťovíku tupolistého z fragmentů podzemních orgánů (simulace regenerace po kultivaci). 10 cm dlouhé fragmenty podzemních orgánů o průměru 1 cm byly v září 2007 uloženy v půdě v plastových rourách, které byly založeny svisle do země. Kořeny byly v různých hloubkách a byly ponechány v půdě po dobu jednoho roku. V průběhu byl zaznamenáván počet obrůstajících rostlin a na konci experimentu také počet živých původních fragmentů podzemních orgánů.

Doba trvání experimentu: 2007-2008

Stanoviště: Liberec, 367 m n. m.

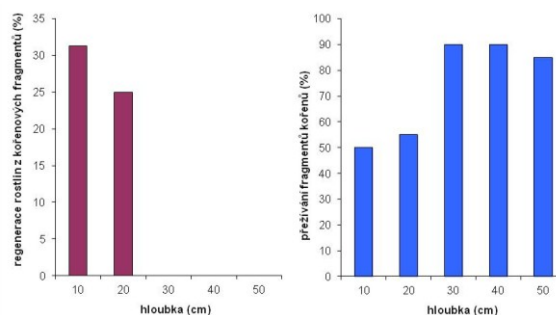
Varianty: hloubky 10, 20, 30, 40 a 50 cm



Plastové roury s fragmenty podzemních orgánů šťovíků v různých hloubkách před zasypáním.

Výsledky

- Na povrch půdy prorostly pouze rostliny vytvořené z fragmentů podzemních orgánů uložených v hloubkách 10 a 20 cm pod půdním povrchem.
- Z fragmentů podzemních orgánů uložených ve větších hloubkách sice rostliny v průběhu prvního roku nevyrostly, avšak téměř 90 % fragmentů zůstalo živých (neodumřelých).
- Některé rostliny vytvořené z fragmentů uložených v hloubkách 10 a 20 cm vykvetly a vytvořily semena.



Graf 18. Podíl rostlin, které vytvořily nadzemní část z fragmentů podzemních orgánů šťovíku tupolistého (vlevo), a podíl živých fragmentů v různých hloubkách po 1 roce (vpravo).

2.5 Monitoring výskytu šťovíků v travních porostech ve vybrané části Jizerských hor

Popis experimentu

Na pastvinách v okolí Libverdy a Hejnic na SZ

okraji Jizerských hor byla na travních porostech spásaných skotem monitorována populační hustota šťovíku tupolistého. Cílem bylo zjistit, jestli je současný stav ovlivněn obhospodařováním v minulosti nebo půdními podmínkami stanoviště.

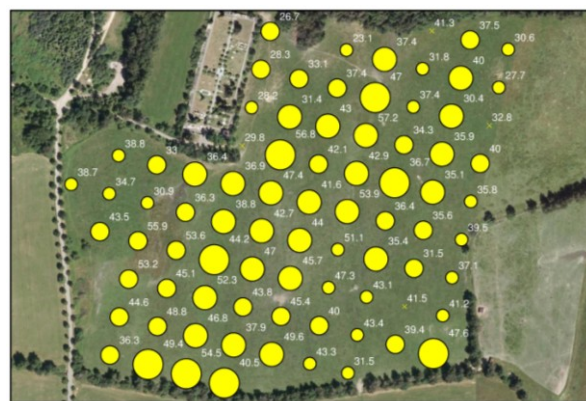
Na pozemcích byla pomocí GIS zaměřena síť bodů, v jejichž okolí byly zjišťovány počty rostlin šťovíku, objemová vlhkost půdy a vodivost (konduktivita - nepřímo vyjadřuje koncentraci solí v půdním roztoku). Z údajů, které byly dodány majitelem pozemků, byla zjištěna historie porostů v minulosti (způsob využití, obnovy (setí) porostů, hnojení, apod.)

Doba trvání experimentu: 2011

Stanoviště: Libverda, 492 m n. m.; Hejnice, 395 m n. m

Výsledky

- Nejnížší populační hustota šťovíku tupolistého (0-1 rostlina na 10 m²) byla zjištěna na místech, kde nebyla prováděna obnova porostu a kde nedochází k výraznějšímu narušování půdního povrchu.
- Naopak nejvyšší počty šťovíků (25 až 40 rostlin na 10 m²) byly zjištěny na plochách, které byly obnoveny (seté porosty) a docházelo na nich k poškozování drnu, např. shromaždiště zvířat okolo příkrmovacích a napájecích míst nebo terénní překážky, které musí zvířata obcházet. Zaplevelení těchto míst je velmi vysoké a bylo by vhodné použít některé z radikálních regulačních opatření, protože tato místa představují v důsledku produkce velkého množství semen riziko zaplevelení okolních ploch. Na ostatních plochách obnovených porostů se hustota rostlin šťovíku většinou pohybovala v rozmezí 3 – 10 rostlin na 10 m², což odpovídá nízkému až střednímu stupni zaplevelení. Na těchto plochách by bylo vhodné uvažovat o sečení nedopasků.
- Podmáčená místa jsou díky snadnému narušení drnu náchylná na zaplevelení šťovíky, pokud je to možné, je lepší je z pastvy vyloučit.
- Nebyla zjištěna průkazná závislost hustoty zaplevelení na vyšší konduktivitě půdy, mnohem větší vliv mělo narušení drnu.



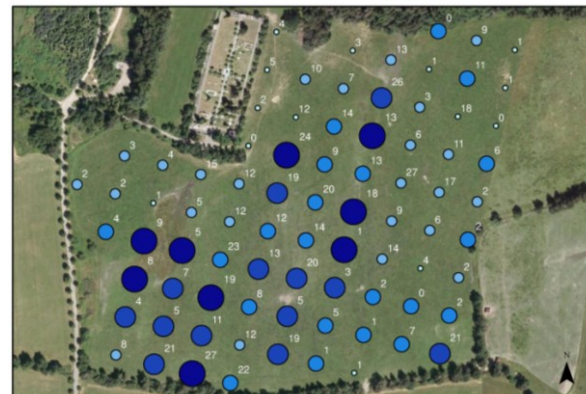
POČET ROSTLIN (ks/10 m čtverečních) + VLHKOST PŮDY (%)

0 1 - 3 4 - 10 11 - 20 21 - 100



KONDUKTIVITA (mS.m-1) + POČET ŠŤOVÍKŮ (ks)

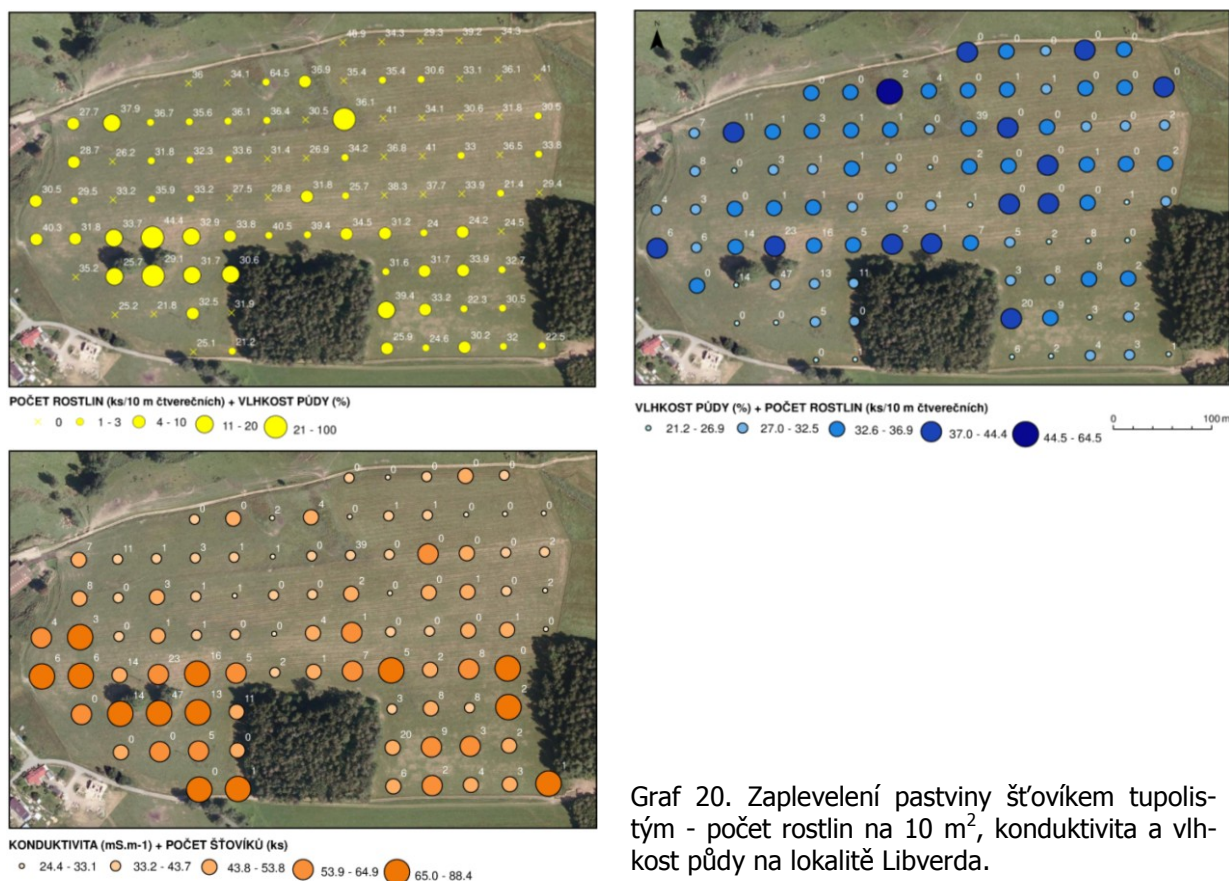
31.9 - 38.2 38.3 - 46.5 46.6 - 53.0 53.1 - 70.5 70.6 - 139.9



VLHKOST PŮDY (%) + POČET ROSTLIN (ks/10 m čtverečních)

23.1 - 32.8 32.9 - 38.8 38.9 - 44.2 44.3 - 49.6 49.7 - 57.2

Graf 19. Zaplevelení pastviny šťovíkem tupolistým - počet rostlin na 10 m², konduktivita a vlhkost půdy na lokalitě Hejnice.



Graf 20. Zaplevelení pastviny šťovíkem tupolistým - počet rostlin na 10 m², konduktivita a vlhkost půdy na lokalitě Libverda.

3. Závěry a doporučení

- Nejmenší velikost semen šťovíku tupolistého a kadeřavého, nejnižší obsah **P** v jejich semech a nejnižší klíčivost byly zjištěny u varianty s nejvyšší dávkou **N**.
- Pozitivní účinek zvýšené dostupnosti **P** se projevil hlavně v iničiálním stádiu vývoje obou druhů šťovíků. Zvýšená dostupnost **P** umožnila rychlejší růst semenáčků. Účinek vysoké dostupnosti **N** byl naopak v iničiálním stádiu vývoje rostlin spíše negativní.
- Snížení obsahu živin v půdě je důležité pro omezení klíčení a vzcházení semenáčků obou druhů.
- Klíčivost semen byla negativně ovlivněna nedostatečným obsahem **P** v semech.
- Snížení celkové dostupnosti **N**, **P** a **K** v půdě je proto nutné pro omezení růstu již vzešlých rostlin.
- Vyšší frekvence sečí zabránila dozrání semen šťovíků.
- Vyrývání omezí počet rostlin pouze při nižším obsahu přijatelného **P** v půdě, a pokud je prováděno hlouběji než 10 cm.

- Předpokladem pro redukci vzcházení a následný růst rostlin širokolistých šťovíků je omezení narušení povrchu půdy.
- Pastva zvířat podporuje vzcházení šťovíků narušováním povrchu půdy, ale intenzivní pastva zároveň potlačuje vzcházení poškozováním rostlin (sešlapem).
- U porostů s nižším obsahem dostupných živin v půdě, zejména **P**, se jako nejlepší způsob omezování šťovíku tupolistého zdá být mechanické vyrývání do hloubky 10-20 cm. Opakované vyrývání zvyšuje úspěšnost uvedeného zásahu.

Vhodné životní podmínky pro růst a vývoj širokolistých šťovíků jsou:

- 1) Dostatečný zdroj klíčivých semen – z přilehlých porostů nebo z půdní semenné banky.
- 2) Vysoké obsahy dostupných živin (**N**, **P** a **K**) v půdě – většinou se jedná o dříve obnovené a intenzivně hnojené (zejména kejdované) travní porosty.
- 3) Narušený drn – největší narušení půdního povrchu je většinou v okolí napáječek,

krmišť, naháněcích uliček a shromaždišť zejména v dlouhodobě deštivém období.

4) Nízká konkurence travního porostu – vzcházení semenáčků šťovíků a růst rostlin je vyšší při častější odstraňování nadzemní hmoty (pastva, sečení) z travního porostu zejména na jaře.

Jsou-li splněny všechny čtyři výše uvedené podmínky, je redukce širokolistých šťovíků v travním porostu velmi problematická, ne-li nemožná. Nejdříve je proto nutné vytvořit nepříznivé životní podmínky pro růst a generativní obnovu širokolistých šťovíků a potom je možné přikročit k jejich redukci.



II. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Publikace přináší nejnovější poznatky o způsobech regulace výskytu širokolistých šťovíků na trvalých travních porostech bez použití chemické ochrany proti plevelům. Závěry a doporučení vycházejí z výsledků experimentálních prací, které byly zaměřeny na možnosti využití některých způsobů hospodaření v podmínkách ekologického zemědělství. U našich nejvíce rozšířených druhů širokolistých šťovíků byly studovány růstové parametry a konkurenční schopnosti v různých podmínkách. Metodika reaguje na potřebu individuálního posouzení vhodnosti managementu z hlediska biotických i abiotických podmínek stanovišť.

III. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika najde uplatnění u subjektů, hospodařících na trvalých travních porostech, zejména v podmínkách ekologického zemědělství. Předložené poznatky a údaje jsou také využitelné pro státní správu i pro studenty a pedagogy středních i vysokých škol.

IV. ODKAZY NA PUBLIKOVANÉ VĚDECKÉ PRÁCE

Gaisler J., Pavlů V., Pavlů L. (2010): Survival of *Rumex* seedlings under different management in upland grassland. *Grassland Science in Europe*, 15: 687-689.

Hejzman M., Strnad L., Hejzmanová P., Pavlů V. (2012): Effects of nutrient availability on performance and mortality of *Rumex obtusifolius* and *R. crispus* in unmanaged grassland. *Journal of Pest Science*. In press.

Hrdličková J., Hejzman M., Křišťálová V., Pavlů V. (2011): Production, size and germination of broad-leaved dock seeds collected from mother plants grown under different nitrogen, phosphorus, and potassium supplies. *Weed Biology and Management*, 11: 190–201.

Hujerová R., Gaisler J., Pavlů L., Pavlů V. (2011): Mechanical weeding of *Rumex obtusifolius* in organically managed grassland. *Grassland Science in Europe*, 16: 208-210.

Křišťálová V., Hejzman M., Červená K. (2010): Přezimování širokolistých šťovíků *Rumex crispus* a *R. obtusifolius* (Overwintering of *Rumex crispus* and *R. obtusifolius*). Book of Abstract: conference "Meadows: biodiversity and management", Třeboň 20. – 21.3.2010, 38.

Křišťálová V., Hejzman M., Červená K. (2010): Winter resistance of pasture weeds *Rumex crispus* and *R. obtusifolius*. *Grassland Science in Europe*, 15: 663-665.

Křišťálová V., Hejzman M., Červená K., Pavlů V. (2011): Effect of nitrogen and phosphorus availability on the emergence, growth and overwintering of *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius*. *Grass and Forage Science*, 66: 361-369.

Pavlů L., Pavlů V., Gaisler J., Hejzman M. (2008): Effect of cessation of grazing management on dynamics of grassland weedy species. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Special Issue XXI: 581-586.

Pavlů V. (2010): Regulace plevelů na trvalých travních porostech. Odborný seminář pro praxi: Význam plevelů v agrofytocenozách – biologie a metody regulace.

Pavlů V., Gaisler J., Hejzman M., Pavlů L. (2008): Effect of different grazing intensity on weed control under conditions of organic farming. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Special Issue XXI: 441-446.

Strnad L., Hejzman M., Hejzmanová P., Křišťálová V., Pavlů V. (2012): Performance and mortality of *Rumex obtusifolius* and *R. crispus* in managed grasslands are affected by nutrient availability. *Folia Geobotanica*. In press.

Strnad L., Hejzman M., Křišťálová V., Fričová K. (2010): Mechanical weeding of *Rumex obtusi-*

folius in grasslands. *Grassland Science in Europe*, 15: 738-740.

Strnad L., Hejzman M., Křišťálová V., Hejzmanová P. & Pavlů V. (2010): Mechanical weeding of *Rumex obtusifolius* L. under different N, P and K availabilities in permanent grassland. *Plant, Soil and Environment*, 56: 393-399.

Strnad L., Hejzman M., Křišťálová V., Hejzmanová P., Pavlů V. (2010): Mechanical weeding of *Rumex obtusifolius* L. under different N, P and K availabilities in permanent grassland. *Plant, Soil and Environment*, 56: 393-399.

V. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

Cavers P.B., Harper J.L. (1964): Biological flora of the British Isles. *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. *Journal of Ecology*, 70: 227-232.

Cooper J., Maxwell T., Owens A. (1960): A study of the passage of weed seeds through the digestive tract of the chicken. *Poultry Science*, 39: 161-163.

Darlington H., Steinbauer G.P. (1961): The 80 year of Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany*, 48: 321-325.

Feldman S.R., Alzugaray C., Torres P.S., Lewis P. (1997): The effect of different tillage systems on the composition of the seedbank. *Weed Research*, 37: 71-76.

Frame J. (1992): Improved grassland management. Farming press, Ipswich, UK.

Grime J.P., Hodgson J.G., Hunt R. (1987): Comparative plant ecology. Unwin Hyman, London, UK.

Hatcher P.E., Paul N.D., Ayres P.G., Whittaker J.B. (1997a): Added soil nitrogen does not allow *Rumex obtusifolius* to escape the effects of insect-fungus interaction. *Journal of Applied Ecology*, 34: 88-100.

Hatcher P.E., Paul N.D., Ayres P.G., Whittaker J.B. (1997b): Nitrogen fertilization affects interactions between the components of an insect-fungus-plant tripartite system. *Functional Ecology*, 11: 537-544.

Hejduk S., Doležal P. (2004): Nutritive value of broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius* L.) and its effect on the quality of grass silages. *Czech Journal of Animal Science*, 49: 144–150.

Holm L., Plucknett D.L., Panoho J.V., Herberger J.P. (1977): The World's Worst Weeds: Distribution and Biology. University Press of Hawaii, Honolulu, HI, USA.

Hron F., Kohout V. (1986): Polní plevelé-část obecná. VŠZ Praha, MON.

Hron F., Kohout V. (1988): Polní plevelé-část speciální. VŠZ Praha, MON.

- Jeangros B., Nosberger J. (1990): Effects of an established sard of *Lolium perenne* L. on the growth and development of *Rumex obtusifolius* L. seedlings. *Grass and Forage Science*, 45: 1-7.
- Kivilaan A., Bandurski R.S. (1981): The one hundred year period for Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany*, 68: 1290-1292.
- Kohout V. (1994): The weevil (*Apion minimatum* Germar) - a biological regulator of distribution of broad-leaved dock. *Ochrana rostlin*, 30: 79-81.
- Latsch R., Sauter J., Hermle S., Dürr L., Anken T. (2007): Control of *Rumex obtusifolius* L. in Grassland Using Microwave Technology. Tagung Landtechnik AgEng 2007, Hannover, VDI-Verlag, s. 501-506.
- Latsch R., Kaeser A., Kauter J. (2011): Hot water steam in dock control. *Landtechnik* 66: 170-172.
- Marten G.C., Sheaffer C.C., Wyse D.L. (1987): Forage nutritive value and palatability of perennial weeds. *Agronomy Journal*, 79: 980-986.
- Martínková Z., Honěk A. (2001): Regeneration of *Rumex obtusifolius* L. after cutting. *Rostlinná výroba*, 47: 228-232.
- Martínková Z., Honěk A. (2004): *Gastrophysa viridula* (Coleoptera: Chrysomelidae) and biocontrol of *Rumex* - review. *Plant Soil and Environment*, 50: 1-9.
- Martínková Z., Honěk A., Pekár S. (2009): Survival of *Rumex obtusifolius* L. in unmanaged grassland. *Plant Ecology*, 205: 105-111.
- Meltzer A., Gebauer G., Tender H. (1984): Nitrate content and nitrate reductase activity in *Rumex obtusifolius* L. II. Response to nitrate starvation and nitrogen fertilization. *Oecologia*, 63: 380-385.
- Mikulka J., Kneiflová M. (2004): Effect of meadow and pasture management systems on the occurrence of *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, IX: 619-625.
- Moore J.P., Taylor J.E., Paul N.D., Whittaker J.B. (2003): The use of clip cages to restrain insects reduces leaf expansion systemically in *Rumex obtusifolius*. *Ecological Entomology*, 28: 239-242.
- Pavlů V., Gaisler J., Hejcman M. & Pavlů L. (2006): Effect of different grazing system on dynamics of grassland weedy species. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Special Issue XX: 377-383.
- Pino J., Haggard R.J., Sans F.X., Masalles R.M., Hamilton R.N.S., Sackville Hamilton R.N. (1995): Clonal growth and fragment regeneration of *Rumex obtusifolius* L. *Weed Research*, 35: 141-148.
- Pötsch E.M., Griesebner C. (2007): Control of broad-leaved dock on organic grassland farms. *Grassland Science in Europe*, 12: 138-141.
- Saskanoue S., Kitahara N., Hayashi H. (1995): Biological control of *Rumex obtusifolius* L. by goat grazing. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 29: 39-42.
- Toole E., Brown E. (1946): Final Results of the Duvel buried seed experiment. *Journal of Agricultural Research*, 72: 201-210.
- van Assche J.A., Vanlerberghe K.A. (1989): The role of temperature on the dormancy cycle of seeds of *Rumex obtusifolius* L. *Functional Ecology*, 3: 107-115.
- Zaller J.G. (2004a): Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius* (Polygonaceae): a review. *Weed Research*, 44: 414-432.
- Zaller J.G. (2004b): Competitive ability of *Rumex obtusifolius* against native grassland species: above- and belowground allocation of biomass and nutrients. *Journal of Plant Diseases and Protection*, IX: 345-351.
- Zaller J.G. (2006): Sheep grazing vs. cutting: regeneration and soil nutrient exploitation of grassland weed *Rumex obtusifolius*. *BioControl*, 51: 837-850.