

eská zemědělská univerzita v Praze



Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie a životního prostředí

**Ekologie *Rumex obtusifolius* a *Rumex crispus* -
dormance semen a vliv živin na jejich klíčení**

Bakalářská práce

Jana Hrdličková

janahrdlicka@centrum.cz

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Michal Hejman Ph.D

2009

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením doc. RNDr. Michala Hejcmana Ph.D. a za konzultací s Mgr. Veronikou Košťálovou.

Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 21. dubna 2009

Podpis:

Podkování

Chtěla bych na prvním místě podkovat svým rodičům a také ostatním členům rodiny, kteří mi vždy podporovali ve studiu i v tvorbě bakalářské práce.

Dále bych chtěla podkovat svému vedoucímu bakalářské práce doc. RNDr. Michalovi Hejčmanovi Ph.D. Děkuji i Mgr. Veronice Košálové a dalším kolegům z našeho týmu pro výzkum šovíků za sdílení literárních materiálů, konzultace a jinou spolupráci.

Další dík patří pracovnícím VÚRV Ruzyně paní Kohoutové a paní Kreslové, které mi poskytly skvělé zázemí v laboratoři a ochotnou pomoc v začátcích experimentů.

Děkuji také Janu Šmelhausovi a Táně Hofmanové, že mi pomohli s dalšími drobnostmi nezbytnými ke vzniku této práce.

Práce byla finančně podpořena Ministerstvem zemědělství ČR grantem NAZV 72217 a grantem IGA 200842110003.

Abstrakt

Ekologie *Rumex obtusifolius* a *Rumex crispus* - dormance semen a vliv živin na jejich klívení

Šovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*) a Šovík kadeřavý (*Rumex crispus*) z čeledi *Polygonaceae* patří mezi nejrozšířenější plevely na světě. Vyskytují se na stanovištích s velmi vysokým obsahem dusíku v půdě, zejména na loukách a pastvinách. Vliv dostupnosti živin na růst rostlin obou druhů šovíků byl v minulosti již studován, avšak vliv dostupnosti živin u mateřské rostliny na klívení jejich semen dosud studován nebyl. U semen byla prokázána primární i sekundární dormance a bylo zjištěno, že klívitost různých semen na druhové i mezidruhové úrovni se může značně lišit.

Cílem této práce proto bylo zjistit: 1) Jaký je vliv dostupnosti živin u mateřské rostliny na klívitost semen? 2) Jak se vyvíjí klívitost semen v průběhu času po jejich sklizni?

V našem experimentu byla zjišťována klívitost semen, jejichž mateřské rostliny byly různě hnojeny NPK hnojivou. Druh *R. crispus* nevytvořil žádná semena v roce vysetí mateřských rostlin. Druh *R. obtusifolius* vytvořil semena pouze v N a NPK variantách hnojení. Semena byla sklizena najednou 4. 9. 2009, byla skladována v pokojových podmínkách a následně testována na klívitost v měsíčních intervalech (září – únor) při teplotách 15°C, 20°C a 25°C.

Za těchto podmínek se neprojevila primární dormance, pro jejíž uvolnění by byla třeba stratifikace. Byla zjištěna nižší míra klívitosti v prvních měsících, zvláště při teplotě 25°C, v dalších měsících se klívitost přiblížila ke 100 %. Tento jev lze přisoudit laboratornímu dozrávání (after-ripening). Po 6-ti měsících skladování nebyl pozorován nástup sekundární dormance. Hnojení mateřských rostlin NPK a N mělo vliv pouze na rychlost klívení v určitých měsících: nejprve byla zvýhodněna varianta N a později NPK. Vysvětlení těchto výsledků vyžaduje další studium.

Klíčová slova

ekologie plevelů, mateřská rostlina, laboratorní dozrávání

Summary

The ecology of *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus* - dormancy of seeds and effect of nutrients on their germination

Broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*) and curled dock (*Rumex crispus*) from *Polygonaceae* family belong to the most widespread weeds in the world. They occur on habitats with high content of nitrogen in the soil, especially on meadows and pastures. The effect of nutrients availability on the grow of both dock species plants has been already studied, however effect of nutrients availability to the mother plants on germination of their seeds has not been studied yet.

Occurrence of primary and secondary dormancy of seeds is known, there was observed high variability in seeds germination on species and interspecies level.

The aim of this thesis had been to investigate: 1) What effect has nutrients availability of the mother plant on germination of their seeds? 2) How does the germination of the seeds develop in time after their harvesting?

The object of our experiment had been the germinability of seeds whose mother plants were fertilized differently with NPK fertilizers. The species *Rumex crispus* didn't produce any seeds in the year of sowing. The species *Rumex obtusifolius* produced seeds only in N and NPK fertilizing treatments. All of the seeds were harvested 4th of September 2009 and stored in room conditions and then were germinated in monthly intervals (September – February) in temperatures 15°C, 20°C and 25°C.

Under these conditions primary dormancy with need of stratification for its release did not occur. There was observed a lower rate of germination in first months especially in temperature of 25°C. In consequent months germinability approached 100 %. This was attributed to the after-ripening. After six months of dry storage there was not observed any induction of secondary dormancy. The fertilization of mother plants with N or NPK influenced only the speed of germination and in certain months only. N treatment was advantaged first and NPK after it. Explanation of these results requires further studies.

Keywords

ecology of weeds, maternal plant, after – ripening

Obsah

1. ÚVOD	7
2. LITERÁRNÍ REŠERŽE	7
2.1 TAXONOMIE.....	7
2.2 MORFOLOGIE.....	8
2.2.1 <i>Rumex obtusifolius</i>	8
2.2.2 <i>Rumex crispus</i>	10
2.3 DRUHOVÁ VARIABILITA.....	11
2.3.1 <i>Rumex obtusifolius</i>	11
2.3.2 <i>Rumex crispus</i>	12
2.3.3 Hybridizace.....	13
2.4 ROZŠÍŘENÍ.....	13
2.4.1 <i>Rumex obtusifolius</i>	13
2.4.2 <i>Rumex crispus</i>	14
2.5 FENOLOGIE A ROZMNOŽOVÁNÍ.....	14
2.6 ROZŠÍŘOVÁNÍ.....	16
2.7 KONKURENCE.....	16
2.8 ALELOPATIE.....	17
2.9.1 Potlačování <i>Rumex obtusifolius</i> a <i>Rumex crispus</i>	18
2.9.2 Pastva.....	19
2.9.3 Sečení.....	20
2.10.4 Biologický boj - <i>Gastrophysa viridula</i>	21
2.10 ŽIVINY A ZAVODNĚNÍ.....	22
2.11 KLÍČENÍ.....	23
2.11.1 Dormance.....	23
3. EXPERIMENT – KLÍČIVOST SEMEN	26
3.1 CÍLE.....	26
3.2 MATERIÁL A METODY.....	26
3.2.1 Nádobový pokus – mateřské rostliny semen.....	26
3.2.2 Klíčení.....	27
3.3.3 Statistické analýzy.....	31
3.4 VÝSLEDKY.....	31
3.4.1 Celková klíčovost.....	32
3.4.2 Úspěšnost dosažení 50 % vyklíčených semen.....	34
3.4.3 Celkový průměr klíčení v jednotlivých měsících.....	36
3.5 DISKUSE.....	39
3.5.1 Rok produkce semen.....	39
3.5.2 Primární dormance.....	39
3.5.3 Sekundární dormance.....	40
3.5.4 Vliv živin dostupných mateřské rostlin na klíčení semen.....	41
3.6 ZÁVĚR.....	41
4. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	42
5. PŘÍLOHA	45

1. Úvod

Za plevelné rostliny považujeme ty, které rostou na zemědělské půdě a zahradách proti naší vůli. Každoročně způsobují velké ztráty na produkci a na jejich regulaci je vynakládáno velké množství finančních prostředků. Není možné ani žádoucí určitě druhy vyhubit, protože tím vzniká riziko selekce druhového spektra odolného proti metodám hubení. Cílem je tedy snížit množství plevelů na zemědělských plochách při zachování široké druhové diverzity (Mikulka et al. 2005). Pro navržení vhodného postupu a dosažení tohoto požadavku je nutné znát podrobnou ekologii jednotlivých plevelů. Tato práce je věnována druhům *Rumex obtusifolius* (šovík tupolistý) a *Rumex crispus* (šovík kadeřavý).

Širokolisté šovíky *R. obtusifolius* a *R. crispus* u nás patří k hojným druhům. Staly se obtížnými plevele na zemědělské půdě a narušují také původní fytoocenózy. U nás se výrazně rozšířily v poválečných letech především k intenzivnímu hospodaření především v podhorských oblastech (Kohout 1997).

V minulosti se ale oba tyto druhy ukázaly i jako užitečné. Měly své místo v lidové medicíně. Výtažky z kořenů *R. crispus* se používaly k léčení různých potíží v etn žloutenky a kožních problémech. *R. obtusifolius* se zase často využíval ke zmírnění pálení po požahání kopivkami. Do jeho listů se údajně také balilo máslo (Cavers et Harper 1964). Expanze tohoto druhu však začala ohrožovat zvláště kvalitu travních porostů. Rozšíření šovíků se stalo velkým úskalím zvláště v organickém zemědělství. Vzhledem k tomu, že oba druhy patří mezi nejrozšířenější svtové plevele (Zaller 2004a), je nutné jim v nově vytvářeném prostoru v biologických vlnách.

V této práci budou stručně shrnuty poznatky z dostupné literatury z biologie *R. obtusifolius* a *R. crispus* a některé výzkumy v oblasti jejich potlačování. Více pozornosti bude věnováno problematice klíčení semen, které se týká také uvedený experiment.

2. Literární rešerše

2.1 Taxonomie

Druhy *Rumex obtusifolius* L. a *Rumex crispus* L. řadíme do řádu *Polygonaceae* (rdesnovité), která je jedinou řádou *Polygonales* (rdesnokvrtě).

Fosilní zbytky rostlin tohoto řádu jsou známy z paleogénu (období pozdních třetihor). Rod *Polygonaceae* zahrnuje asi 40 rodů s přibližně 1000 druhy. Podle některých pramenů lze tuto rodinu rozdělit do tří podřadů. Rod *Rumex* patří do podřadu *Polygonoideae* – vlastní rdesnovité. Do rodu *Rumex* řadíme přes 100 druhů, z nichž je u nás 15 domácích a několik dalších druhů zavlečených (Novák 1972). V rámci rodu *Rumex* se často odděluje ještě skupina širokolistých šovíků, do které se obvykle řadí *R. obtusifolius*, *R. crispus* a *R. alpinus* (šovík alpský) (Mikulka et al. 1995). *R. obtusifolius* je dále členěn do variet (Hejný et Slavík 2003). Přehledné taxonomické zařazení *R. obtusifolius* a *R. crispus* je uvedeno v Tab. 1.

Tab. 1: taxonomické zařazení *Rumex obtusifolius* a *Rumex crispus*

oddělení	<i>Magnoliophyta</i> (krytosemenné)	
třída	<i>Magnoliopsida</i> (dvoudložné)	
podtřída	<i>Caryophyllidae</i> (hvozdíkotvaré)	
řád	<i>Polygonales</i> (rdesnokvité)	
rodina	<i>Polygonaceae</i> (rdesnovité)	
podrodina	<i>Polygonoideae</i> (vlastní rdesnovité)	
rod	<i>Rumex</i> (šovík)	
druh	<i>Rumex obtusifolius</i> (šovík tupolistý)	<i>Rumex crispus</i> (šovík kadeřavý)
varieta	<i>Rumex obtusifolius</i> var. <i>obtusifolius</i>	
	<i>Rumex obtusifolius</i> var. <i>sylvestris</i>	
	<i>Rumex obtusifolius</i> var. <i>subalpinus</i>	
	<i>Rumex obtusifolius</i> var. <i>transiens</i>	

2.2 Morfologie

2.2.1 *Rumex obtusifolius*

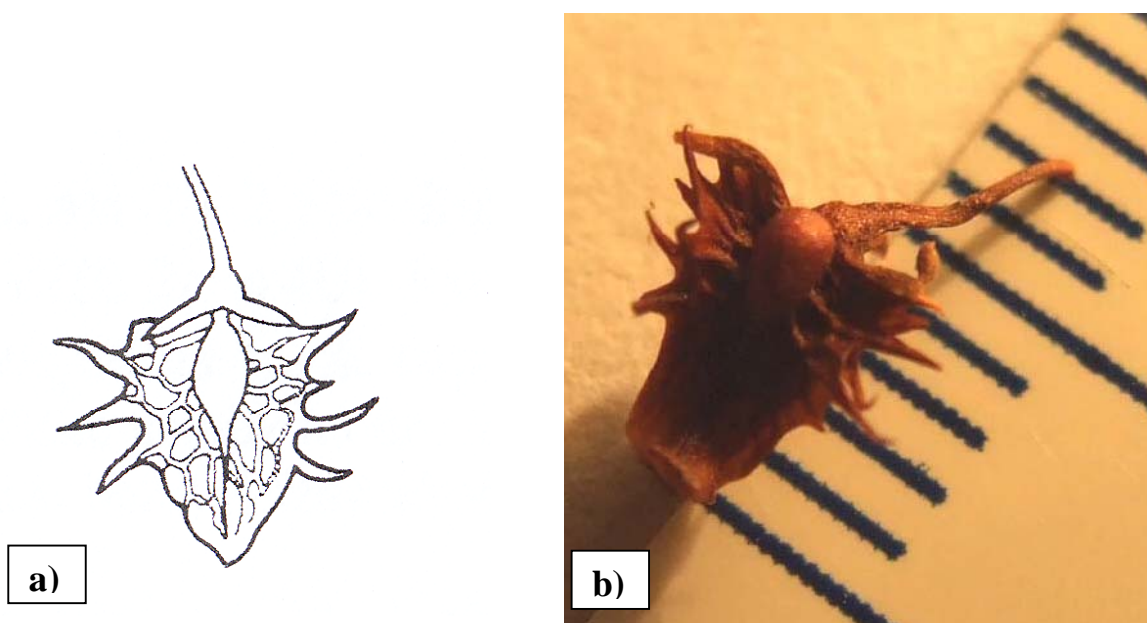
Rostlina vytváří mohutný kolový kořen (Mikulka et al. 2005).

Lodyhy dorůstají výšky 50 – 100 cm, někdy až 150 cm. Často jsou červeně nabílé. Větve se od poloviny, většinou šikmo vzhůru odštěpují. Přízemní a dolní lodyžní listy jsou dlouze apikáté. Čepele jsou dlouhé 15 - 30 cm a široké 8 – 15 cm, obvykle asi 2x delší, než široké. Mají eliptický až vejčitý tvar, na bázi jsou téměř srdčité, na vrcholu tupě špičaté. Na rubu jsou často roztroušeně chlupaté, mohou být zvláště. Horní čepele jsou menší, krátce apikáté, na bázi zaokrouhlené až široce klínovité, k vrcholu přecházejí ve stále se zmenšující apikáté listy (Hejný et Slavík 2003).

Květenství je bohaté, větvené a tvoří nepravé přesleny (Mikulka et al. 1995). Většinou šikmo odštěpují, tvoří lichopřesleny, které jsou hlavně v dolních třech čtvrtinách květenství oddálené, někdy i v horní části s dlouhými apikátými listy

(Hejný et Slavík 2003). Kv tenství je od poloviny v tšinou bezlisté, čímž se výrazně liší od podobného š ovíku kade avého (*Rumex crispus*), u kterého je listnaté až k vrcholu (Münker 2005). Rostlina na fotografii je vid t na Obr. 2.

Plodem je nažka, kterou kryjí krovky (vytrvávající, často ztěsněné 3 vnitřní lístky okvětní – Kubát et al. 2002) dlouhé 2,5 – 6 mm a 1,5 – 4 mm široké. Plodní stopky jsou 2 - 2,5x delší než krovky. Vždy jsou zřetelně delší než široké. Tvar je velmi variabilní. Pevnější je úzce až široce trojúhelníkovitý, při bázi dlouze zubatý až téměř celokrajný. Mozolek (výrtek na krovkách na kterých š ovíky – Kubát 2002) je zřetelně velký, vyskytuje se na jedné až všech krovkách. Nažky jsou hnědé, 2,5 – 3 mm dlouhé (Hejný et Slavík 2003). Nákres a fotografie nažky *R. obtusifolius* jsou zobrazeny na Obr. 1.



Obr. 1: nažka *Rumex obtusifolius* a) nákres podle Klíče ke květeně České republiky (Kubát et al. 2002), b) vlastní fotodokumentace (jednotkou měřítka je 1 mm)



Obr 2: *Rumex obtusifolius* (www.nic.funet.fi/pub/sci/bio)

2.2.2 *Rumex crispus*

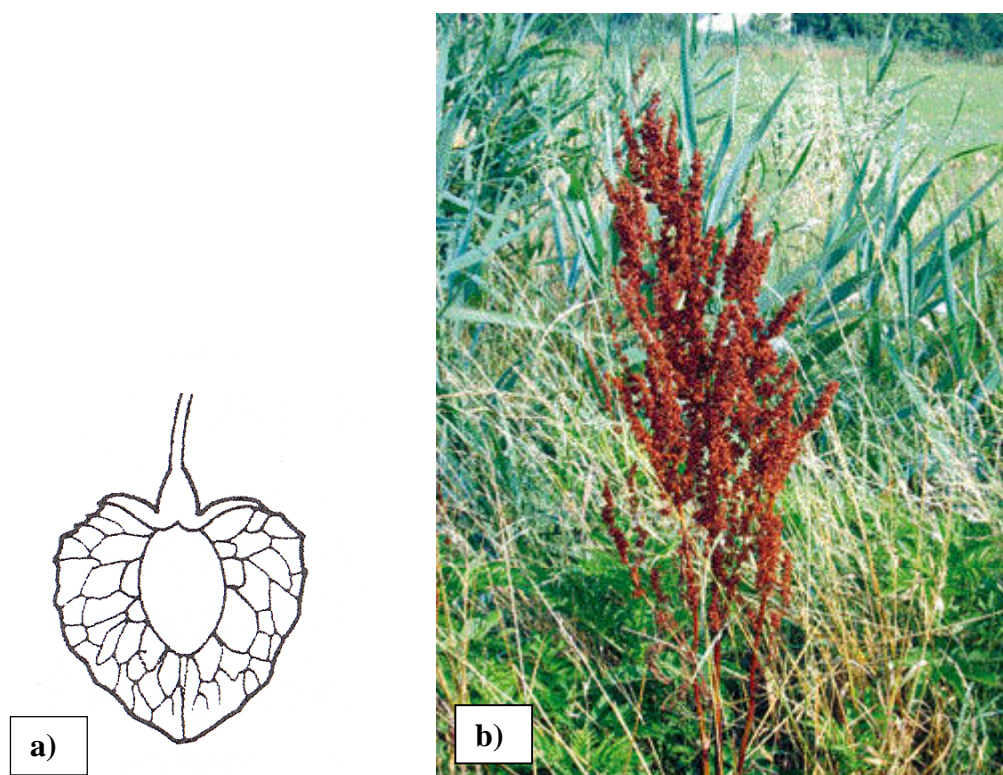
Vytváří kolovité keře dlouhé až 1 m (Mikulka et al. 2005), který je však menší a méně tvrdý než u *R. crispus* (Cavers et Harper 1964).

Lodyhy jsou 30 – 100 cm vysoké, vzpřímené, jednoduché, s hustou chlupatostí (Mikulka et al. 2005). V květenství jsou obvykle jen v květenství. Přízemní listy v listové růžici jsou dlouhé až 35 cm a asi 8 cm široké, jsou dlouze apikálně, podlouhle kopinaté, na bázi klínovité až stažené, na okraji zkradené. Horní listy jsou podobného tvaru, ale jsou menší, obvykle méně zkradené, v dolní části květenství přecházející v listy.

Úzké květenství tvoří přitisknuté nebo šikmo odstávající květy. Rostlina je zobrazena na Obr. 3.

Krovky jsou obvykle trojúhelníkovité, 3,5 – 5 n kdy až 6 mm dlouhé, široké jsou 3 – 6 mm. Většinou jsou celokrajné, nebo jen s velmi jemnými zoubky, přitupné až špičaté, na bázi někdy mírně srdčité, s mozočkem na jedné nebo všech krovkách (potom je jeden obvykle v třetí). Mozoček je většinou kulovitý až téměř kulovitý, delší než polovina krovky.

Nažky jsou hnědé, 2 – 3 mm dlouhé (Hejný et Slavík 2003). Nákres lze vidět na Obr. 2.



Obr. 3: a) nažka *Rumex crispus*, nákres podle Klíče ke květenině České republiky (Kubát et al. 2002), b) *Rumex crispus* (www.plantes-rizieres-camargue.cirad.fr)

2.3 Druhová variabilita

2.3.1 Rumex obtusifolius

R. obtusifolius je druh extrémně variabilní ve tvaru, velikosti a zoubatosti krovek, v přítomnosti a velikosti listenů a květenství, dále také ve velikosti a tvaru mozoček (mohou být na jedné nebo všech krovkách) (Hejný et Slavík 2003). Bohužel, tato velká rozmanitost popsaná taxonomy není vždy respektována populárními ekology. Proto někdy není jasné, která varieta je popisována v určitých populáčních studiích. Mezi varietami byly zaznamenány četné odchody. U druhu *R. obtusifolius* jsou nyní běžně uznávány čtyři variety (často bývají hodnoceny jako subspecies - Hejný et Slavík 2003), u kterých byly zaznamenány rozdíly ve výskytu podle základních ekologických gradientů (Klimeš 1996). Těmito varietami jsou:

Var. *obtusifolius*: Krovky jsou vejíité až široce trojúhelníkovité, dlouze zubaté až krátce tásnité. Mozolek je na všech nebo ve v tšín p ípad na jediné krovce (Hejný et Slavík 2003). Jedná se o oceánskou varietu. Od *R. obtusifolius* var. *sylvestris* se liší tolerancí k extrémn vysoké koncentraci živin a rychlejším po áte ním r stem (Klimeš 2003). Tato varieta je p vodní v západní Evrop (Cavers et Harper 1964).

Var. *sylvestris* (syn. *microcarpus*): Krovky jsou obvykle úzce trojúhelníkovité, menší, tém celokrajné nebo na bázi sotva znateln zubaté. Všechny krovky mají mozolky (Hejný et Slavík 2003). Jde o kontinentální varietu. Ve srovnání s *R. *obtusifolius* kolonizuje p irozen jší stanovišt , je konkuren n siln jší a je lépe adaptován na zastín ní a vyšší hladinu vody (Klimeš 1996). Jedná se o p irozenou varietu východní Evropy (Cavers et Harper 1964).

Var. *transiens*: Krovky jsou vejíité až široce trojúhelníkovité, zuby jsou v tšínou z eteln kratší než polovina ší ky krovky. Mozolky se vyskytují na všech krovkách (Hejný et Slavík 2003). Charakterizuje morfologický p echod mezi *R. obtusifolius* var. *obtusifolius* a *R. obtusifolius* var. *sylvestris* a svým výskytem p ekrývá oba jejich areály (Klimeš 1996).

Var. *subalpinus*: Krovky jsou obvykle úzce trojúhelníkovité, na vrcholu jazykovit protažené, na bázi se 2 – 3 páry zub obvykle kratších než polovina ší ky krovky. Mozolek se nachází jen na jedné krovce (Hejný et Slavík 2003). Podle distribu ní mapy v lánku Caverse a Harpera (1964) se vyskytuje zvlášt v hornatých oblastech kolem erného mo e.

Podle Klimeše (1996) je hlavním faktorem v rozší ení variet koncentrace živin. Tato informace však pravd podobn platí spíše pro menší území. V celoevropském m ítku vyplývají z práce Cavers a Harper (1964) spíše obecné stanovištní nároky, které zp sobují geografické rozdíly ve výskytu jednotlivých variet.

2.3.2 *Rumex crispus*

Obdobn jako *R. obtusifolius* je i *R. crispus* vysoce variabilní druh, p edevším co se tý e velikostí a tvaru krovek, hustoty a utvá ení kv tenství, tvaru a povrchu list (kade avost, žilnatina). Výrazn jší ekologické rozdíly byly sledovány hlavn mezi p ímo skými a vnitrozemními ekotypy, nap íklad v klí ivosti a snášení zaplavování (Cavers et Harper 1964). Všechny typy se však mohou mezi sebou

volně křížit a tvoří navzájem množství pěstod (Hejný and Slavík 2003). Jsou známy pokusy o definování jednotlivých variet *R. crispus*. Například J. E. Lousey roku 1939 zkušebně popsal 4 variety (Cavers et Harper 1964). Podle Hejného a Slavíka (2003) však vytvoření pěstodného systému infraspecifických taxonů není v současné době již možné.

2.3.3 Hybridizace

Současná literatura uvádí, že většina druhů rodu *Rumex* se velmi snadno kříží (Cavers et Harper 1964, Hejný et Slavík 2003, Kubát et al. 2002). Obecně platí, že určení druhu bez možnosti studia populací je většinou velmi obtížné a často vede k omylům. Hejný a Slavík (2003) uvádí 33 různých kříženců rodu *Rumex*. Kříženci vytvářejí prázdné nebo nedokonale vyvinuté nažky a jsou tedy většinou sterilní. Jejich krovky bývají nesouměrné, krkaví, předčasně opadávající (Hejný et Slavík 2003). Velice častý je kříženec *R. crispus* a *R. obtusifolius*, nazývaný se *Rumex x pratensis*. Má široké plodenství, asymetrické a pokroucené krovky různých velikostí, většinou krátce aležetelně zubaté, menší bez zubů.

Dle Klimeše lze často nalézt křížence uváděných variet uvnitř druhu *R. obtusifolius*. Kříženci pokrývají plné spektrum pěstodů mezi *R. obtusifolius* var. *obtusifolius* a *R. obtusifolius* var. *sylvestris*. Jsou plně fertillní, je tedy možné, že hybridizace povede až k vymizení pěstodních variet (Klimeš 1996).

2.4 Rozšíření

2.4.1 *Rumex obtusifolius*

R. obtusifolius má široký areál výskytu. Je to pěstodní evropská rostlina, která se druhotně rozšířila na všechny kontinenty vyjma Antarktidy (Klimeš 1996). Nyní je spolu s *R. crispus* považována za jednu z pěstodních nejrozšířenějších nekulturních rostlin na světě (Zaller 2004). Vyskytuje se nejhojněji v mírném a submeridionálním pásmu Evropy a malé Asie. Na další kontinenty byla zavlečena a místy zdomácněna. Výskyt *R. obtusifolius*, *R. crispus* i ostatních šovíků obecně je koncentrován především na severní polokouli (Pavlov et al. 2008). Vyskytuje se od úrovně moře, nejvýše byl zaznamenán v Íránu ve výšce 2800 m. n. m. *R. obtusifolius* byl pozorován v severní Skandinávii i za polárním kruhem (Cavers et Harper 1964).

U nás je *R. obtusifolius* rozšířen hojně až obecně na celém území. Nad 1100 m je nacházen jen vzácně. Nejvýše byl nalezen na Pradělu ve výšce 1450 m. Ve vyšších nadmořských výškách lze nalézt hlavně *R. obtusifolius* var. *subalpinus*. *R. obtusifolius* var. *obtusifolius* převažuje v termofytiku a v nižších polohách mezofytika, především v západní části území (Hejný et Slavík 2003).

Vyskytuje se na stanovištích s vyšším obsahem dusíku, jako jsou hnojené louky, pastviny, úhory, okolí komunikací a ruderalní stanoviště (Honěk and Martinková 2001), dále osídluje lesní cesty a ruderalizované břehy vodních toků. Lze ho nalézt také v polích pícnin a okopanin (Hejný et Slavík 2003). Vyskytuje se často ve společnosti kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*), která má podobné ekologické požadavky (Grime et al. 1988).

2.4.2 *Rumex crispus*

Také *R. crispus* pochází pravděpodobně z Evropy, jeho původní areál ale bohužel dnes již nelze stanovit. Je adaptován na velmi široké rozmezí nadmořských výšek. Jeho různé ekotypy se vyskytují od mořského pobřeží až do 2500 m. Nejvýše byl doložen v Argentině 3500 m. n. m (Zaller 2004). Jeho horizontální rozšíření sahá až k 65° severní šířky. V České republice je v termofytiku a mezofytiku hojný až obecný, zasahuje až do oreofytika. (Honěk et Martinková 2001)

Světově rozšířenější je *R. crispus* (Pavlov et al. 2008), ale u nás je hojnější *R. obtusifolius* (Mikulka et al. 1995). Oba druhy mají podobné ekologické nároky, *R. obtusifolius* je však mnohem úpornějším plevelem v našich agroekosystémech (Pavlov et al. 2008).

Jeho původními stanovišti byly deprese vodních toků nížin a pahorkatin. Druhotečně se rozšířil na velké množství stanovišť, často podobných jako *R. obtusifolius* (Hejný et Slavík 2003). Vyskytuje se méně na zemědělských plochách než *R. obtusifolius* (Grime et al. 1988).

2.5 Fenologie a rozmnožování

Nové rostliny raší částečně již během podzimního období ihned po dozrání, ale hlavně až následující sezónu v pozdním květnu. Starší rostliny, které přezimují jako hemikryptofyty (Cavers and Harper 1964), vytvářejí listovou růžici už na konci března (Honěk et Martinková 2001) a postupně vytvářejí lodyhu s květenstvím. *R.*

obtusifolius i *R. crispus* se rozmnožují především generativně. Vegetativně se množí pouze na orných plochách. Při zpracování půdy často dochází k fragmentaci kořenů, ze kterých rostliny snadno regenerují (Mikulka et al. 1995). K opylení dochází anemogamně, výjimečně entogamně (Hejný et Slavík 2003).

V otázce, zda *R. obtusifolius* a *R. crispus* kvetou a plodí prvním nebo druhým rokem, se vyskytují rozpory jak v literatuře tak ve výsledcích našich vlastních experimentů (Pers. comm). Zaller (2004a) píše, že oba druhy v tšinou plodí až druhým rokem, příležitostně rokem prvním. Pavl (2008) uvádí, že zatímco *R. obtusifolius* v tšinou kvete až druhý rok, *R. crispus* je druh spíše krátkověký a často kvete už v prvním roce. Kvetení *R. crispus* v prvním roce zmiňuje i Cavers a Harper (1964). V našem pokusném experimentu, který byl zaměřen na vegetativní rozdíly mezi *R. obtusifolius* a *R. crispus* jsme však pozorovali, že všechny rostliny *R. obtusifolius* plodily první rok a naopak neplodila žádná rostlina *R. crispus*.

Rostliny kvetou v únoru až srpnu. Vytváří velké množství drobných nazelenalých květů, které jsou v tšinou proterandricky hermafroditické (Klimeš 1996) a neobsahují nektar (Cavers and Harper 1964). Nažky dozrávají během srpna (Zaller 2004) a během podzimu. Jeden pesl nese 20-50 plodů (Cavers et Harper 1964). Mikulka (1995) uvádí, že jedna rostlina *R. obtusifolius* vytváří 4000-5000 nažek, v příznivých podmínkách až 7000. Cavers a Harper (1964) však píšou o 100-60000 semenech na rostlinu v jedné sezóně. To je velký rozpor i pokud bereme v úvahu, že jedna rostlina může plodit během jedné sezóny i dvakrát (Cavers et Harper 1964). Podobné rozdílné hodnoty byly nalezeny i pro *R. crispus*: podle Mikulky (1995) jedna rostlina vyprodukuje 1000-3000, výjimečně 5000 nažek a podle Caverse a Harpera 100-40000. Pro velké množství produkovaných nažek a jejich velice dlouhou životaschopnost (Pavl et al. 2008) lze šovině považovat za klasické r-strategie. Nažky zůstávají až do jara na suchých lodyhách, ze kterých se postupně uvolňují (Mikulka et al. 1995).

Na které rostliny mají tendenci po produkci plodů odumírat. Často se však jedinci *R. obtusifolius* dožijí až 5 let, v některých případech pravděpodobně i mnohem déle (Cavers et Harper 1964), Zaller (2004a) uvádí, že byly nalezeny i rostliny šovině žijící desetiletí.

2.6 Rozšířování

Rozšířování širokolistých šovíků probíhá různými způsoby. Pevňuje anemochorie, na kterou je rostlina adaptována tvorbou okřídlených nažek (Kohout 1997). V zimním období jsou suché lodyhy vyčnívající nad sněh odlamovány větrem a mohou být odváty na poměrně dlouhé vzdálenosti (Mikulka et al. 1995). Dalším způsobem rozšířování je hydrochorie, kdy mohou být spadlá semena odnášena vodou.

Také šíření semen způsobem zoochorie bylo prokázáno hlavně u hospodářských zvířat a zvláště u ovce. Kohout (1997) tvrdí, že šovíky není hospodářskými zvířaty ani zvířaty spásány, avšak Cavers a Harper (1964) uvádějí, že vysoká zvířata ho přitahují a dokonce ho dokonce preferují. To by mohlo mít znatelný vliv na endozoochorie šíření. Semena se pak mohou přenést trávicím traktem zvířat, kterým prochází bez poškození (Zaller 2004). U hospodářských zvířat probíhá endozoochorie díky přímému kontaktu s obsahem šovíků (Mikulka et al. 1995). V úvahu přichází také epizoochorie. Zuby na krovkách *R. obtusifolius* umožňují zachycení a transport na srsti živočichů (Grime et al. 1988). Protože však šovíky nemají žádný více specializovaný mechanismus na rozšíření nažek, většina semenáček se objevuje v blízkosti mateřské rostliny (Cavers et Harper 1964).

Jedním z nejdůležitějších faktorů dnešního šíření je však člověk, který zavlekl širokolisté šovíky do celého světa. Jejich explozivní rozšíření u nás nastalo po roce 1990 zvláště v podhorských oblastech díky změně hospodářství (Mikulka et al. 1995). Dnes jsou *R. obtusifolius* a *R. crispus* rozšířeny především na loukách, pastvinách, opuštěných polích, podél cest a ruderálních stanovištích (Martinková et Honková 2000a). Šovíky jsou zanášeny na zemědělskou půdu s osivem jetelovin a trav, dále pak s nevyzrálým hnojem a kejdou. Z pastvin se šíří, pokud nejsou vyžínány nedopasky, což umožňuje nažkám dozrát a vysemenit se (Mikulka et al. 1995).

2.7 Konkurence

V některých pramenech jsou širokolisté šovíky považovány za druhy poměrně konkurenceschopné. Mikulka (2005) uvádí, že *R. obtusifolius* i *R. crispus* mají silnou konkurenční schopnost, a koliv *R. crispus* o něco slabší. Na základě vlastního pozorování se domníváme, že autochtonní spíše na myslí dospělé rostliny nežli semenáčky. Pokud autor náš předpoklad potvrdila ve svých pracích, kde hovoří

o nízké konkurenceschopnosti semená k . Kv li tomu se nedokáží prosadit v uzav ených vegeta ních celcích. (Zaller 2004a). D ležitým záv rem t chto zjišt ní je, že š ovíky jsou však schopny kolonizovat holá místa již o pr m ru 11cm (Jeangros et Nösberger 1990). Semená ky š ovík mají malou šanci prosadit se v hustém vitálním trávníku. Ov í pastva ve správné mí e pr kazn vznik takového trávníku podporuje, což p ispívá k úsp ch m pokus s ov í pastvou (Zaller 2006a).

Jako hlavní limitující zdroj v konkurenci s ostatními rostlinami se ukazuje dusík. Boj o n j hraje hlavní roli p edevším ve vývoji semená k (Jeangros et Nösberger 1990). Zaller (2004b) se zabýval zm nou biomasy p i konkurenci *R. obtusifolius* a travních druh . P i celkové konkurenci š ovík zvýšil ko enovou biomasu o 50 %, zatímco nadzemní ást z stala neovlivn na. Naopak u trav nem la konkurence vliv na ko eny a biomasa nadzemní ásti se zvýšila o 20 %. *R. obtusifolius* také p i celkové konkurenci zvyšuje v ko enech pom r C:N (Zaller 2004b). Š ovíky tedy p i konkurenci mnohem více investují do ko enového systému než trávy. Dojde-li ke zdvojnásobení zásoby dusíku v p d , zvýší se efekt nadzemní konkurence na úkor ko enové (Jeangros et Nösberger 1990).

R. obtusifolius pom rn dob e snáší zastín ní. P i nižší intenzit sv tla vznikají r zná morfologická p izp sobení. Nejvýrazn jší je zvyšování specifické listové plochy (Jeangros et Nösberger 1990). Byly sledovány i vlastnosti rostlin v porostu š ovík . Vyšší hustota porostu má krom zastín ní vliv i na akumulaci n kterých prv k . Sledováno bylo zvyšování obsahu vápníku, draslíku a fosforu s hustotou. Je evidentní, že *R. obtusifolius* hustý porost nevyhovuje, byl v n m prokázán vyšší po et sterilních jedinc a menší produkce semen (Klimeš 1996).

2.8 Alelopatie

R. obtusifolius je v p írod v tšinou obklopen jen ur itou skupinou druh žijících v jeho blízkosti. Tento fakt je p isuzovaný produkt m sekundárního metabolismu (Zaller 2006b). *R. obtusifolius*, *R. crispus* a další druhy š ovík jich produkují velké množství (Novák 1992) a z jejich tkání bylo izolováno i n kolik látek alelopatických (Kasai et al. 1982 in Zaller 2006b). Tak jsou ozna ovány látky, které brání v r stu rostlinám jiných druh .

Zkoumáním vlivu extraktu z tkání *R. obtusifolius* na asto se vyskytující rostlinné druhy v jeho okolí se zabýval Zaller (2006) . Z jeho pokus vyšlo najevo,

že klíčení trav je extrakty š ovíku silně narušeno. Laguminózy byly poškozeny bu-
požděním nebo úplnou inhibicí klíčení. Ostatní byliny se však v reakci významen-
lišily. V tšinou došlo k opoždění klíčení nebo jeho inhibici, až na jitrocel kopinatý
(*Plantago lanceolata*), který nebyl poškozen. Alelopatický potenciál byl prokázán i u
kořenů.

Také mrtvé rozkládající se tkáně mohou hrát roli v alelopatetickém působení.
Pokud se rostliny š ovíku po seči neodstraní, mohou z nich být vymývány
alelochemické látky a mohou ovlivňovat okolí. Na působení sekundárních metabolitů
se podílí více faktorů, zvláště pH, teplota nebo fotoperioda (Zaller 2006b). Bylo
pozorováno, že účinek těchto látek vytrvá poměrně dlouhou dobu. Toxicita
alelopatických látek š ovíku je stále vysoká i po 21 dnech (Carral et al. 1988).

Druhy v okolí *R. obtusifolius* pravděpodobně mají zvýšenou odolnost proti
alelochemickým látkám. Zdá se, že alelopatie š ovíku však nehraje hlavní roli
v prosazování druhů v pastevních systémech s vysokou diverzitou (Zaller 2006b).

2.9 Negativní dopady zaplevelení širokolistými š ovíky a zp soby potlačování

Vysoký výskyt širokolistých š ovíků snižuje kvalitu i výnosnost píče. Až kolik
v první stavu nejsou rostliny š ovíků dobyt看em spásány, může k problémům dojít
prostřednictvím sena a siláže. V menším množství š ovíků není kvalita krmiv
ovlivněna. Při větším množství kvalita klesá a může docházet k dietetickým
poruchám (Mikulka et al. 1995). Píče š ovíku tupolistého vykazuje nízký obsah
sušiny. Jeho přítomnost v píči představuje také další rizika spojená například
s pomalým zavadáním (Hejduk et Doležal 2004).

Vysoká zaplevelenost má i rušivý krajinnotvorný efekt. Ze zemědělské půdy se
š ovíky šíří do chráněných oblastí a rezervací, kde silně narušují původní botanické
složení (Mikulka et al. 1995).

2.9.1 Potlačování *Rumex obtusifolius* a *Rumex crispus*

Širokolisté š ovíky, zvláště *R. obtusifolius*, jsou velmi úporným plevelem na
zemědělských plochách. Zatím však nebyl nalezen univerzální způsob, jak populace
š ovíků efektivně regulovat. Je proto nutné i nadále zkoumat jejich ekologii. V boji
s plevelem začínají nabývat na významu i moderní technologie. Byly prováděny
výzkumy s automatizovaným rozpoznáváním a lokalizací jednotlivých rostlin

š ovíku pomocí digitálního snímání, které přinesly nadřazené výsledky. Tato metoda by mohla umožnit automatickou a přesnou aplikaci herbicidů (Gebhardt 2006).

Doporučené principy snižování zaplevelení šovinami jsou používání stejného osiva, vyžínání nedopasků na pastvinách, využívání jen vyzrálých statkových hnojiv a pokud možno vyhnout se aplikaci kejdy. Také je možné použít vápnění a další péči o louky, jako je vyvlastnění stáje (Mikulka et al. 1995). Dále je vhodné odstranit ovatfertilní části před reprodukcí, udržovat vhodný obsah živin v půdě a vyvarovat se přehnojení.

Základním principem obrany proti širokolistým šovinám na trvalých travních porostech je udržení hustého vitálního konkurenceschopného trávníku (Zaller 2006a). Účinným způsobem udržení hustého trávníku je dosívení konkurenčních rostlin do travních porostů (Martinková and Honková 2001c).

Další metodou je použití herbicidů. Největší citlivost šovin se projevuje do stáří jednoho roku. Starší rostliny jsou vůči herbicidům poměrně odolné. V podhorských pásmech však mnoho lokalit patří do ochranných pásem pitné vody, využití herbicidů tedy není v těchto oblastech možné (Mikulka et al. 1995). Konvenční metody hubení jsou navíc v těchto oblastech příliš pracné, časově náročné a drahé (Gebhardt 2006).

Zajímavé výsledky přinesl výzkum zabývající se snížením životaschopnosti semen šovinami při pokrytí kompostem. Při konvenčním kompostování vznikají teploty okolo 63°C. 60°C po dobu dvou dnů snižují množství životaschopných semen na 30 %. Při vermikompostování vznikají teploty pouze 35°C, ale po čtyřech měsících jsou v těchto podmínkách zničena téměř všechna semena. Zdá se však, že ve snižování klíivosti kompostováním hrají významnou roli i jiné faktory, především zvýšená vlhkost a fytotoxiny. (Zaller 2007a)

Další nadřazené nechemické metody kontroly šovin, biologický boj a pastva, jsou rozebrány níže.

2.9.2 Pastva

Širokolisté šoviny jsou známým problémem také na pastvinách. Dobytek v těchto oblastech odmítá rostliny šovin past a ty pak přetrvávají v nedopascích a dále se rozmnožují (Kohout 1997). Na pastvinách navíc vznikají vhodné podmínky pro jejich nový druh *R. obtusifolius* díky své toleranci k extrémním hodnotám dusíku (Klimeš 1996) využívá plochy s nadměrným obsahem živin, které vznikají defekací

zvíat. Tčto ploch na pastvinách vzniká každý den velké množství (Zaller 2007b) a nadměrná pastva tento efekt ještě zvyšuje (Mikulka et al. 1995). *R. obtusifolius* také aktivně kolonizuje na pastvinách ostatní holé plochy (Zaller 2006a).

Snaha nalézt způsob, jak eliminovat plevelné šovíky na pastvinách vedla k více pokusům, kde byl zkoumán efekt různých druhů pasených zvířat a typů pastvy. *R. obtusifolius* je podle Caverse a Harpera (1964) dobytčím, ovčím a koňským přejíman jen ve velmi ranných stádiích, avšak Zaller (2005) dokázal, že při vhodném výběru plemene (např. East-Prussian Skudden) může mít pastva na potlačování šovíků velice pozitivní vliv, zvláště ve srovnání se sešivím. Plemena s neselektivní pastvou spásají až 1,5m vysoké dospělé jedince a Zaller navíc uvádí, že konzumací šovíků mohou pokrývat svojí potřebu vláknité výživy. Z pokusu vyšlo najevo, že maximální výška regenerujících rostlin *R. obtusifolius* byla výrazně menší po ovčím pastvě ve srovnání se sešivím. Šovíky regenerující po pastvě jsou menší a vytvářejí méně plodů a více listů. Po pastvě zmizelo 3x více jedinců ve srovnání se sešivím.

Sakanoue (1995) se zase zaměřil na pastvu koz a smíšenou pastvu koz a skotu. Zjistil, že kozy dokáží zbavit rostliny šovíků listů do té míry, že ty pak nedokáží vytvořit semena. Jedinci, kteří přežili do dalšího roku, byli malí a nevytvářeli lodyhy. Populace *R. obtusifolius* se pak zmenšuje díky nedostatku nových semenáček. Při smíšené pastvě se počet semenáček následujícího roku změnil na 30 % oproti samotné pastvě skotu. Z obou pokusů vyplývá, že správně navržená pastva ovčím a koňským může být výkonnou metodou při hubení plevelných šovíků (Sakanoue 1995).

2.9.3 Sešívání

O vhodnosti péče o pozemky zaplevelené šovíky se sešíváním lze nalézt různé názory. Mikulka (1995) doporučuje jako jeden ze způsobů potlačování šovíků vhodně naplánovanou sešivím dvakrát za sezónu. Jsou však i záznamy, že 5-7 sešívání za sezónu zredukuje výskyt *R. obtusifolius* po 6-ti letech pouze na 60 % (Courtney 1985 in Zaller 2006a). *R. obtusifolius* po sešívání dobře regeneruje. V regeneraci však byla zaznamenána vysoká variabilita. Pozdně rašící rostliny jsou méně poškozeny sešivím, než časné rašící. Čím více času rostlina investovala do kvetení, tím pomaleji a méně regeneruje po sešívání. Tím je oteklávána selekce ve prospěch pozdně rašících jedinců na sešívěných loukách. Rostliny šovíků jsou schopné po červnové sešívání

produkovat semena ještě tentýž rok. Zrání nažek je v tom případě zpožděno podobně o měsíc (Martinková et Honková 2001c).

často se není brání produkci semen, ale podporuje regeneraci kořenů a tím zvyšuje potenciál pro budoucí vysemenění (Zaller 2006a). Se také navíc urychluje rašení v příštím roce a podporuje květenství. Při absenci konkurence může dokonce způsobit nárost výskytu *R. obtusifolius* (Martinková et Honková 2001c). Samotná se tedy neukazuje jako efektivní metoda pro potlačování šovin.

2.10.4 Biologický boj - *Gastrophysa viridula*

Kromě pastvy a sebekontroly existují i mnohé další způsoby nechemické kontroly plevelů. U širokolistých šovin jsou zkoumány různé druhy biologických nepřátel. Při rození hmyzí herbivorie šovin patří do řádů Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera a Diptera. V posledních letech bylo objeveno 28 herbivorů živících se šovinami (Martinková et Honková 2004), ale pouze několik z nich poškozuje rostlinu natolik, že je možné je uvažovat jako prostředek biologického boje (Zaller 2004a). Největší pozornost je zaměřena na mandelinku edkvičkovou (*Gastrophysa viridula*, Coleoptera: Chrysomelidae), která preferuje přímo *R. obtusifolius* a následně *R. crispus*. Dnes už je rozšířena po celé Evropě, její populace jsou však vždy pouze lokální, protože jednotlivci se obtížně šíří. Dojde-li k vymizení lokální populace, trvá někdy poměrně dlouho, než je lokalita znovu kolonizována. V jedné sezoně může dojít k vývinu 2-4 generací. *G. viridula* často zničí vysoké procento listové plochy, ale obvykle nezpůsobí úhyn celé rostliny (Martinková et Honková 2004).

Dalším organismem, který je k boji se šovinami uvažován, je rez *Uromyces rumicis*. Dokáže sice zredukovat listový a kořenový systém, ale v důsledku toho nastává jen malé významné poškození rostliny. Uvažuje se však o možnosti využití vhodné kombinace úniku těchto dvou druhů (Zaller 2004a). Nelze však zapomenout na nebezpečí nežádoucího rozšíření biologických nepřátel. *G. viridula* by se mohla stát škůdcem na kulturních rostlinách *Polygonaceae* (Martinková et Honková 2004).



Obr. . 3: *Gastrophysa viridula* (mandelinka edkvi ková) (www.kendall-bioresearch.co.uk)

2.10 Živiny a zavodn ní

Dostupnost živin hraje v ekologii *R. obtusifolius* a *R. crispus* klí ovou roli. Širokolisté š ovíky totiž pat í k rostlinám s nejv tší pot ebou dusíku a dalších živin (Hejduk 2004), p í emž limitujícím zdrojem je obvykle dusík (Jeangros et Nösberger 1990). Díky tomu je *R. obtusifolius* spolehlivým indikátorem nadm rné koncentrace dusíku nebo i draslíku v p d (Zaller 2007b). Snáší takové koncentrace živin, které v tšina rostlinných druh netoleruje (Klimeš 1996).

V souvislosti s úsp šným ší ením š ovík na pastviny zkoumal Zaller (2007b) vliv heterogenity rozložení živin v p d na jejich p íjem a uložení v organismu. Zabýval se zárove vlivem zavodn ní, protože zjistil, že míra a zp sob využití živin rostlinami je na zavodn ní závislá. Pom r biomasy podzemní a nadzemní ásti nebyl ovlivn n rozmíst ním živin nebo zavodn ním. Distribucí živin jsou siln ovlivn né konkuren ní vztahy, i když celkové množství živin z stává stejné. P í zvýšené heterogenit rozložení živin byl u všech zkoumaných druh pozorován zvýšený p íjem draslíku. Celkovým zvýšením jeho zásob se zvýší jeho podíl v nadzemních ástech š ovík . U *R. obtusifolius* bylo pozorováno o 30-40 % vyšší využití draslíku, pokud došlo ke hnojení samostatn N nebo K, než když byla ob hnojiva použita společn (Zaller 2008b). Draslík se však nezdá být d ležitým limitujícím faktorem (Jeangros et Nösberger 1990). P í pokusech s rozmíst ním živin bylo zjišt no, že ko enový systém *R. obtusifolius* má nízkou plasticitu a výrazn nereaguje na zm nu heterogenity. Na rozdíl od jiných druh nemá *R.*

obtusifolius speciální schopnost využívat heterogenitu živin, vlhkosti nebo p dního typu (Zaller 2008b).

R. obtusifolius a *R. crispus* pat í k mezofilním druh m. Není adaptován na zaplavení. Pokud je hladina podzemní vody zvýšená do ur ité míry, reaguje n kterými morfologickými zm nami (Klimeš 1996), nap íklad prodloužením ko en (Zaller 2007b). Nesnese však hladinu vody výrazn vyšší než 30 cm pod povrchem (Klimeš 1996).

2.11 Klí ení

Jedna z klí ových vlastností širokolistých š ovík podmi ující jejich úsp ch je schopnost vytvá et velké množství plodných a odolných semen, která dlouho p etrvávají v p dní semenné bance, kde vy kávají na vhodné podmínky. P esn jší doba, po kterou z stanou semena v p d životaschopná se liší podle r zných autor . Panuje však shoda, že se jedná o desítky let. Nap íklad Pavl (2008) uvádí 50 % klí ivých semen po 50ti letech a 2 % až po 80ti letech. I ve vod m žou p ežit desítky m síc (Mikulka et al. 1995). Semena jsou navíc schopná dozrávat i na pose ených lodyhách (Maun 1974 in Martinková et Hon k 2001c).

Na loukách a pastvinách semena š ovíku klí í i z povrchu p dy. Optimální hloubka je však 0,5 cm a maximáln klí í z 5ti cm (Mikulka et al. 1995).

Teplotní rozmezí, p í kterém jsou schopná semena *R. obtusifolius* vyklít, se pohybuje od 10°C do 35°C (Totterdell et Roberts 1979). Optimum pro v tšinu druh rodu *Rumex* se nachází mezi 20°C a 27°C (Van Assche et al. 2002).

Dalším d ležitým faktorem navozujícím klí ení je sv tlo. *R. obtusifolius* je schopen za tmy klít, i když v menší mí e, ale míra klí ení u *R. crispus* je p í absenci sv tla zanedbatelná. Význam má i fotoperiodicita. 10 minut osv tlení denn podporuje klí ení více, než vystavení semen stálému sv tlu. (Totterdell et Roberts 1979).

2.11.1 Dormance

Dormance semen je další oblastí, kde u *R. obtusifolius* a *R. crispus* vznikají rozporuplné názory, které se týkají už samé p ítomnosti primární dormance. N kte í auto i pší o vysoké klí ivosti erstvých semen (Pavl et al. 2008, Kohout 1997, Mikulka et al. 2005, Van Assche et al. 2002), naopak mnozí další auto i primární dormanci š ovík m p isuzují (Martinková et Hon k 2000a, 2000b, 2002, Totterdell

et Roberts 1979, Zaller 2004a). Podle prací těchto autorů je k získání klíčivých semen potřeba jejich stratifikace. Tento proces obecně zahrnuje vystavení semen určitým podmínkám, které uvolní dormanci a umožní klíčení (Finch-Savage et Leubner-Metzger 2006). V souvislosti se šovíky je uvažována především studená stratifikace (Totterdell et Roberts 1979). Při tom Zaller (2004a) upozorňuje, že role dormance v ekologii klíčení u těchto dvou druhů není zdaleka vyjasněná a generalizace o jejich klíčení obecně by měla být vyslovována jen opatrně. Již Cavers a Harper (1964) si povšimli mnoha nesrovnalostí v literatuře ohledně výskytu primární dormance. Vysvětlují je velkými rozdíly v podmínkách požadovaných ke klíčení uvnitř těchto druhů. Tyto odlišnosti se vyskytují nejen mezi ekotypy, ale dokonce i mezi jedinci na jedné lokalitě. Cavers a Harper dále uvádějí příklady prací s takto rozdílnými výsledky, kdy v určitém experimentu prvně semena vyklíčila okamžitě a v jiném nevyklíčila po této době. Obecný problém ve výzkumu dormance je ten, že se projevuje jen jako absence klíčení. Pozorujeme tedy jen dvě možnosti, klíčení nebo žádnou reakci, zatímco semeno se ve skutečnosti může vyskytovat v celém rozmezí hladin od hluboké dormance až po nedormantní stav (Finch-Savage et Leubner-Metzger 2006).

Primární dormanci je nutné rozlišit od dormance sekundární. Dormance obecně může být definována jako blok znemožňující klíčení životaschopných semen i za vhodných podmínek. Tento mechanismus brání vyklíčení semen v nevhodnou dobu. Prvně dozrálá semena ve stavu dormance se označují za primární neboli vrozeně dormantní. Primární dormance bývá ukončena vystavením specifickým podmínkám, jako je například studená stratifikace, světlo nebo gibbereliny. Naproti tomu dormance sekundární zasahuje již rozptýlená semena a týká se vlnou ročního cyklu dormance v semenné bance (Finch-Savage et Leubner-Metzger 2006).

Roční dormantní cyklus byl pozorován i u *R. obtusifolius* a *R. crispus*. Bylo zjištěno, že semena obou druhů prokazují nejvyšší dormanci v létě a nejnižší v zimě a na jaře (Zaller 2007a, Van Assche et al. 2002). Toto zjištění odpovídá faktu, že jaro je nejvhodnější dobou pro růst nových semenáčků. Tento dormantní cyklus se odehrává u semen uložených v půdě za polních podmínek a je ovlivněn změnami teploty během roku (Van Assche et al. 2002). Zdá se však, že pokud nažky přetrvávají na lodyhách do jara, tak k vývinu sekundární dormance nedochází. Honková a Martinková (2000b) nezjistili ve svém experimentu žádné rozdíly v klíčivosti vzorků sebraných na podzim, v zimě a na jaře. Nástupem sekundární

dormance u *R. obtusifolius* a *R. crispus* v laboratorních podmínkách se zabývali Totterdell a Roberts (1979). V jejich pokusech semena prokazovala primární dormanci. Zkoumali vliv stratifikace v různých teplotách a následně i nejvhodnější teplotu pro klívení. Zjistili, že teploty do 15°C jsou schopny způsobit stratifikaci. Došli k závěru, že vliv teploty (v rozmezí působení stratifikace) na čas potřebný ke ztrátě primární dormance je zanedbatelný. Avšak díky pomalému nástupu sekundární dormance nastává situace, že čím vyšší je teplota stratifikace, tím menší je následná klívitost. Sekundární dormance totiž vzrůstá s teplotou, při které vzniká. Dochází tedy k překryvu působnosti rychle mizící primární dormance a pomalému nástupu dormance sekundární. Sekundární dormanci získává snadněji *R. crispus* než *R. obtusifolius*. (Totterdell et Roberts 1978).

Různými faktory, které mohou ovlivňovat přítomnost primární dormance, se zabývali v několika svých pokusech Honěk a Martinková.

U obou druhů byla zjištěna velká variabilita v klívitosti mezi různými lokalitami v České republice. Poměr klívitých semen byl v průměru 12,7 %, ale výsledky se pohybovaly v rozmezí 3-99,5 % (Honěk et Martinková 2002). Na úrovni Evropských regionů se u *R. obtusifolius* variabilita neprojevuje. U *R. crispus* bylo pozorováno vzrůstání klívitosti od jihu k severu, ale jeho klívitost rostla také s nadmořskou výškou. Tento jev by mohl souviset se závislostí klívitosti nažek na dobu rašení mateřské rostliny (Honěk et Martinková 2001). Později rašící rostliny totiž tvoří semena, která jsou v době rozptylu z lodyh klívitější. Ohledně klívení, doby rašení a zrání byla pozorována vysoká variabilita i mezi jednotlivými rostlinami. Takové odlišnosti mezi jednotlivci v sezónnosti přetrvávají i v ostatních letech. Může tak ve vyšších nadmořských výškách dojít ke klimatické selekci pozdně rašících rostlin. Klimatická selekce a pravidelné kosení může ovlivnit také výskyt rostlin s určitou sezónností v lokální populaci a zapříčinit tak velké rozdíly v klívitosti mezi lokalitami. *R. obtusifolius* je možná první druh, na kterém byl prozkoumán dopad variability sezónnosti na primární dormanci (Honěk et Martinková 2002).

V důsledku vysoké variability v sezónnosti mezi jednotlivci jsou semena vystavena různým teplotním a fotoperiodickým podmínkám. Zrající semena jsou přitom na světelné podmínky velmi citlivá a fotoperiodicitu může být důležitým faktorem ovlivňujícím klívitost (Honěk and Martinková 2002). Výskyt primární dormance může ovlivňovat i filtrování světla přes okvětní (Voeseček et al. 1992 in

Honková et al. 2001). S dormancí souvisí i světelné podmínky při samotném klíčení. Tímto během klíčení údajně snižuje efekt stratifikace a podporuje vznik sekundární dormance (Totterdell et Roberts 1978).

Velikost semen a nažek nemá vliv na přítomnost primární dormance (Martinková et al. 1999). Zvětších semen však rostou větší semena rychleji s vyšší mírou přežití (Klimeš 1996).

Byl zkoumán také vliv seve na zrání a klíčitost nažek. Nedotčené rostliny se navzájem liší v době zrání a rašení. Pokud jsou však rostliny poseveny, dojde ke značné synchronizaci zrání semen u nově vzrostlých rostlin. Seve však zrání nažek opoždí a zároveň se sníží klíčitost. Tato klíčitost semen z rostlin regenerujících po seve nyní koreluje s povodním datem rašení, a pokud semena zrají za jiných podmínek (Honková et al. 2002).

3. Experiment – klíčitost semen

3.1 Cíle

Cílem tohoto experimentu bylo lépe objasnit, na které faktory ovlivňuje klíčení semen *R. obtusifolius* a *R. crispus*. Pokoušeli jsme se zjistit, zda je klíčitost těchto druhů ovlivněna živinovými podmínkami mateřské rostliny. Dále byl experiment zaměřen na otázku, jestli je u semen přítomna primární dormance, dochází-li k nástupu dormance sekundární a mění-li se klíčitost uskladněných semen v horizontu měsíců po sklizení. Ověřovali jsme také vliv teploty na klíčení těchto semen.

3.2 Materiál a metody

3.2.1. Nádobový pokus – mateřské rostliny semen

Experiment probíhal v areálu Výzkumného ústavu rostlinné výroby (VÚRV) v Praze-Ruzyni (N 50°05.158' E 014°18.024' WGS 84, 340 m. n. m.) v roce 2008. V tomto roce byly na místě naměřeny tyto hodnoty: průměrná teplota půdy 10°C a srážky 508,8 mm/m² (www.vurv.cz/meteo). 18. 3. 2008 byla vyseta semena *R. obtusifolius* a *R. crispus*. Tato semena byla sklizena předchozího roku z více rostlin jedné populace v Praze. Z nich vzešlé semena rychleji rostly ve skleníkových podmínkách a pak byly použity pro nádobový pokus založený 13. 5. 2008.

Celkem bylo založeno 5 variant hnojení: N2, P2, K, N2P2K a jeden kontrolní bez hnojení. Hnojiva byla aplikována v množství běžně užívaném v zemědělství (bez úsilí) nebo v dvojnásobném množství (označeno úsilí 2) v těchto dávkách: N2 300 kg/ha, P2 80 kg/ha a K 100 kg/ha. Dusík byl dodáván ve formě ledku amonného s vápencem (LAV 27,5 %), fosfor byl aplikován ve formě superfosfátu a draslík v draselné soli. Aplikace hnojiv proběhla 2x ve dnech 17. 5. 2008 a 20. 7. 2008.

Každá varianta obsahovala 10 opakování. Do každé nádoby (průměr 20 cm) byla vysazena jedna rostlina *R. obtusifolius* a jedna rostlina *R. crispus* a byla umožněna jejich vzájemná konkurence. Experiment probíhal ve stejných podmínkách, nádoby však byly postaveny do misek s vodou, takže rostliny mohl být zajištěn stálý přísun vláhy.

V tomto roce vytvořily zralá semena jen rostliny *R. obtusifolius* a to pouze ve variantách N2 a N2P2K. Semena těchto rostlin byla sklizena 2. 9. 2008. Ostatní varianty (P2, K a kontrola) vytvořily jen listové řiže.

Fotografie nádobového experimentu, kde byly pěstovány mateřské rostliny zkoumaných semen, je umístěna jako Obr. 4.

3.2.2 Klíčení

Semena byla ručně zbavena okvětní. Byla opticky rozlišena neplodná semena a vyřazena. Plodná semena byla do doby klíčení uchovávána v mikroskopických typu Eppendorf v pokojových podmínkách za tmy. Fotografie plodných a neplodných semen jsou zařazeny jako Obr. 5.



Obr. 4: Nádobový experiment ve VÚRV v Ruzyni, erven 2008 (vlastní fotodokumentace). Každá ada obsahuje 10 opakování ty variant hnojení a jednu kontrolní variantu bez hnojení. Každý kv tiná obsahuje jednu rostlinu *Rumex obtusifolius* a jednu rostlinu *R. crispus*





Obr. 5: Semena *Rumex obtusifolius* a) plodná b) neplodná (vlastní fotodokumentace). Jednotka zobrazeného měřítka je 1 mm. Plodná semena lze rozlišit podle konvexního tvaru.

Klíčení probíhalo v měsíčních intervalech. Ke každému klíčení bylo použito 75 semen z každé rostliny. Semena z jedné varianty byla promíchána, aby byla zajištěna randomizace, a potom odpočítána po 50ti, což je počet použitý pro jednu Petriho misku. Celkový počet Petriho misek byl tedy 30. Postup při rozložování semen je znázorněn v Tab. 2.

Tab. 2: schéma pokusu- příprava semen

hnojivo	počet rostlin	semen z rostliny	semen celkem	semen na Petriho misky
N2	10	75 x 10	750	50 x 15
N2P2K	10	75 x 10	750	50 x 15

Pro klíčení byly použity Petriho misky o průměru 9 cm. Do každé z nich bylo umístěno 50 semen na filtrační papír, který byl dostatečně navlhčen vodovodní vodou (5ml). Petriho misky byly pak umístěny do klimaboxu. Každý pokus probíhal ve třech teplotách: 15°C, 20°C a 25°C. Všechny varianty klíčení probíhaly v pěti opakováních. V každé teplotě bylo tedy 5 Petriho misek varianty N2 a N2P2K. Schéma pokusu je znázorněno v Tab. 3.

Tab 3: schéma pokusu- klí ení

teplota	počet Petriho misek
15°C	5 N2
	5N2P2K
20°C	5 N2
	5N2P2K
25°C	5 N2
	5N2P2K

Každý díl í pokus probíhal 14 dní, kdy byl každý den kontrolován. Vyklí ená semena, u nichž dosáhl klí ek délky aspo 1mm, byla spo ítána a odstran na, jejich po ty byly zaznamenány do tabulek. Podle pot eby byla p ídávána voda pro udržení žádoucí vlhkosti, obvykle 1ml za dva dny. 12.-14. den byl zaznamenáván souhrnn . V klimaboxech byl nastaven sv telný režim 18 h sv tla a 6 h tmy. Klí ení se opakovalo po dobu p l roku každý m síc s výjimkou prosince. Data založení jednotlivých pokus byla 4. 9. 2008, 9. 10. 2008, 10. 11. 2008, 7. 1. 2009, 11. 2. 2009.

Výsledky mohly být ur itým zp sobem ovlivn ny chybami, které vznikly subjektivním hodnocením. Takovým p ípadem bylo vybírání plodných semen a tím i necht né zahrnutí n kterých neplodných semen do experimentu. Tyto chyby se však zdají pro výsledek nevýznamné. Dalším takovým faktorem byl odhad 1mm délky klí k . Doba vyklí ení ur itých semen se tak mohla lišit o den. Tato výchylka mohla zp sobit nep esnosti v souhrnech po n kolika dnech, ale nemohla mít vliv na celkovou sumu vyklí ených semen. Naklí ená semena s r znými délkami klí k ukazuje Obr. 6.



Obr. 6: Naklí ená semena *Rumex obtusifolius* (vlastní fotodokumentace). Jednotkou m ětka je 1 mm.

3.3.3 Statistické analýzy

Pro provád ění statistických test ů a tvorbu graf ů byl využit program Statistica 8.0. (StatSoft). Data byla zpracována analýzou Factorial ANOVA. Bylo po ětáno s váženým pr m rem dat. Hladina významnosti byla stanovena na $p < 0,05$. V grafech byla zobrazena sm rodatná odchylka. Analyzován byl celkový po et vyklí ených semen pro jednotlivé varianty teplot, hnojení a m síc . Dále byla provedena analýza asu pot ebného k dosažení 50 % vyklí ených semen. Byly vytvo eny grafy ilustrující pr b h klí ení v jednotlivých m sících. Pro tento ů el byl použit program Microsoft Office Excel.

3.4 Výsledky

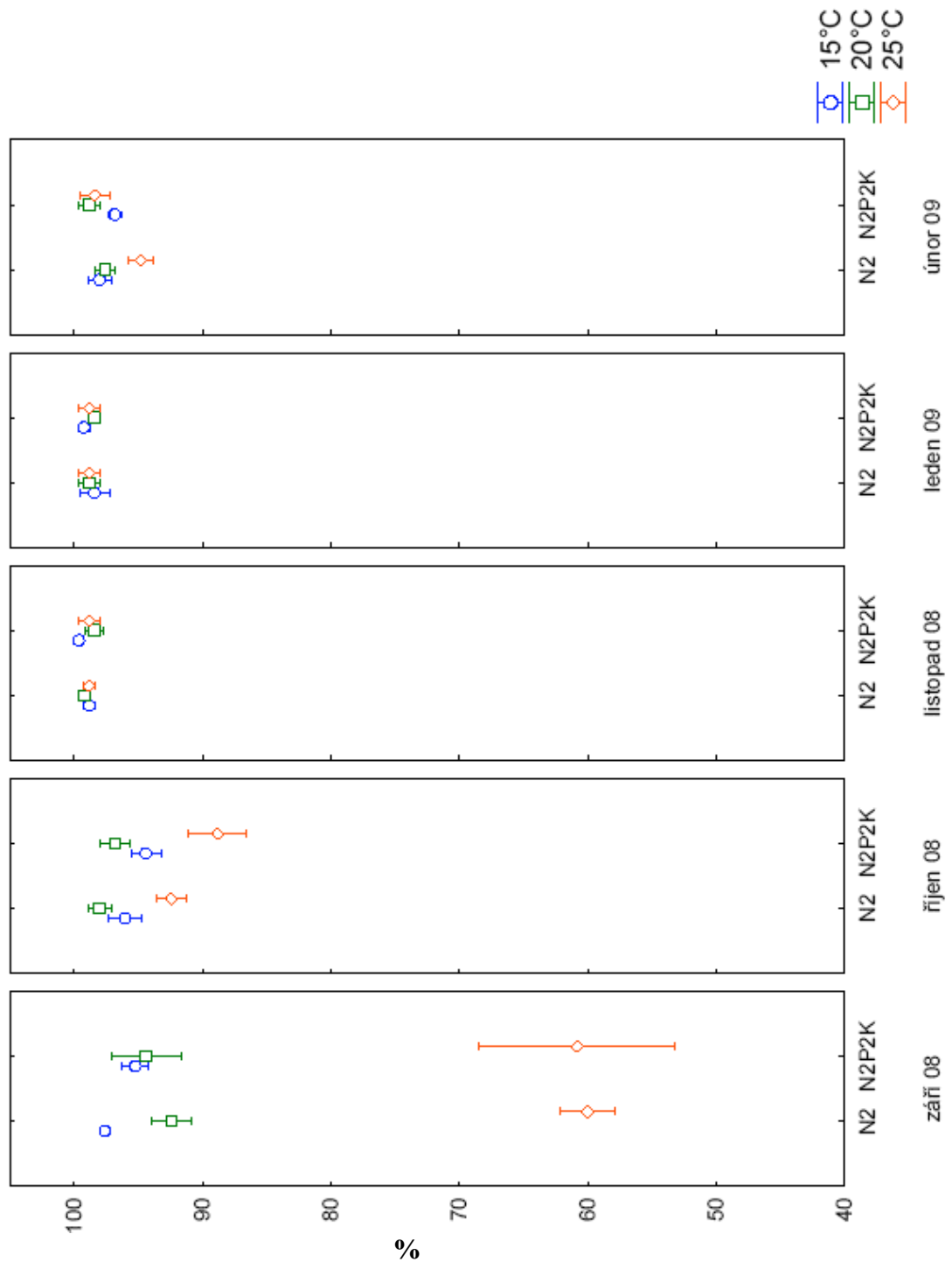
V prvním roce produkovaly semena pouze rostliny *R. obtusifolius*, jejichž hnojivo obsahovalo dusík (N₂ a N₂P₂K). Rostliny ostatních variant (P₂, K a kontrola) a všechny rostliny *R. crispus* vytvo ily jen listovou r ůžíci.

3.4.1 Celková klíivost

Semena se ukázala jako vysoce klíivá. V celkovém počtu vyklíených semen byl signifikantní rozdíl mezi jednotlivými měsíci. Počet vyklíených semen v prvních třech měsících rostl, v dalších měsících již dosahoval téměř úplné klíivosti. Zatímco v září vyklíilo 83 % semen, od listopadu se už počty ustálily na 97-99 %. Významný vliv v prvních dvou měsících měla teplota, kde nižší teplota vykazovala vyšší klíivost. Nejvíce semen vyklíilo při 15°C (září 96 %, říjen 95 %), naopak nejméně při teplotě 25°C (září 60 %, říjen 90 %). Tento efekt však s časem slábnul a v období listopad až únor neměla teplota na celkové množství vyklíených semen významný vliv. Rozdíly ve variantách hnojení nebyly signifikantní. Přehled test statistické významnosti pro tuto analýzu je uveden v Tab. 4. Celková klíivost je znázorněna v grafu na Obr. 7.

Tab. 4: Čas potřebný k vyklíení 50 % semen (ve dnech). SV - stupeň volnosti, F-hodnota F testu, p – dosažená hladina významnosti. Statisticky významný výsledek testu je vyznačen tučným písmem.

	SV	F	p
teplota	2	72,25	<0,001
hnojivo	1	0,04	0,838
měsíc	4	79,83	<0,001
teplota*hnojivo	2	0,2	0,817
teplota*měsíc	8	46,7	<0,001
hnojivo*měsíc	4	0,7	0,593
teplota*hnojivo*měsíc	8	0,48	0,866



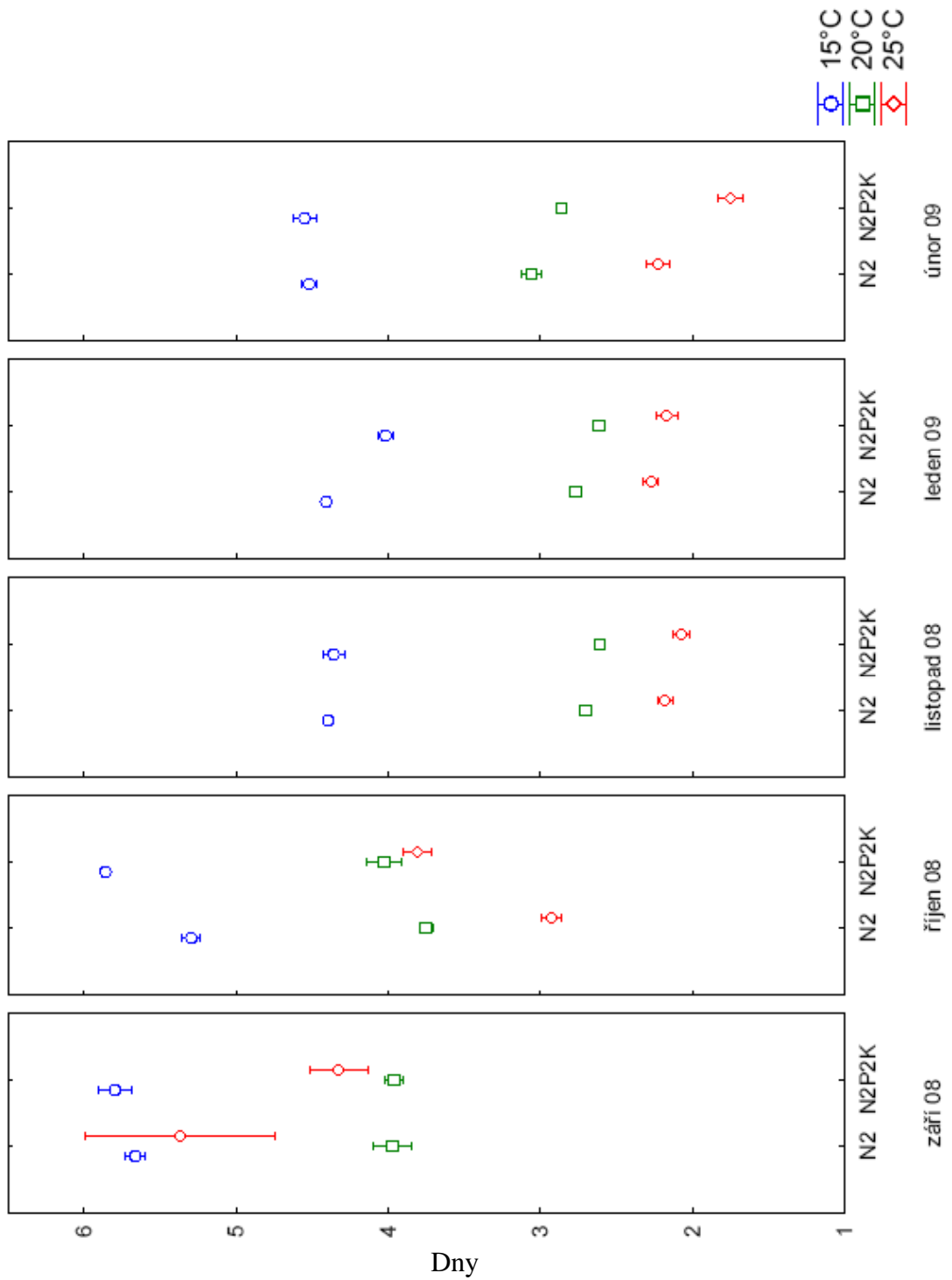
Obr. 7: Celkové procento vyklí ených semen. Grafy p edstavují jednotlivá klí ení semen v m sí ních intervalech, která byla sklizena 2. 9. 2008. Na ose x jsou znázorn ny varianty hnojení mate ských rostlin N2 a N2P2K (íslice 2 znamená dvojitou dávku hnojiva). Barevn jsou rozlišeny teploty, p i kterých probíhalo klí ení. Chybové úse ky znázor ují sm rodatnou odchylku.

3.4.2 Úsada potebná k dosažení 50 % vyklíení semen

Rozdíel mezi m síci se ukázal jako vysoce signifikantní. Nejvíce úsady k 50 % vyklíení bylo poteba první m síc (4,85 dní), v íjnu to bylo 4,28 dní a v dalších letech m sících se již pohyboval průměrný úsada vyklíení poloviny semen mezi hodnotami 3,04 a 3,16 dní. Také vliv teploty byl významný. V září bylo nejrychleji dosaženo 50 % při teplotě 20°C (3,97 dní), dále při 25°C (4,85 dní) a nejpomaleji při teplotě 15°C (5,73 dní). V dalších m sících se však podařilo tak, že rychlost dosažení poloviny vyklíení semen se stala nepřímo úměrná teplotě. V m sících listopad, leden a únor bylo dosahováno podobných hodnot (průměrně při 15°C 4,38 dní, při 20°C 2,77 dní a při 25°C 2,11 dní), avšak zvláště podle pomocných analýz, ve kterých byly zpracovávány kumulativní hodnoty pro různé dny, lze pozorovat v období listopad až únor mírné snižování rychlosti klíení. Celkový vliv hnojiva statisticky významný nebyl, projevil se však signifikantně v některých m sících. V íjnu prokazovala při všech teplotách výrazně rychlejší dosažení 50 % varianta N₂. V listopadu se však již projevilo nepatrně rychlejší klíení u varianty N2P2K, a koliv nebylo signifikantní. Leden a únor pak už prokazoval statisticky významný předstih varianty N2P2K. V únoru nejrychleji polovina semen vyklíila u varianty N2P2K v únoru při 25°C (1,75 dne).

Tab. 5: Úsada potebná k vyklíení 50 % semen (ve dnech). SV - stupeň volnosti, F-hodnota F testu, p – dosažená hladina významnosti. Statisticky významný výsledek testu je vyznačen tučným písmem.

	SV	F	p
teplota	2	623	<0,001
hnojivo	1	1	0,327
m síc	4	224,3	<0,001
teplota*hnojivo	2	1,8	0,168
teplota*m síc	8	14,9	<0,001
hnojivo*m síc	4	10,6	<0,001
teplota*hnojivo*m síc	8	3,3	<0,002

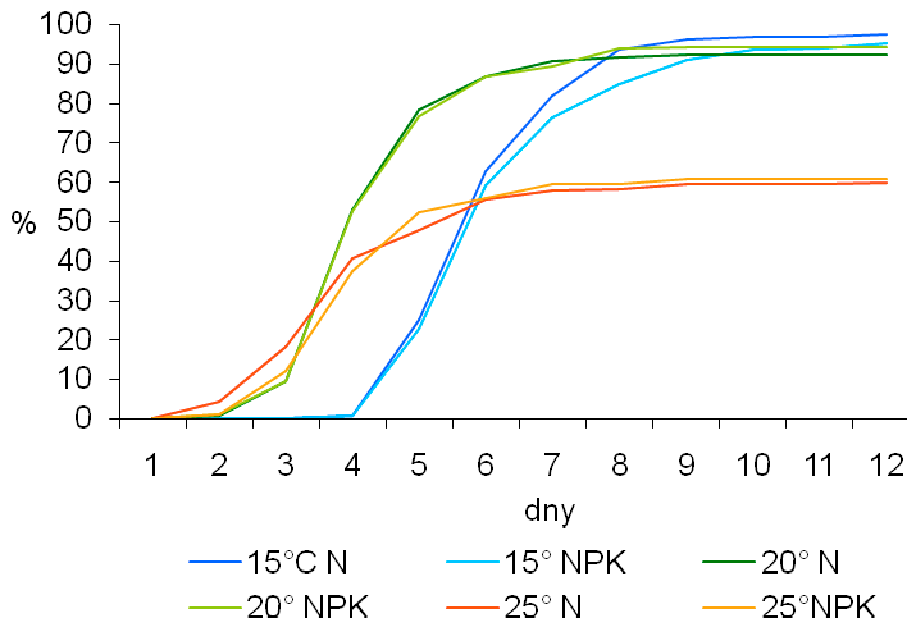


Obr. 8: čas potřebný k vyklíčení 50 % semen (ve dnech). Grafy představují jednotlivá klíčení semen v měsíčních intervalech, která byla sklizena 2. 9. 2008. Na ose x jsou znázorněny varianty hnojení mateřských rostlin N2 a N2P2K (číslice 2 znamená dvojitou dávku hnojiva). Barevně jsou rozlišeny teploty, při kterých probíhalo klíčení. Chybové úsečky znázorňují směrodatnou odchylku.

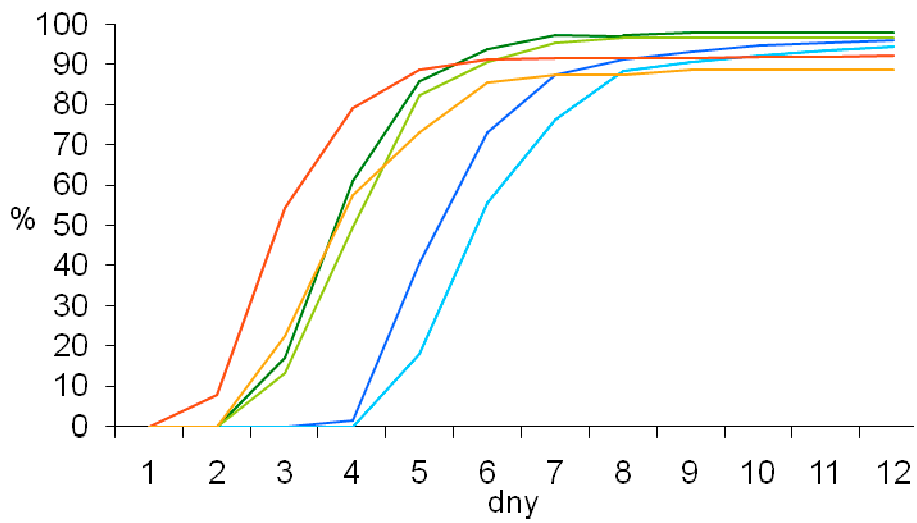
3.4.3 Celkový průběh klíčení v jednotlivých m sících

Z kumulativních grafů znázorujících průběh klíčení lze pozorovat, že naprostá většina semen vyklíčila v prvních 7 dnech. V druhém týdnu se vyskytovalo další klíčení jen ve velice malé míře. V zájmu objasnění průběhu klíčení pomaleji, v dalších m sících však velká většina semen odklíčila v intervalu dvou dnů. Teplota se ukázala jako faktor rozhodující o době zátky klíčení. V našem experimentu klíčila semena ve vyšších teplotách vždy dříve. V rozmezí mezi 15-25°C platilo (kromě prvních dvou m sících), že snížení teploty o 5°C pozdrží zátku klíčení přibližně o 1 den. Průběh klíčení je znázorněn na Obr. 9.

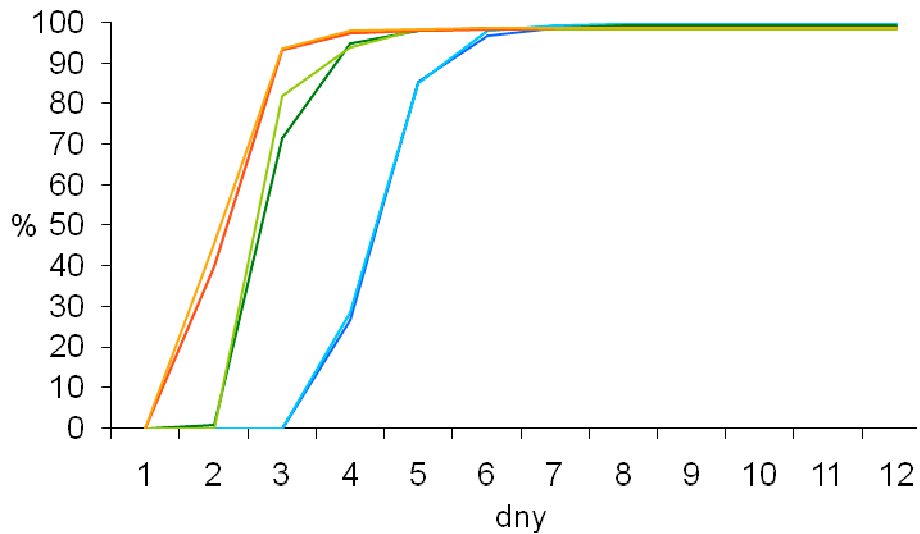
Září

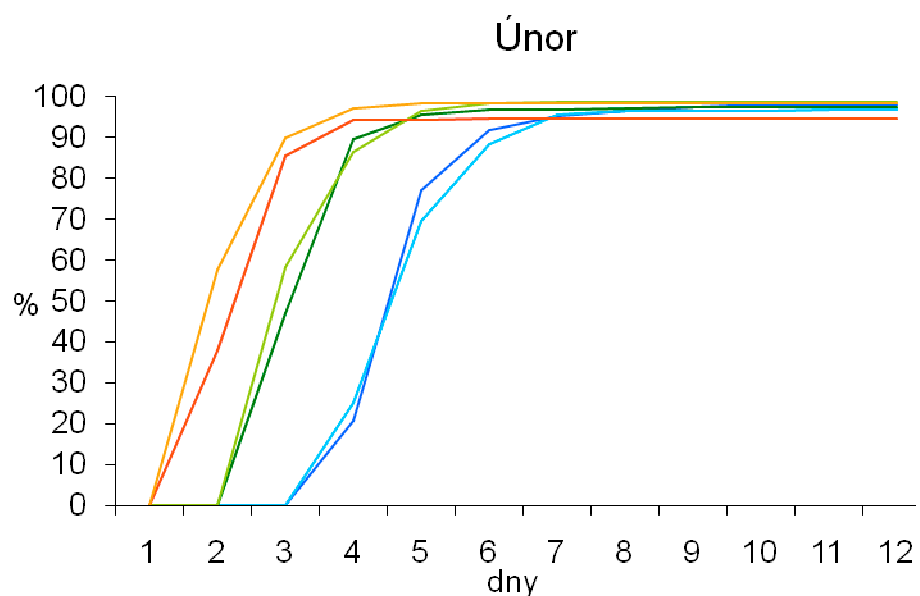
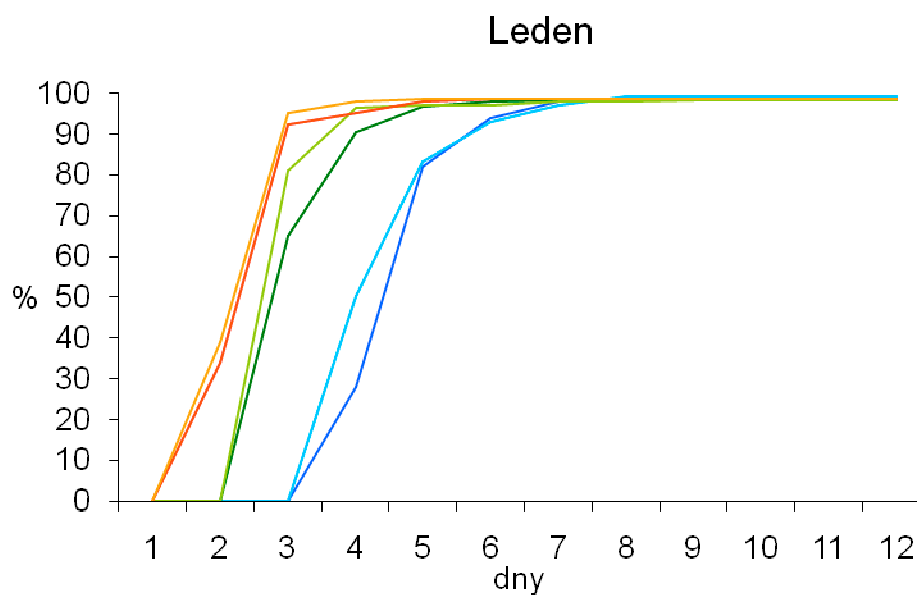


Říjen



Listopad





Obr. 9: Grafy pro jednotlivé m síce znázor ující kumulativní pr b h klí ení semen *Rumex obtusifolius* v procentech. Barvy p edstavují kombinaci varianty hnojení mate ských rostlin a teploty p i klí ení.

3.5 Diskuze

3.5.1. Rok produkce semen

Fakt, že v nádobovém pokusu byly schopny produkce semen v prvním roce jen rostliny *R. obtusifolius*, které mají zvýšený přísun dusíku, potvrzuje, že se jedná o nitrofilní druh (Hejduk 2004, Jeangros et Nösberger 1990, Zaller 2007b, Klimeš 1996). To, že však neplodil *R. crispus*, je v rozporu s některou literaturou (Pavl et al. 2008, Cavers et Harper 1964), která uvádí plození již v prvním roce. Tvorbu semen *R. crispus* až v druhém roce naopak podporuje Zaller (2004a). Ten však také tvrdí, že až druhým rokem v tšinou plodí i *R. obtusifolius*, což je s našimi výsledky v rozporu. Vliv na rok kvetení by mohly mít různé faktory, jako například vod semen a vnější podmínky během roku. Výzkum roku kvetení a produkce plodů však nebyl cílem této práce.

3.5.2 Primární dormance

Optimální teplota pro klívení semen *R. obtusifolius* byla 25°C. Podobné výsledky obdrželi i jiní autoři (Totterdell et Roberts 1979).

Zjištěná vysoká klíivost semen je v souladu s některými literárními zdroji (Pavl et al. 2008, Kohout 1997, Mikulka et al. 2005, Van Assche et al. 2002), ale odporuje známým výzkumům, které prokázaly u semen *R. obtusifolius* primární dormanci, jež lze uvolnit chladnou stratifikací, nejlépe se stídáním teplot (Martinková et Honková 2000a, 2000b, 2002, Totterdell et Roberts 1979, Zaller 2004a). Zdá se tedy, že existují jisté faktory, které ovlivňují, zda dojde k výskytu primární dormance či nikoliv. Bohužel, ve většině prací chybí některé důležité informace, které by mohly mít na klíivost značný vliv, jako například datum sběru semen. Často je uveden pouze rok. V mnoha případech také není jasný popis vod semen. Honková a Martinková (2002) pozorovali, že klíivost semen z různých lokalit se může pohybovat i mezi 3-99,5 %. Vliv mohou mít i podmínky v době tvorby semen, například fotoperiodicita (Honková et Martinková 2002). V našem experimentu byla klíivost semen z rostlin, kterým bylo poskytnuto zvýšené množství dusíku. Vliv dusíku u mateřské rostliny na snížení dormance semen byl dokázán například u rodu *Arabidopsis* (husení ek) (Alboresi et al. 2005). *R. obtusifolius* se však jako druh s vysokou potřebou dusíku vyskytuje vždy právě na úživných stanovištích, takže nepřítomnost dormance nelze vysvětlit hnojením dusíku v našich experimentech.

Akoliv semena klíčila i bez stratifikace, bylo možno pozorovat sníženou klíivost v prvních dvou měsících, zvláště ve vyšších teplotách. Dvodem byl patrně druh primární dormance, který lze odbourat dodatečným dozráním semen. Tento proces nazývaný after-ripening znamená obvykle několikaměsíční uskladnění zralých semen v pokojových podmínkách. K jeho dledek patří zvýšení rozptylů teplot umožňujících klíčení a zvýšení rychlosti klíčení (Finch-Savage et Leubner-Metzger 2006). To odpovídá výsledkům našeho experimentu, kde v září vyklíčila při teplotě 25°C podstatně méně semen než při nižších teplotách, avšak tento efekt vymizel v dalších měsících. Také rychlost klíčení se během prvních tří měsíců zvyšovala, a to při všech teplotách. Lze tedy vyvodit závěr, že ideální teplota pro klíčeníerstvě uzralých semen je snížena na teplotu okolo 20°C. Hypotézu, že sníženou klíivost v prvních měsících způsobuje dormance odbouratelná procesem after-ripening, podporuje také fakt, že semena byla sklizena na počátku září. To je tedy dříve, než by došlo k samovolné disperzi semen z rostlin. Podobné výsledky přinesla jiná práce, kde byla semena *R. obtusifolius* sklizena již v srpnu. Klíivosterstvých semen byla pouze 2,3 % (při teplotě 23°C), zatímco po době 6 měsíců pokojového skladování se zvýšila na 95 %. Z toho můžeme vyplývat, že asnjí sklizená semena mají zvláště při vyšších teplotách sníženou klíivost, ale po after-ripening dosáhnou opět klíivosti vysoké.

3.5.3 Sekundární dormance

Za přírodních podmínek dochází u semen *R. obtusifolius* v podstatě k nástupu sekundární dormance. Totterdell a Roberts zkoumali sekundární dormanci v laboratorních podmínkách. Zjistili, že sekundární dormance se za normálních teplot neprojevuje snížením klíivosti během několika týdnů při teplotách od 15°C. Jejich semena však byla při experimentu nasycena vodou, což může simulovat podmínky semen v půdě. Při skladování našich semen v suchu, i když za vyšších teplot než 15°C, se nástup sekundární dormance neprojevil. Stejně výsledky byly obdrženy i v jiném podobném experimentu, kde semena *R. obtusifolius* dobře klíčila po 6 měsících uskladnění v pokojových podmínkách (Van Assche et al. 2002). Nepatrné snížení rychlosti klíčení v posledních dvou měsících našeho pozorování by však mohlo signalizovat počátek sekundární dormance. Tuto otázku by mohlo objasnit pokračování s experimentem i v dalších měsících.

3.5.4 Vliv živin dostupných mateřské rostlin na klíčení semen

Výzkum vlivu živin dostupných mateřské rostlin na klíčení semen byl značně omezen tím, že semena byla vytvořena pouze ve dvou variantách (N2 a N2P2K). Nebylo tak možno provést ani kontrolu za použití nehnojených semen. Lze tedy provést pouze srovnání vlivu hnojiva bez draslíku a fosforu a hnojiva tyto složky obsahujícího.

Vliv nutričních podmínek mateřských rostlin může ovlivnit klíčovost semen (Baskin et Baskin 1998). Někteří autoři pozorovali u různých druhů rostlin pozitivní korelaci mezi procentem vyklíčených semen při hnojení mateřských rostlin NPK (Tompson 1937, Roy and Everett 1963 in Baskin and Baskin 1998). Úinek na celkový počet vyklíčených semen v našem experimentu však nebyl signifikantní. Měla ale vliv na rychlost klíčení, a to různě v jednotlivých měsících. V říjnu klíčila rychleji varianta N2, avšak v lednu a únoru naopak N2P2K. Rychlejší dosažení 50 % vyklíčených semen při hnojení mateřských rostlin zároveň fosforem a draslíkem bylo dokázáno například ve výzkumech s *Pisum sativum* (hrách setý) (Amjad et al. 2004). Bližší informace o sběru a skladování semen před experimentem však nebyly uvedeny. Semena *R. obtusifolius* varianty N2P2K byla zpočátku ovlivněna negativně, po úplném dozrání ale začala být zvýhodněna podobně jako semena hrachu. Obsah dusíku a fosforu v semenech by mohl mít vliv na chemické pochody během procesu after-ripening.

3.6 Závěr

V rozmezí teplot 15-20°C byla semena *R. obtusifolius* vysoce klíčivá i bez stratifikace. Primární dormance se projevila jako snížení klíčivosti odbouratelné procesem laboratorního dozrávání (after-ripening), které mělo za následek zvyšování klíčivosti během experimentu. Nebyl pozorován nástup sekundární dormance po šesti měsících pokojového skladování. Příčinou by mohla být absence dostatečné vlhkosti. Hnojení mateřských rostlin N2P2K a N2 mělo vliv pouze na rychlost klíčení v určitých měsících, kde byla nejprve zvýhodněna varianta N2 a později N2P2K. Další závěry bude možné provést po delším klíčení a po obohacení experimentu o semena uzrálá následující rok v případě, že rostliny budou plodit. Bylo by potřeba dalšími výzkumy také objasnit především faktory ovlivňující výskyt primární dormance a souvislosti mezi během klíčení a poskytnutím živin.

4. Seznam použité literatury

- Alboresi A., Gestin C., Leydecker M. T. Bedu M., Meyer C., Truong H. N. 2005: Nitrate, a signal relieving seed dormancy in *Arabidopsis*, *Plant cell & environment*, 28: 500-512
- Amjad M., Anjum M. A., Akhtar N. 2004: Influence of Phosphorus and Potassium Supply to the Mother Plant on Seed Yield, Quality and Vigour in Pea (*Pisum sativum* L.), *Asian Journal of Plant Sciences* 3: 108-113
- Baskin C. C., Baskin J. M. 1998: *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*, Academic Press, San Diego, 666 str.
- Carral E., Reigosa M. J., Carballeira 1988: *Rumex obtusifolius* L.: Release of Allelochemical of Agents and their Influence on Small-Scale Spatial Distribution of Meadow Species, *Journal of Chemical Ecology* 14: 1763-1773
- Cavers P. B. and Harper J. L. 1964: Biological flora of the British Isles, *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L., *Journal of Ecology* 52: 737-766
- Finch-Savage W. E., Leubner-Metzger G. 2006: Seed dormancy and the control of germination, *New Phytologist* 171: 501-523
- Gebhardt S., Schellberg J., Lock R., Kühbauch W. 2006: Identification of broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius* L.) on Grassland by means of digital image processing, *Precision Agric* 7: 165-178
- Grime J. P., Hodgson J. G., Hunt R. 1988: *Comparative plant ecology*, Academic Division Of Unwin Hyman Ltd, London, 742 str.
- Hejduk S., Doležal P. 2004: Nutritive value of broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*) and its effect on the quality of grass silages, *Czech Journal of Animal Science* 49: 144-150
- Hejný S., Slavík B. 2003: *Kv tena eské republiky 2*, Academia, Praha, 540 str.
- Hon k A., Martinková Z. 2001: Geographic variation in germinability of *Rumex obtusifolius* and *R. crispus* seeds in Europe, *Biologia* 56: 103-110
- Hon k A., Martinková Z. 2002: Effect of individual plant fenology on dormancy of *Rumex obtusifolius* seed dispersal, *Weed Research* 42: 148-155
- Jeangros B., Nösberger J. 1990: Effects of an established sward of *Lolium perenne* L. on the growth and development of *Rumex obtusifolius* L. seedlings, *Grass and Forage science* 45: 1-7

- Klimeš L. 1996: Population ecology of *Rumex obtusifolius*, in: Foodplain Ecology and Management 155-179, SPB Academic Publishing, Amsterdam
- Kohout V. 1997: Plevelle polí a zahrad, Agrospoj, Praha
- Kubát K., Hrouda L., Chrtek J., Kaplan Z., Kirschner J., Št pánek J. (eds.) 2002: Klí ke kv ten eské republiky, Academia, Praha, 928 str.
- Martinková Z., Hon k A. 2000a: Seasonality and geographic variation of innate seed dormancy in broadleaved dock (*Rumex obtusifolius* L.) and curled dock (*Rumex crispus* L.), XIeme Colloque International Sur la Biologie des Mauvaises Herbes, Dijon
- Martinková Z., Hon k A. 2000b: Variation in Germination of *Rumex obtusifolius* in the Czech Republic, Plant protection Science 36: 101-106
- Martinková Z., Hon k A. 2001c: Regeneration of *Rumex obtusifolius* L. after cutting, Rostlinná výroba, 47: 228-232
- Martinková Z., Hon k A. 2002: Induction and maintenance of primary seed dormancy in *Rumex obtusifolius* L., Journal of Plant Diseases and Protection 18: 225-230
- Martinková Z., Hon k A. 2004: *Gastrophyla viridula* (Coleoptera: Chrisomelidae) and biocontrol of *Rumex* – a reviw, Plant Soil Environ 50/1: 1-9
- Martinková Z., Hon k A., Pudil F. 1999: Seed Size and Dormancy in *Rumex obtusifolius*, Plant Protection Science 35:103-107
- Mikulka J., Kneifelová M., Martinková Z., Soukup J., Uhlík J. 2005: Plevelné rostliny, Profi Press s. r. o., Praha, 148 str.
- Mikulka J., Oliberius J., Chlupatý K. 1995: Metody pr zkumu a hubení širokolistých š ovík na loukách a pastvinách, Ministerstvo zem d lství eské republiky, Praha, 15 str.
- Munker B. 2005: Plané rostliny st ední Evropy, Euromedia Group k.s. – Knižní klub, Praha, 287 str.
- Novák F. A. 1972: Vyšší rostliny – *Tracheophyta* 1, Academia, Praha, 505 str.
- Pavl L., Pavl V., Gaisler J., Hejzman M. 2008: Š ovíky v travních porostech, Úroda 56/5: 54-55
- Sakanoue S., Kitahara N., Hayashi H. 1995: Biological Control of *Rumex obtusifolius* L. by Goat Grazing. Japan Agricultural Research Quarterly 29: 39-42

- Totterdell S., Roberts E. H. 1979: Effects of low temperatures on the loss of innate dormancy and development of induced dormancy in seed of *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L., *Plant Cell and Environment* 2: 131-137
- Van Assche J., Van Nerum D., Darius P. 2002: The comparative germination ecology of nine *Rumex* species, *Plant Ecology* 159: 131-142
- Zaller J. G. 2004a: Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *R. 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* 19: 345-351
- Zaller J. G. 2006a: Sheep grazing vs. cutting: regeneration and soil nutrient exploitation of the grassland weed *Rumex obtusifolius*, *BioControl* 51:837-850
- Zaller J. G. 2006b: Allelopathic effects of *Rumex obtusifolius* leaf extracts against native grassland species, *Journal of Plant Diseases and Protection* 20: 463-470
- Zaller J. G. 2007a: Seed germination of the weed *Rumex obtusifolius* after on-farm conventional, biodynamic and vermicomposting of cattle manure, *Annals of Applied Biology* 151: 245-249
- Zaller J. G. 2007b: Effect of patchy distribution of soil nutrients on root morphology and biomass allocation of selected grassland species: Experimental approach, *Polish Journal of Ecology* 55: 731-746

5. příloha

Uvedeny jsou naměřené počty vyklíčených semen v jednotlivých dnech a jejich součty. V prvním sloupci je zapsána teplota klíčení, v druhém varianta hnojení mateřské rostliny. U každé kombinace teploty a hnojení bylo 5 opakování.

zář														
teplota	hnojivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	suma
15	N2	0	0	0	0	13	15	8	6	4	1	0	2	49
15	N2	0	0	0	0	8	26	7	6	2	0	0	0	49
15	N2	0	0	0	0	12	20	10	7	0	0	0	0	49
15	N2	0	0	0	0	12	17	16	2	1	0	0	0	48
15	N2	0	0	0	2	16	16	7	8	0	0	0	0	49
15	N2P2K	0	0	0	2	11	13	15	5	0	0	0	0	46
15	N2P2K	0	0	0	0	9	14	9	7	5	3	0	1	48
15	N2P2K	0	0	0	0	13	20	6	3	4	0	0	1	47
15	N2P2K	0	0	0	0	12	17	9	3	5	2	0	0	48
15	N2P2K	0	0	0	0	10	27	4	3	2	1	1	1	49
20	N2	0	1	4	22	12	3	1	1	0	0	0	0	44
20	N2	0	1	2	15	15	8	4	0	0	0	0	0	45
20	N2	0	0	5	27	10	1	1	1	1	0	0	0	46
20	N2	0	0	5	22	15	4	2	0	0	0	0	0	48
20	N2	0	0	6	23	11	5	2	0	1	0	0	0	48
20	N2P2K	0	1	1	22	7	8	1	2	0	0	0	0	42
20	N2P2K	0	1	3	23	13	4	2	2	0	0	0	0	48
20	N2P2K	0	1	8	19	13	3	0	3	1	0	0	0	48
20	N2P2K	0	0	5	19	14	7	4	1	0	0	0	0	50
20	N2P2K	0	0	4	25	13	3	0	3	0	0	0	0	48
25	N2	0	3	13	12	1	1	1	0	1	0	0	0	32
25	N2	0	2	10	12	4	4	0	0	0	0	0	0	32
25	N2	0	0	2	13	5	4	1	1	2	0	0	0	28
25	N2	0	5	7	6	2	4	2	0	0	0	0	1	27
25	N2	0	1	3	13	6	6	2	0	0	0	0	0	31
25	N2P2K	0	1	4	20	6	5	0	0	0	0	0	0	36
25	N2P2K	0	0	9	11	16	2	1	0	1	0	0	0	40
25	N2P2K	0	1	4	14	9	2	3	0	0	0	0	0	33
25	N2P2K	0	0	4	10	5	0	2	0	1	0	0	0	22
25	N2P2K	0	1	6	9	1	0	3	0	1	0	0	0	21

íjen														
teplota	hnojivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	suma
15	N2	0	0	0	0	23	19	4	1	1	1	0	0	49
15	N2	0	0	0	0	21	15	6	2	1	1	0	1	47
15	N2	0	0	0	1	19	11	9	3	1	0	2	0	46
15	N2	0	0	0	1	16	21	9	1	0	1	0	0	49
15	N2	0	0	0	2	19	15	8	2	2	1	0	0	49
15	N2P2K	0	0	0	0	9	18	9	6	0	1	2	1	46
15	N2P2K	0	0	0	0	7	23	11	7	1	0	0	0	49
15	N2P2K	0	0	0	0	9	17	9	10	0	1	0	0	46
15	N2P2K	0	0	0	0	10	18	10	3	3	2	1	1	48
15	N2P2K	0	0	0	0	10	18	13	4	2	0	0	0	47
20	N2	0	0	9	19	13	6	1	0	0	0	0	0	48
20	N2	0	0	6	28	8	5	3	0	0	0	0	0	50
20	N2	0	0	10	19	14	4	0	0	1	0	0	0	48
20	N2	0	0	12	21	12	3	2	0	0	0	0	0	50
20	N2	0	0	6	23	15	2	2	0	1	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	10	17	14	4	4	1	0	0	0	0	50
20	N2P2K	0	0	4	21	20	4	0	0	0	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	8	25	9	4	2	1	0	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	5	15	19	4	3	1	0	0	0	0	47
20	N2P2K	0	0	6	13	20	5	3	0	0	0	0	0	47
25	N2	0	2	22	11	6	3	1	0	0	0	0	1	46
25	N2	0	5	26	10	5	1	0	0	0	1	0	0	48
25	N2	0	5	25	13	2	0	0	0	0	0	0	0	45
25	N2	0	4	23	13	6	1	0	0	0	0	0	0	47
25	N2	0	4	20	15	5	1	0	0	0	0	0	0	45
25	N2P2K	0	0	10	14	7	8	3	0	0	0	0	0	42
25	N2P2K	0	0	11	21	11	3	1	0	0	0	0	0	47
25	N2P2K	0	0	16	15	8	4	1	0	0	0	0	0	44
25	N2P2K	0	0	11	18	4	7	0	0	2	0	0	0	42
25	N2P2K	0	0	8	20	9	9	0	0	1	0	0	0	47

listopad														
teplota	hnojivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	suma
15	N2	0	0	0	16	28	4	2	0	0	0	0	0	50
15	N2	0	0	0	16	31	1	1	0	0	0	0	0	49
15	N2	0	0	0	10	33	5	1	0	0	0	0	0	49
15	N2	0	0	0	12	29	9	0	0	0	0	0	0	50
15	N2	0	0	0	13	26	9	1	0	0	0	0	0	49
15	N2P2K	0	0	0	18	25	7	0	0	0	0	0	0	50
15	N2P2K	0	0	0	5	34	10	0	0	0	0	0	0	49
15	N2P2K	0	0	0	13	32	3	2	0	0	0	0	0	50
15	N2P2K	0	0	0	14	27	8	1	0	0	0	0	0	50
15	N2P2K	0	0	0	22	23	4	0	1	0	0	0	0	50
20	N2	0	0	34	13	3	0	0	0	0	0	0	0	50
20	N2	0	0	41	7	1	0	0	0	0	0	0	0	49
20	N2	0	0	32	14	2	1	0	0	0	0	0	0	49
20	N2	0	1	33	14	1	1	0	0	0	0	0	0	50
20	N2	0	1	37	10	1	0	0	1	0	0	0	0	50
20	N2P2K	0	0	43	3	4	0	0	0	0	0	0	0	50
20	N2P2K	0	0	41	8	0	0	0	0	0	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	40	7	3	0	0	0	0	0	0	0	50
20	N2P2K	0	0	40	6	3	0	0	0	0	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	41	6	1	0	0	0	0	0	0	0	48
25	N2	0	24	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	49
25	N2	0	20	26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	49
25	N2	0	22	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	50
25	N2	0	18	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	49
25	N2	0	16	28	3	1	1	1	0	0	0	0	0	50
25	N2P2K	0	23	21	5	0	0	0	0	0	0	0	0	49
25	N2P2K	0	25	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	48
25	N2P2K	0	27	20	2	0	1	0	0	0	0	0	0	50
25	N2P2K	0	23	25	1	1	0	0	0	0	0	0	0	50
25	N2P2K	0	16	33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	50

leden														
teplota	hnojivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	suma
15	N2	0	0	0	13	29	3	2	0	0	0	0	0	47
15	N2	0	0	0	15	27	4	4	0	0	0	0	0	50
15	N2	0	0	0	13	29	7	1	0	0	0	0	0	50
15	N2	0	0	0	15	24	9	1	1	0	0	0	0	50
15	N2	0	0	0	14	26	7	2	0	0	0	0	0	49
15	N2P2K	0	0	0	28	15	6	1	0	0	0	0	0	50
15	N2P2K	0	0	0	23	18	4	4	0	0	0	0	0	49
15	N2P2K	0	0	0	24	16	8	1	1	0	0	0	0	50
15	N2P2K	0	0	0	28	16	5	1	0	0	0	0	0	50
15	N2P2K	0	0	0	23	17	2	3	4	0	0	0	0	49
20	N2	0	0	32	14	3	1	0	0	0	0	0	0	50
20	N2	0	0	31	13	3	1	0	0	0	0	0	0	48
20	N2	0	0	33	11	5	1	0	0	0	0	0	0	50
20	N2	0	0	33	14	1	0	1	0	1	0	0	0	50
20	N2	0	0	34	11	4	0	0	0	0	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	43	6	0	0	0	0	0	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	39	9	1	0	0	0	0	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	43	6	0	0	1	0	0	0	0	0	50
20	N2P2K	0	0	39	7	1	0	1	0	1	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	39	10	0	0	0	0	0	0	0	0	49
25	N2	0	17	28	0	2	1	0	0	0	0	0	0	48
25	N2	0	20	27	0	2	0	0	0	0	0	0	0	49
25	N2	0	21	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
25	N2	0	14	33	0	3	0	0	0	0	0	0	0	50
25	N2	0	13	29	7	0	1	0	0	0	0	0	0	50
25	N2P2K	0	24	23	2	1	0	0	0	0	0	0	0	50
25	N2P2K	0	17	29	3	0	0	0	0	0	0	0	0	49
25	N2P2K	0	19	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
25	N2P2K	0	12	36	1	1	0	0	0	0	0	0	0	50
25	N2P2K	0	26	23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	50

únor														
teplota	hnojivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	suma
15	N2	0	0	0	11	30	6	1	1	0	0	0	0	49
15	N2	0	0	0	13	27	8	1	1	0	0	0	0	50
15	N2	0	0	0	6	28	8	3	1	1	1	0	0	48
15	N2	0	0	0	9	28	8	2	0	1	0	0	0	48
15	N2	0	0	0	13	28	7	1	0	1	0	0	0	50
15	N2P2K	0	0	0	17	20	7	4	0	0	0	0	0	48
15	N2P2K	0	0	0	10	25	9	3	1	0	0	0	0	48
15	N2P2K	0	0	0	9	25	11	3	0	0	0	0	0	48
15	N2P2K	0	0	0	9	21	14	5	0	0	0	0	0	49
15	N2P2K	0	0	0	18	20	6	3	1	0	0	1	0	49
20	N2	0	0	23	25	1	1	0	0	0	0	0	0	50
20	N2	0	0	18	29	1	0	0	0	1	0	0	0	49
20	N2	0	0	22	21	4	1	0	0	0	0	0	0	48
20	N2	0	0	30	11	5	1	0	1	0	0	0	0	48
20	N2	0	0	25	20	4	0	0	0	0	0	0	0	49
20	N2P2K	0	0	32	13	4	1	0	0	0	0	0	0	50
20	N2P2K	0	0	30	14	4	0	0	0	0	0	0	0	48
20	N2P2K	0	0	30	13	6	0	1	0	0	0	0	0	50
20	N2P2K	0	0	28	15	6	1	0	0	0	0	0	0	50
20	N2P2K	0	0	26	15	5	3	0	0	0	0	0	0	49
25	N2	0	17	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	46
25	N2	0	19	24	5	0	0	0	0	0	0	0	0	48
25	N2	0	13	30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	49
25	N2	0	26	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	47
25	N2	0	20	22	4	0	1	0	0	0	0	0	0	47
25	N2P2K	0	33	14	2	1	0	0	0	0	0	0	0	50
25	N2P2K	0	27	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	49
25	N2P2K	0	29	15	5	1	0	0	0	0	0	0	0	50
25	N2P2K	0	27	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	47
25	N2P2K	0	28	15	6	1	0	0	0	0	0	0	0	50