



**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**zemědělská fakulta**

Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií



**Generativní a vegetativní reprodukce plevelů**  
*Bolboschoenus planiculmis* a *Bolboschoenus laticarpus* a  
**možnosti jejich regulace na orné půdě**

Doktorská práce

Doktorand: Mgr. Věra Burešová

Školitel: Doc. Ing. Jan Mikulka, CSc.

České Budějovice 2012

Školitel: Doc. Ing. Jan Mikulka, Csc.

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

Zvláště bych chtěla poděkovat panu **Doc. Ing. Janu Mikulkovi, CSc.** za věnovaný čas a rady, které mi poskytoval při zpracování této práce a za poskytnutou fotodokumentaci. A také velmi děkuji paní **Haně Smutné** za technické zabezpečení pokusů.



Prohlašuji, že jsem disertační práci s názvem „**Generativní a vegetativní reprodukce plevelů *Bolboschoenus planiculmis* a *Bolboschoenus laticarpus* a možnosti jejich regulace na orné půdě**“ zpracovala samostatně za použití pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích dne .....

## ABSTRAKT

Some plants of *Bolboschoenus* sp. have spread relatively quickly on arable land in many localities of the Czech Republic in the last decade. Formerly, the native genus of Czech Republic *Bolboschoenus laticarpus* mostly occurred in the proximity of watercourses and irrigation channels. Currently, it also spreads the next weed, *B. planiculmis*, which was introduced from south-east Europe to the Czech Republic and it often occurs with *B. laticarpus* in the same habitats. The both weeds gradually spread to other localities and it became an important weed in sugar beet, field vegetables and maize. The objective of our experiments was to determine some parameters of generative and vegetative reproduction of *B. laticarpus* and *Bolboschoenus planiculmis* F. Schmidt in pot experiments.

A bold increase of occurrence of genus *Bolboschoenus* was marked in Czech Republic in the last 15 years mainly. Formerly, it was expected to occur only one species – *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla. Recently, research has revealed that there don't exist only one species, but five species. These species differ from each other in their ecological, biological and physiological characteristics. This concerns *B. maritimus* (L.) Palla, *B. planiculmis* (F. Schmidt), *B. laticarpus* nom. prov., *B. yagara* (Ohwi) a *B. glaucus* (Lam.) (. *B. glaucus* was found only in one locality, so it can be expected it came from abroad. *B. yagara* has spread to the Czech Republic from the south areas and it occupies mainly the wetlands. *B. maritimus* is spread almost over in the whole Europe and range the warmest areas on saline soil in the Czech Republic. 2 species were located on arable land– *B. laticarpus* and *B. planiculmis*. *B. laticarpus* occurs on wetlands, on the banks of standing water, on the localities with changing water level. Floods helped its spreading in the few last years probably. *B. planiculmis* has spread from south-east Europe to the Czech Republic gradually, to south Moravia mainly, from where it expanded to the nearest areas. Both of the species occur mainly in two habitats in the Czech Republic: east Bohemia (river basin Labe) and south Moravia. They appear wide row crops: potatoes, sugar beet, field vegetables and maize. Plants of *Bolboschoenus* are able to appear after strong occurrence in cereals next year.

All the above-mentioned weeds are perennial plants of family Cyperaceae. Mainly, they use vegetative reproduction – by tubers, but they are able to apply also in generative reproduction. If they appear in a certain locality, they are able to persist for a long time there and spread by tubers to close. The tubers pass to dormancy in inappropriate conditions, don't metabolize and after closing the conditions, they start to vegetate.

The aim of the PhD thesis was define generative and vegetative reproduction activity of *Bolboschoenus laticarpus* and *Bolboschoenus planiculmis* in laboratory experiments, pot experiments and field experiments. We verified high reproduction activity during vegetation period, ability propagate by seeds and tubers in experiments. Long time observation of occurrence *Bolboschoenus laticarpus* and *Bolboschoenus planiculmis* were evaluate on special control plots.

Keywords: *Bolboschoenus* sp., generative reproduction, vegetative reproduction

# OBSAH

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1. Faktory ovlivňující druhové spektrum plevelů na zemědělské půdě	10
2.1.1.. Vliv změn klimatických podmínek na druhové složení plevelů	11
2.1.2. Vliv střídání plodin	12
2.1.3. Vliv zpracování půdy	13
2.1.4. Vliv výživy rostlin	14
2.1.5. Vliv herbicidů	15
2.1.6. Vliv nezemědělské činnosti na změnu plevelných společenstev	19
2.2. Rozdělení plevelů	21
2.2.1. Jednoleté plevele	21
2.2.2. Dvouleté až vytrvalé plevele	23
2.3. Rozmnožování plevelů	27
2.3.1. Generativní rozmnožování	27
2.3.2. Vegetativní rozmnožování	27
2.3.3. Způsoby šíření diaspor plevelů	29
2.4. Charakteristika plevelů rodu kamyšník	32
2.4.1. Rozšíření a výskyt <i>Bolboschoenus planiculmis</i> a <i>Bolboschoenus laticarpus</i> na orné půdě	34
2.4.1.1. Výskyt kamyšníku polního	34
2.4.1.2 Výskyt kamyšníku širokoplodého	35
2.4.2. Popis a charakteristika plevelných druhů kamyšníků	37
2.5. Příčiny šíření kamyšníků na orné půdě	46
2.6. Metody regulace kamyšníků na orné půdě	49
2.6.1. Vliv základního zpracování půdy	49
2.6.2. Vliv kultivace za vegetace- plečkování	50
2.6.3. Použití herbicidů	50
2.6.4.Regulace kamyšníků v obilninách	51
2.6.5. Regulace kamyšníků v kukuřici	52
2.6.6. Regulace kamyšníků v řepě cukrové	53
2.6.7. Regulace kamyšníků na strništi po sklizni obilnin	54
3. CÍL PRÁCE	55
4. MATERIÁL A METODIKA	56

4.1. Klíčivost a vzcházivost nažek	58
4.2. Stanovení produkce z vegetativních diaspor (hlízky)	60
4.3. Stanovení životností hlízek v různých podmínkách uskladnění	64
4.4. Vyhodnocení trendů výskytu kamyšníků na kontrolních stanovištích	65
4.5. Sledování účinnosti herbicidů na <i>Bolboschoenus laticarpus</i> a <i>Bolboschoenus planiculmis</i>	66
5. VÝSLEDKY	70
5.1. Klíčivost a vzcházivost nažek	70
5.2. Stanovení produkce z vegetativních diaspor (hlízky)	72
5.3. Stanovení životností hlízek v různých podmínkách uskladnění	77
5.4. Vyhodnocení trendů výskytu kamyšníků na kontrolních stanovištích	79
5.5. Sledování účinnosti herbicidů na <i>Bolboschoenus laticarpus</i> a <i>Bolboschoenus planiculmis</i>	80
6. DISKUSE	83
7. ZÁVĚR	90
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	95
9. OBRAZOVÁ PŘÍLOHA	105

# 1. ÚVOD

Plevelé doprovázejí člověka od počátků jeho zemědělské činnosti. Za plevelné rostliny jsou považovány ty, které rostou na zemědělské půdě proti naší vůli. V pěstovaných plodinách se mohou vyskytovat jednak rostliny plevelné (vytrvalé plevelé – pýr plazivý, pcháč rolní, čistec bahenní aj. a plevelé jednoděložné – chundelka metlice, chrpa polní, laskavec ohnutý aj.), tak rostliny zaplevelující. Tyto zaplevelující rostliny jsou druhy kulturní, vyšlechtěné, které se vyskytují v pěstovaných plodinách jako příměs s osivem nebo se na pole dostávají při sklizni a rostou jako tzv. výdrol a zaplevelují následné plodiny (výdrol obilnin v řepce, slunečnici, v obilninách aj.).

Plevelné rostliny patřily v minulosti a stále patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele. Dříve byly plevelé odstraňovány zejména ruční prací, později mechanicky a v posledním období převážně pomocí herbicidů.

Plevelné rostliny způsobují každoročně obrovské ztráty na produkci a na jejich regulaci jsou vynakládány značné finanční prostředky. V minulosti bylo hlavním cílem vyhubení plevelů na zemědělské půdě. Nadměrné úsilí v hubení plevelů, především při aplikacích herbicidů, vedla k selekci druhového spektra plevelů nebo ke vzniku rezistence vůči herbicidům. Dnes je již známo, že systémy regulace plevelů mají vést k celkovému snížení výskytu plevelných rostlin na polích při zachování co nejširšího spektra druhů. Cílem je tedy zachování co nejvyšší diversity plevelů na zemědělské půdě. V osmdesátých letech minulého století vlivem intenzivní zemědělské činnosti bylo druhové zastoupení na polích poměrně chudé, přičemž vyskytující se druhy byly hojně zastoupeny. V současnosti diversity plevelných druhů postupně stoupá, objevují se druhy dříve téměř vyhubené, jako například bračka rolní, ostrožka stračka, hlaváček letní, chrpa polní, hledíček menší, mák vlčí, mák pochybný aj. To jsou příznivé trendy. Nyní by mělo pomocí správně zvolených systémů regulací dojít ke snížení celkové zaplevelenosti našich polí.



Opravný list:

## 1. ÚVOD

Plevele doprovázejí člověka od počátků jeho zemědělské činnosti. Za plevelné rostliny jsou považovány ty, které rostou na zemědělské půdě proti naší vůli. V pěstovaných plodinách se mohou vyskytovat jednak rostliny plevelné (vytrvalé plevele – pýr plazivý, pcháč rolní, čistec bahenní aj. a plevele jednoděložné – chundelka metlice, dvouděložné - chrpa polní, laskavec ohnutý aj.), tak rostliny zaplevelující. Tyto zaplevelující rostliny jsou druhy kulturní, vyšlechtěné, které se vyskytují v pěstovaných plodinách jako příměs s osivem nebo se na pole dostávají při sklizni a rostou jako tzv. výdrol a zaplevelují následné plodiny (výdrol obilnin v řepce, slunečnici, v obilninách aj.).

Plevelné rostliny patřily v minulosti a stále patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele. Dříve byly plevele odstraňovány zejména ruční prací, později mechanicky a v posledním období převážně pomocí herbicidů.

Plevelné rostliny způsobují každoročně obrovské ztráty na produkci a na jejich regulaci jsou vynakládány značné finanční prostředky. V minulosti bylo hlavním cílem vyhubení plevelů na zemědělské půdě. Nadměrné úsilí v hubení plevelů, především při aplikacích herbicidů, vedla k selekci druhového spektra plevelů nebo ke vzniku rezistence vůči herbicidům. Dnes je již známo, že systémy regulace plevelů mají vést k celkovému snížení výskytu plevelných rostlin na polích při zachování co nejširšího spektra druhů. Cílem je tedy zachování co nejvyšší diversity plevelů na zemědělské půdě. V osmdesátých letech minulého století vlivem intenzivní zemědělské činnosti bylo druhové zastoupení na polích poměrně chudé, přičemž vyskytující se druhy byly hojně zastoupeny. V současnosti diversity plevelných druhů postupně stoupá, objevují se druhy dříve téměř vyhubené, jako například bračka rolní, ostrožka stračka, hlaváček letní, chrpa polní, hledíček menší, mák vlčí, mák pochybný aj. To jsou příznivé trendy. Nyní by mělo pomocí správně zvolených systémů regulací dojít ke snížení celkové zaplevelenosti našich polí.

Plevele působí na zemědělské půdě především negativně. Odčerpávají z půdy značné množství živin a vody a prostorově konkurují pěstovaným plodinám. Znehodnocují rostlinnou produkci, jedovaté rostliny ohrožují zdraví člověka a domácích zvířat. Jiné druhy jsou zdrojem alergenů (pyl), podporují šíření chorob a škůdců pěstovaných rostlin, komplikují sklizeň a zvyšují ztráty na produkci.

Plevelné rostliny mají i ekologický význam, zabraňují větrné a vodní erozi, omezují vysychání půdy a narušení půdní struktury, jsou součástí koloběhu živin v půdě a jsou součástí agroekosystému.



## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1. Faktory ovlivňující druhové spektrum plevelů na zemědělské půdě

Druhové spektrum plevelů je ovlivňováno mnoha faktory, které na ně působí jak uvádí HRON A VODÁK (1959). Působení může být krátkodobé i dlouhodobé dle studií SALISBURIHO (1961). Z tohoto důvodu procházejí dle SALONENA A KOL. (2001) plevelová společenstva neustále poměrně složitým vývojovým cyklem.

Plevelné rostliny doprovázejí člověka zemědělce od počátku zemědělství a patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele, na jejichž regulaci bylo vynakládáno obrovské množství úsilí. Plevelné druhy se postupně přizpůsobovaly měnícím se přírodním podmínkám, později technologiím pěstování (BEGON A KOL. 1997). Plevelné druhy, které nebyly schopné se postupně přizpůsobovat obdělávání půdy, z polí postupně mizely. Některé druhy podle CATONA A KOL. (2002) vymizely již v dávné době, jiné v době nedávné v závislosti na rozvoji technologií pěstování plodin. Plevelé svázané s pěstováním některých plodin, jenž nebyly schopné se v nových podmínkách reprodukovat, vymizely, jako například koukol polní. Pěstování plodin je z pohledu ekologické stability nepřirozeným jevem (CHANCELOR 1964). Snahou vytvořit co nejvhodnější podmínky pro pěstované plodiny jsou ovlivňována původní rostlinná společenstva. V dávných dobách byla plevelná společenstva co do druhového spektra velmi bohatá. Jak uvádí ZIMDAHL (1993), na polích v jednotlivých plodinách bylo zastoupeno mnoho desítek plevelných druhů, které konkurovaly plodinám i samy sobě navzájem. Regulace plevelů byla vždy obtížná, podle DVOŘÁKA (1988) a DVOŘÁKA A SMUTNÉHO (2003) v minulosti převládal mechanický způsob hubení (ruční práce). Druhová rozmanitost a poměrná stabilita plevelných společenstev znamenala, že se v dlouhých časových obdobích druhové spektrum plevelů a jejich poměr výrazně neměnil (ROBERTS A NEILSON 1981). Vývoj druhového spektra plevelových společenstev byl a stále bude ovlivňován celou řadou faktorů (MIKULKA A

KNEIFELOVÁ 2004b). S rozvojem intenzivního zemědělství, který začal v minulém století a pokračuje do dneška, bylo v zemědělství aplikováno mnoho nových poznatků (CYR A KOL. 1990). Nejvýznamněji byla plevelová společenstva ovlivněna zavedením osevních sledů, rozvojem mechanizace, která ovlivnila kvalitu agrotechniky, rostoucí intenzitou využívání statkových a průmyslových hnojiv (SUZUKI A KOHNO 1987) a nejvíce používáním herbicidů v druhé polovině minulého století (BOYD A VAN ACKER 2004).

### **2.1.1. Vliv změn klimatických podmínek na druhové složení plevelů**

K periodickým změnám v klimatu na naší Zemi dochází neustále. Změny mohou být krátkodobé i dlouhodobé. Tyto změny se projevují i na změnách ve vegetaci, a tedy i v druhovém zastoupení plevelných rostlin na jednotlivých stanovištích (HARPER 1977). V poslední době je velmi často prezentován problém globálního oteplování. Důsledkem globálního oteplování by se měla zvyšovat teplota na celé zemi. To přinese mnohé změny v rostlinných i živočišných společenstvech (PYSEK A KOL. 2002). Organismy musí na tyto přeměny určitým způsobem reagovat (BLÁHA A HNILIČKA 2006). Buď zaniknou, nebo se změnám přizpůsobí. Rostliny žijící původně v teplých krajích tak dostávají možnost expandovat do dalších lokalit. Postupují směrem na sever, na místa pro ně v minulosti nevhodná. Bez ohledu na relevantnost globálního oteplování můžeme pozorovat v posledních dvaceti letech poměrně rychlé šíření některých teplomilných plevelů z nížin až do podhorských oblastí (FIGUEROLA A GREEN 2002). Například ježatka kuří noha, béry, laskavec srstnatý a laskavec zelenoklasý, lilek černý, durman obecný a celá řada dalších (HOLEC A KOL. 2004). Riziko invazí teplomilných druhů k nám stále stoupá (JEHLÍK 1998).

### 2.1.2. Vliv střídání plodin

Významně složení plevelových společenstev ovlivňují osevní postupy (FISJUNOV 1984). Při dodržování zásad správného střídání plodin dochází k postupnému potlačování plevelů (FRYER A MAKEPACE 1977). Některé plevelné druhy jsou potlačovány více, jiné méně. Plevelová společenstva však zůstávají druhově velmi bohatá a vyvážená při poklesu intenzity zaplevelení (HOLM A KOL. 1997, 1991a, 1991b).

Klasický střídavý osevní postup udržuje vyrovnaný poměr mezi ozimými a jarními plevele a mezi jednoděložnými a dvouděložnými druhy (HODGSON (1971). Jakýkoliv posun ve struktuře osevního sledu ve prospěch obilnin či ve prospěch ozimých nebo jarních plodin má za následek rychlou reakci plevelných společenstev (ANGIRAS A RANA 1998). V případě zvýšení výskytu ozimých obilnin a ozimých plodin (např. ozimá řepka) se rychle přemnoží následující druhy plevelů: chundelka metlice, psárka polní, heřmánkovec nevonný, svízel přítula, mák vlčí, hluchavka nachová, hluchavka objímavá, violka rolní aj. na úkor jarních plevelů, např. ovsa hluchého, hořčice rolní aj. Při neustálém opakování těchto sledů dochází k vytvoření značné zásoby semen ozimých plevelů v půdě (BASKIN A BASKIN 1998). To komplikuje hubení plevelů v následujícím období. Podobná situace vznikne při převaze jarních plodin. Tehdy dochází k přemnožení jarních plevelů, např.; hořčice rolní, ředkev ohnice, oves hluchý, merlík bílý, rdesno blešník, rdesno červivec aj. To potvrzuje odůvodněnost správného střídání plodin (ALBRECHT 2003).

V minulém století, v období mezi dvěma světovými válkami, byly zásady střídání plodin dodržovány (DEYL 1964, DEYL A UŠÁK 1956). V období po druhé světové válce se postupně zvyšoval podíl obilnin na úkor ostatních plodin. Přesto si osevní sledy zachovávaly požadovanou strukturu, která obsahovala i víceleté pícniny (vojtěška, jetel). V posledních 20 letech se však nedá hovořit o osevních postupech. Pravidla střídání plodin nejsou vůbec dodržována, podíl pěstovaných

plodin se výrazně snížil ve prospěch tržních plodin (obilniny, řepka ozimá, slunečnice, kukuřice aj.). Téměř vymizely víceleté pícniny pěstované na orné půdě. Poklesly plochy luskovin, cukrovky i brambor. To se samozřejmě projevilo na expanzním šíření celé řady plevelných druhů (DYKYOJÁ 1986).

### **2.1.3. Vliv zpracování půdy**

Zpracování půdy patří mezi základní a nejvýznamnější opatření v systému regulace plevelů na orné půdě (WEHSARG 1954). Z historického pohledu bylo v podstatě jediným účinným opatřením (WINKLER A SMUTNÝ 2008).

Významná pro regulaci plevelů je podmínka, která umožňuje zaklopení vypadlých semen a poškození vytrvalých plevelů (čistec bahenní, mléč rolní, pýr plazivý, pcháč rolní) (NIEDERSTRASSER A GEROWITT 2008). Současně zabraňuje ztrátám na vlhkosti a umožní klíčení plevelů z povrchových vrstev.

Hluboká orba spolehlivě zaklopí posklizňové zbytky rostlin, kořeny či kořenové výběžky vytrvalých plevelů, které v podmínkách hlubokého zaklopení nejsou schopny reprodukce (HUDSON 1955).

Tendence zavádění minimalizace zpracování půdy vedly k významnému snížení nákladů, ale po zavedení minimalizace dochází zpravidla již v druhém roce a dalších letech k velkému nárůstu zaplevelení (GRAGLIA A KOL. 2006). Plevelná společenstva v těchto systémech jsou sice v řadě případů druhově chudší, ale nárůst počtu plevelů na polích má stoupající tendenci (HÅKANSSON 2003). Rychle se šíří například vytrvalé plevelné druhy (pcháč rolní, pýr plazivý, pelyněk černobýl, mléč rolní, rukev lužní, čistec bahenní, kamyšník polní a kamyšník širokoplodý), ale na ornou půdu se šíří i takové plevele, které se za normálních podmínek na ní nevyskytují (pampeliška lékařská, šťovík kadeřavý, šťovík tupolistý aj.). Z jednoletých plevelů převládají tyto druhy: chundelka

metlice, heřmánkovec nevonný, svízel přítula, truskavec ptačí, žabinec obecný, bolehlav plamatý, hluchavka objímavá a nachová (SOUKUP A KOL. 2000).

Stoupající zaplevelenost je nutné řešit intenzívním používáním herbicidů, které zabrání reprodukci plevelů (KOTT 1947, 1961). V řadě případů však z důvodu nevhodných povětrnostních podmínek (déšť, vítr, teplota aj.) není možné provést ošetření herbicidy ve vhodném a poměrně krátkém časovém období (RAJCZYOVÁ 1978). Plevel v této době plodinu dokonale potlačí (SOUKUP 1999). Pozdější ošetření herbicidy již není účinné nebo možné z důvodu fytotoxicity vůči plodině a výsledkem jsou vysoce zaplevelené pozemky (MIKULKA 1982, 1999).

Při sklizni sklízecími mlátičkami, zvláště obilnin a řepky, se většina semen plevelů dostane na povrch půdy a stává se zdrojem dalšího zaplevelení. Nebezpečný je také výdrol obilí a řepky, které se v posledních letech stávají nepříjemnými plevele. V některých oblastech se stává problematickým i výdrol slunečnice, řepky ozimé, ostropeřce mariánského a dalších plodin. Tyto plodiny jsou následně velmi obtížně regulovatelné v jiných plodinách. Proto je třeba věnovat pozornost seřízení sklízecí techniky a volit optimální dobu sklizně (PAVLŮ A KOL. 2003, 2005, 2006, 2007).

#### **2.1.4. Vliv výživy rostlin**

Výživa rostlin má velký vliv na plevelná společenstva. Plevelné rostliny reagují na hnojení zvýšeným růstem, v řadě případů i rychleji než pěstované plodiny. V takových podmínkách jim velmi silně konkurují (NADEAU 1988). Vliv vysoké zásobenosti půd základními živinami (P, K, Mg aj.) a vysokých dávek dusíku byl patrný v sedmdesátých a osmdesátých letech, kdy byly každoročně aplikovány poměrně vysoké dávky čistých živin na ornou půdu (HEILMEIER A KOL. 1986). V devadesátých letech intenzita hnojení výrazně poklesla. Proto je možné pozorovat na nehnojených pozemcích pokles výnosů plodin, ale také snížení

produkce hmoty plevelů a počtu semen jednoletých plevelů i objemu vegetativních rozmnožovacích orgánů vytrvalých plevelů (HYVÖNEN A KOL. 2003). Reprodukční schopnost plevelů se snižuje. To ovšem neznamená, že sníženým hnojením omezíme výskyt (HAEFELE A KOL. 2000).

Zaplevelenost výrazně ovlivňovalo i používání pevných statkových hnojiv a převážně tekuté kejdy. Jejich aplikací se rozšířila například ježatka kuří noha, béry, rdesno blešník, rdesno červivec, laskavce, merlíky aj. Zejména používáním kejdy s nízkým obsahem sušiny po jejím krátkém uložení v jímce se vytvoří optimální podmínky pro růst a vývoj některých vytrvalých plevelů (šťovík tupolistý, šťovík kadeřavý), které patří mezi nejvýznamnější plevele luk a pastvin. Přesto, že se kejda již velkoplošně nepoužívá, problém zaplevelenosti trvalých travních porostů především širokolistými šťovíky stále trvá. Jedná se o velký problém především horských a podhorských oblastí, přičemž se nejedná o zanedbatelnou plochu.

### **2.1.5. Vliv herbicidů**

Celoplošné používání herbicidních přípravků ve všech pěstovaných plodinách zasáhlo do složení druhového spektra ve srovnání s ostatními faktory nejrazantněji. Velkoplošně se herbicidy používají až od druhé světové války v minulém století. Vývoj herbicidů probíhal a neustále probíhá velmi rychle. Zpočátku se herbicidy používaly pouze v některých plodinách, dnes se jimi ošetřuje téměř 100 % orné půdy, vyjma plochy vyčleněné pro ekologické zemědělství nebo na plochách, které se nacházejí v ochranných pásmech zdrojů pitné vody (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

Herbicidy ovlivnily naprostou většinu technologií pěstování rostlin. Bez herbicidních přípravků není prakticky možné pěstovat plodiny. Zemědělci se však



při používání nevyrovnali s řadou chyb při jejich aplikaci, které následně komplikují regulaci plevelů na zemědělské půdě (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2004b).

Počet současně používaných herbicidních látek je stále vysoký. Vzhledem ke stále se zvyšujícím požadavkům na bezpečnost potravin a minimalizaci ekotoxikologických rizik nejsou velmi často prodlužovány registrace již dříve povolených herbicidů. Ze stejných důvodů je počet nově zaváděných herbicidů stále nižší. Velkoplošně je však využíváno menší množství herbicidů. Ostatní se využívají okrajově nebo ve speciálních plodinách (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2004b).

Druhové složení plevelů na orné půdě bylo vždy významně ovlivněno po zavedení velmi účinných herbicidů, které se velmi rychle rozšířily a byly používány na velkých plochách zemědělské půdy řadu let po sobě. Protože selekční tlak byl velkoplošný a dlouhodobý, výrazně byla ovlivněna druhová skladba plevelů (SPARACINO A KOL. 1996).

Pěstování plodin nejdříve ovlivnilo zavedení růstových herbicidů typu 2,4-D a MCPA, které byly velkoplošně používány v obilninách. Účinek po jejich zavedení byl velmi dobrý po dobu několika let (PROCHÁZKA A ŠEBÁNEK 1977). Po delší době jejich používání však citlivé plevele (hořčice rolní, ředkev ohnice, peníze rolní, kokoška pastuší tobolka aj.), které byly dominantní v plevelných společenstvech, postupně ustupovaly a poměrně rychle se počaly šířit některé jednoděložné plevele (oves hluchý, chundelka metlice) a řada dvouděložných plevelů (heřmánkovec nevonný, rozrazil perský, hluchavka objímavá, hluchavka nachová, svízel přítula, violka rolní). Dlouhodobé používání herbicidů narušilo strukturu plevelných společenstev. Počet druhů se podstatně snížil, ale intenzita zaplevelení zůstala stejná, případně vzrostla. Plevelné druhy, které nebyly hubeny těmito herbicidy, byly však agresivnější a více konkurovaly obilovinám i ostatní plodinám. Problém byl řešen kombinacemi herbicidů, které rozšiřovaly spektrum účinku herbicidů. Velmi často se používaly kombinace 3 – 5 účinných látek (KNEIFELOVÁ A MIKULKA 2002). Použití takových kombinací je však nákladnější a klade nároky na znalosti zemědělců, aby správně zvolili optimální kombinaci vzhledem k druhovému spektru plevelů. V minulosti se bohužel tyto

kombinace používaly paušálně, bez přihlédnutí k druhovému spektru plevelů, což mělo za následek další selekci plevelných společenstev (SOUKUP 1999, SOUKUP A KOL. 2000).

Další velmi významnou etapou bylo zavedení triazinových herbicidů, především simazinu a atrazinu. Tyto herbicidy umožnily rozvoj pěstování kukuřice na zrno i siláž a zelené krmení. Úspěšně hubily všechny jednoleté plevele a zaručovaly dokonalou ochranu proti plevelům po celou dobu vegetace vzhledem k jejich výrazné perzistenci v půdě. Umožnily pěstování monokultur, kdy bylo možno aplikovat vyšší dávky těchto herbicidů, aniž došlo k poškození následných kultur (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2004b). Podobně byly tyto herbicidy používány v jabloňových sadech (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

Objevily se však vytrvalé plevele, například pcháč rolní, pýr plazivý v kukuřici a sadech a kopřiva dvoudomá a svlačec rolní v sadech. Problém byl, bohužel řešen postupným zvyšováním dávek herbicidů. Vytrvalé plevele však ani zvýšené dávky herbicidů nehubily. Rostliny pýru plazivého, pcháče rolního aj. nebyly vystaveny konkurenci ostatních plevelů, proto se rychle šířily a staly se dominantními plevele v těchto kulturách (RAYCZYOVÁ 1978). Pokles úrovně zpracování půdy podpořil rychlé šíření těchto vytrvalých plevelů. Vysoké dávky triazinových herbicidů navíc urychlily vznik rezistentních populací laskavce ohnutého, merlíku bílého aj. (MALKOLMES 2006).

Po mnohaletém úspěšném používání těchto perzistentních herbicidů se projeví problémy s jejich rezidui v půdě, podzemních vodách atd.

Do regulace plevelů významně zasáhly i herbicidy glyphosat (Roundup) a paraquat (Gramoxone). Zejména herbicid glyphosat umožnil spolehlivě regulovat vytrvalé i jednoleté plevele na orné půdě při předsklizňových aplikacích, v sadech, ale i na nezemědělské půdě (LEWIS A TEASDALE 2000).

Převrat v metodách hubení pýru plazivého, ova hluchého a ježatky kuří nohy přinesly tzv. postemergentní graminicidy se systémovým účinkem. Pomocí těchto herbicidních přípravků bylo možné v širokolístých plodinách (cukrovka,

brambory, řepka, hrách, slunečnice aj.) účinně zasáhnout jednoleté, ale i vytrvalé jednoděložné plevely s vysokým efektem. Tyto graminicidy však bohužel nejsou účinné proti kamyšníkům.

Převrat v hubení plevelů v obilninách, ale později i v kukuřici a cukrovce přineslo zavedení sulfonylmočoviny. Nejvýznamnějším herbicidem z této skupiny je chlorsulfuron (Glean), tribenuron (Granstar) a celá řada dalších. Tyto herbicidy se používají v gramových dávkách a měly široké spektrum účinku na jednoděložné plevely (chundelka metlice, psárka polní) a odolné dvouděložné plevely (heřmánky, heřmánkovec nevonný, svízel přítuly, hluchavky aj.) (DVOŘÁK A SMUTNÝ 2003).

Díky jejich širokému spektru účinku, ceně i toxikologii se sulfonylmočoviny používají velkoplošně po dlouhou dobu (přes 30 let). Vlivem jejich opakovaného používání se dostavil podobný efekt jako po mnohaletém používání jiných skupin herbicidů. Plevely citlivé vůči těmto herbicidům byly potlačeny, naproti tomu se rychle šířily plevely relativně odolné (DVOŘÁK A SMUTNÝ 2003). Typickým příkladem je violka rolní, která se především v devadesátých letech rychle rozšířila a svízel přítuly.

Příčiny šíření svízele přítuly však spočívají v jeho biologických vlastnostech. Rostliny svízele přítuly vzcházejí ve vhodných podmínkách již na podzim, v teplých periodách v průběhu zimních měsíců, v časném i pozdním jaru. V případě, že jsou sulfonylmočoviny aplikovány na podzim, jsou rostliny vzešlé před aplikací i po aplikaci vzhledem k perzistentnímu účinku zasaženy. Rostliny vzcházející v průběhu zimy a vzešlé na jaře nejsou již zasaženy. Vzhledem k vynikajícímu účinku na ostatní plevely nemá proto svízel přítuly konkurenty. Jelikož se jedná o agresivní rostlinu, je schopen konkurovat obilovinám i ostatním plodinám. V případě aplikace sulfonylmočoviny na jaře jsou zasaženy úspěšně rostliny svízele přítuly vzešlé na jaře, či vzešlé v průběhu zimy. Rostliny vzešlé na podzim jsou pouze poškozeny, ale regenerují. Nedocenění této skutečnosti mělo a má za následek doslova populační explozi svízele přítuly na našich polích. Spolehlivě jsou používány sulfonylmočoviny v kukuřici. Například herbicid

nicosulfuron (Milagro). Jedná se o herbicidy s širokospektrálním účinkem na jednoděložné i dvouděložné plevely. Používání řeší problém pýru plazivého a ježatky kuří nohy a řady dvouděložných plevelů. V posledních letech se však na orné půdě objevily nové významné plevelné druhy jako například kamyšník polní (*Bolboschoenus planiculmis*) a kamyšník širokoplodý (*Bolboschoenus laticarpus*), šáchorovité rostliny, které vykazují toleranci vůči sulfonylmočovinám a postemergentním graminicidům (MIKULKA A CHODOVÁ 1998, MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2003).

Na základě těchto skutečností je zřejmé, že plevelová společenstva se úspěšně vypořádala se všemi technologiemi i vysoce účinnými herbicidy. To je vážným varováním. Je třeba si uvědomit, že cílem není úplné vyhubení plevelů, ale prostřednictvím účinných metod plevely regulovat a neumožnit neuváženými zásahy narušení rovnováhy mezi jednotlivými plevelnými druhy.

#### **2.1.6. Vliv nezemědělské činnosti na změnu plevelných společenstev**

Mnohostranné a dlouhodobé působení člověka na krajinu má samozřejmě velký vliv i na zemědělství a tím i na plevelová společenstva. Zásahy člověka do životního prostředí bývají zpravidla velkoplošné. Urbanizace krajiny, povrchová těžba surovin, velkoplošné skládky a výsyvky ovlivnily výskyt rostlin a existenci vhodných podmínek pro většinu rostlinných druhů (SALISBURY 1962). Některé druhy rostlin však rostou i za těchto okolností, a protože nemají konkurenci, velmi rychle se rozmnožují a osidlují takové plochy. Následně potom osidlují i zemědělskou půdu. Mezi takové druhy patří především křídlatka japonská, křídlatka sachalinská, bolševník velkolepý, lebeda lesklá, locika kompasová, merlíky, turanka kanadská, podběl obecný, pelyněk černobýl a celá řada dalších (KUBÁT A KOL. 2002). Tyto zdroje zaplevelení je nutné ošetřovat, aby se zabránilo

jejich dalšímu šíření (SALISBURY 1962). Takové lokality jsou nebezpečné i z pohledu hygienického. Rostliny zde rostoucí jsou příčinou pylových alergií.

Regulace plevelů na nezemědělských plochách je poměrně složitým problémem. Zejména rozsáhlé plochy železnic, plochy v přístavech, manipulačních skladech bývají pravidelně ošetřovány herbicidy. Používány jsou totální herbicidy v podstatně vyšších dávkách než v zemědělství. Tyto plochy jsou zdrojem rezistentních populací plevelů, které se následně mohou šířit na zemědělskou půdu. Největším problémem je jejich šíření po železnici po celé republice (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

K rychlému šíření plevelných druhů dochází v posledních letech především podél dálnic a vysokorychlostních silnic. Rychlý postup šíření některých plevelných druhů napříč Evropou je zřetelný. Zejména plevele rozšiřující se anemochorně (starčky, zlatobýl, pelyněk černobýl, podběl lékařský atd.). Podél těchto komunikací se šíří i další plevele jako například pupalky, laskavce, rdesna, merlíky, rosičky, ježatky, béry, štetka soukenická aj. Vzhledem k budování dalších nových dálnic lze předpokládat, že šíření plevelů podél nich bude nabývat na stále větším významu.

Nebezpečím jsou proto i cizokrajné plevele, které se k nám šíří také železniční přepravou, lodní dopravou s různými surovinami (obilí, zemědělské produkty, suroviny, železná ruda atd.) (JEHLÍK 1998). Příkladem může být ambrosie peřenolistá, řepěň polabská, mračňák Theophrastův a bytel metlatý. Tyto plevele v našich podmínkách již zdomácněly a jsou významným nebezpečím pro zemědělskou půdu (PYSEK A KOL. 2002). Podobně k nám byla zavlečena locika tatarská s železnou rudou. Také tento plevel má šanci v našich podmínkách zdomácnět. Problém zavlékání cizokrajných plevelů je nezanedbatelný a riziko zavlékání je stále vyšší (SHELDON A BURROWS 1973). Proto je nutné tento problém neustále sledovat a pozorovat jednotlivé migrační cesty.

## 2.2. Rozdělení plevelů

Plevel je možné dělit podle mnoha parametrů, proto existuje celá řada dělení plevelů. Například podle výskytu na jednotlivých lokalitách (plevele polní, luční, lesní, vodní), výskytu v jednotlivých plodinách (plevele obilnin, okopanin, luskovin, píceňin apod.), vazby na substrát, stupně škodlivosti (velmi nebezpečné plevely, příležitostné, méně významné plevely) (MAHELKA A KOL. 2007). Nejvhodnější členění z pohledu zemědělství je rozdělení plevelů podle hlavních biologických vlastností (délka života rostlin, způsob rozmnožování, rozšiřování diaspor, doba klíčení a vzcházení rostlin, hloubka zakořenění apod.) podle čehož můžeme volit i vhodnou regulaci (DEYL A UŠÁK 1956).

### 2.2.1. Jednoleté plevely

#### Efemérní plevely

Plevely mají velmi krátký životní cyklus. Vcházejí na podzim, během zimy nebo brzy na jaře. V tomto období využívají špatně zapojených, prořídilých porostů plodin a dostatek půdní vláhy pro svůj růst. Zaplevelují ozimy a víceleté pícniny. Nepatří mezi významné plevely, protože setrvávají na stanovišti krátkou dobu a jsou spíše subtilního vzrůstu. Svůj vývoj ukončují na jaře (DEYL 1964). Do této skupiny patří například: osívka jarní, rozrazil břechťanolistý, huseníček rolní (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

#### Časně jarní plevely

Plevely začínají svůj vývoj velmi brzy na jaře. Klíčení probíhá již při teplotách mírně nad 0°C, ale jsou schopny vzcházet i později, prakticky během celé vegetační doby. Zaplevelují jarní plodiny, převážně obilniny, ale také okopaniny, zeleniny. Rostliny odumírají nejpozději před zimou. Do této skupiny

patří například: drchnička rolní, opletka obecná, koleneček rolní pravý (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

### Pozdně jarní plevelé

Plevelé vzcházejí až při vyšších teplotách (nad 10°C) půdy na jaře, v létě i během teplého podzimu. Na orné půdě se objevují v době, kdy jsou již porosty jarních obilnin dobře zapojeny a nemohou jim konkurovat. Naopak zaplevelují takové porosty, které mají pomalý počáteční vývoj nebo vzcházejí až později, např. brambory, cukrovka, kukuřice, polní zeleniny apod. a také prořídle ozimy a jarní obilniny. Plevelé jsou potlačovány agrotechnickými zásahy v průběhu vegetace (plečkování). Do této skupiny patří například: bytel metlatý, ježatka kuří noha, merlík bílý, laskavec srstnatý (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

### Ozimé plevelé

Do této skupiny patří celá řada v současné době významných plevelů. Jde o velmi variabilní druhy. Rostliny vzcházejí na konci léta nebo na podzim a do zimy vytvoří rostliny, které přezimují nejčastěji ve fázi listové růžice. Po přečkání vegetačního klidu pokračují na jaře v růstu. Plevelé z této skupiny jsou schopny vzcházet i v jarních měsících vykvést a vytvořit plody. To jim umožňuje zaplevelovat většinu v současné době pěstovaných plodin. Do této skupiny patří například: chundelka metlice, chrpa polní, kokoška pastuší tobolka, úhorník mnohohlávkový, heřmánkovec nevonný, hluchavka objímavá (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

### 2.2.2. Dvouleté až vytrvalé plevely

Dvouleté až vytrvalé plevely rozmnožující se převážně generativně

Plevely z této skupiny se rozmnožují převážně generativně, přičemž většina rostlin je schopna se množit i vegetativně, převážně částmi kořenů (CRAWLEY 1997). Rostlina v roce ve kterém vyklíčí, vytvoří listovou růžici. Po přezimování pokračuje ve vývoji. Rostlina vykvetě a vytvoří semena a plody. Některé druhy poté odumírají (dvouleté rostliny), ostatní pokračují ve vývoji (vytrvalé rostliny). V jednoletých plodinách zpravidla nebývají významnými plevely, protože jim zpracování půdy neumožní vytvořit semena a na polích se vyskytují pouze ve formě listových růžic. Uplatní se spíše ve víceletých plodinách. Do této skupiny patří například: pampeliška lékařská, šťovík tupolistý, jitrocel větší (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

Vytrvalé plevely rozmnožující se převážně vegetativně

Rostliny se rozmnožují převážně pomocí vegetativních orgánů. Intenzivně se rozrůstají a šíří do okolí mateřské rostliny a po pozemku. Jsou schopny se ovšem rozmnožovat oběma způsoby, tj. vegetativně i generativně (COUSSANS 1970). Podle stanovištních podmínek převládá způsob rozmnožování - na orné půdě zpravidla vegetativní, na ulehých a neobhospodařovaných lokalitách generativní rozmnožování. Kořenový systém některých druhů zasahuje do značné hloubky (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

Plevely z této skupiny rozdělujeme na:



## Plevele mělčejí kořenící

Rostliny mají uloženy orgány vegetativního množení v ornici nebo na povrchu půdy (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

Tyto plevele dělíme:

### Plevele s plazivými kořenícími lodyhami – šlahouny

Rostliny vytvářejí plazivé článkované lodyhy – šlahouny, které se rozrůstají od mateřské rostliny všemi směry. Na uzlinách lodyh se vytvářejí kořenové a stonkové pupeny, které zakořeňují a vytvářejí nové listové růžice. Do této skupiny patří například: pryskyřník plazivý, mochna husí, popenec obecný (HRON A VODÁK 1956).

### Plevele s tuhými pevnými oddenky

Rostliny mají ve svrchní vrstvě půdy uložen kořenový systém složený z horizontálních či šikmě uložených oddenků. Oddenky jsou tuhé, pevné a článkované. Každá uzlina článku vytváří stonkový pupen a kořenové pupeny (HRON A VODÁK 1956). Terminální pupen je krytý šupinou a umožňuje oddenku pronikat utuženou půdou, ale i různými tvrdými bariérami (např. dřevo, brambory, mrkev apod.). Na orné půdě dochází při zpracování půdy k rozrušování oddenků na menší části (DEYL 1964). Již na úlomcích oddenků velkých 1 – 2 cm jsou schopny za vlhka rašit pupeny a dát vznik novým rostlinám. Do této skupiny patří například: pýr plazivý, troskut prstnatý, psineček výběžkatý (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

### Plevele s měkkými křehkými oddenky

Celou vrstvou ornice prostupují vertikálně i horizontálně uložené článkované, křehké oddenky. Oddenky se při zpracování půdy snadno lámou, zůstávají v půdě nebo jsou rozšiřovány dále po poli a umožňují další šíření plevelů. Do této skupiny patří například: máta rolní (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

### Plevele vytvářející cibule

V nejteplejších oblastech státu se vyskytuje plevel česnek viniční. Vytváří květní a podzemní cibule, kterými se vegetativně množí. Množství vytvořených cibulí není příliš intenzivní, avšak cibule setrvávají na stanovišti dlouhou dobu (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

### Plevele s hlízkami

Rostliny vytváří na oddencích různě ztlustlé hlízy, které jsou uloženy v různých hloubkách půdy. Hlízy uchovávají zásobní látky pro rostlinu, a proto v nepříznivých podmínkách umožňují rostlině setrvat na stanovišti. Rychlost tvorby a množství hlízek je u různých druhů odlišná. Intenzita tvorby hlízek se zvyšuje za vlhka. Hlízky při zpracování půdy nejsou potlačovány, naopak se rozšiřují po pozemku. Do této skupiny patří například: kamyšník polní, kamyšník širokoplodý, hrachor hlíznatý (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

### Plevele hlouběji kořenící

Do této skupiny patří velmi významné plevele. Kořenový systém je složen ze sítě horizontálních a vertikálních kořenových výběžků (HRON A VODÁK 1956). Vertikální výběžky často sahají do hlubokých vrstev půdy – až do podorničí, kde

nejsou zasahovány zpracováním půdy. Horizontální výběžky jsou uloženy mělčeji v půdě, často patrovitě nad sebou (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

#### Bylinné plevele s oddenky

Vodorovné a svislé oddenky nesou na svých článcích osní a listové pupeny, které jsou zpravidla chráněny šupinami. Kořenové pupeny jsou rozmístěny na oddencích nepravidelně a jsou méně zřetelné. Do této skupiny patří například: bršlice kozí noha, čistec bahenní, přeslička rolní (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

#### Bylinné plevele s kořenovými výběžky

Kořenové výběžky sahají zpravidla velmi hluboko do půdy, až několik metrů (locika tatarská až 5 m). Kořenové i stonkové pupeny jsou rozloženy na kořenových výběžcích nepravidelně, jsou menší a nejsou chráněny šupinou (LEMNA A MESSERSMITH 1990). Kořenové výběžky nejsou článkované, jsou snadno lámavé. Do této skupiny patří například: pcháč rolní, mléč rolní, svlačec rolní (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

#### Dřevinné plevele s kořenovými výběžky

Nečlánkované kořenové výběžky spolu s nadzemními částmi dřevnatí (obsahují lignin) a jsou tuhé a pevné. Odolávají zpracování půdy, dlouhodobě setrvávají na stanovišti a mohou zhoršovat sklizeň. Do této skupiny patří například: ostružiník sivý, bez chebdí. Tyto plevele se zpravidla nevyskytují na orné půdě (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

## 2.3. Rozmnožování plevelů

Reprodukce plevelů je přirozenou biologickou vlastností, která umožňuje přežití druhů. Plevelné rostliny se rozmnožují generativním a vegetativním způsobem, přičemž generativní způsob je vlastním pro všechny plevelné druhy (BASKIN A BASKIN 1998). Vegetativním způsobem se naproti tomu rozmnožují jen některé plevelné druhy (BEGON A KOL. 1982)

**2.3.1. Generativní (pohlavní) rozmnožování** se děje prostřednictvím diaspor mezi které patří například výtrusy, semena či plody. Semeno je v podstatě nejméně variabilní orgán rostliny a jak do velikosti, tak i do hmotnosti semen v rámci jednoho druhu. Počet semen na rostlině je veličina druhově specifická, která souvisí s ekologickými podmínkami stanoviště (podmínky půdní, klimatické a prostorové). Nutností plevelných rostlin z hlediska přežití je vytvoření co největšího množství semen a plodů, které by bylo zárukou setrvaní druhu na dané lokalitě (CLAUSEN A KOL. 2002). Počty, udávané u jednotlivých druhů, jsou zpravidla hodnoty průměrné vztažené k průměrnému stanovišti (KELLEY A BRUNS 1975). Maximální počty semen na rostlině velmi často uváděné v literatuře se vztahují k soliterně rostoucím jedincům na stanovištích bohatých na živiny (SCHAUMAN A HEINKEN 2002). Ze semen vytvořených na rostlině však v polních podmínkách vytvoří novou rostlinu pouze nepatrná část (KAVOLIUNAITE A PALIULYTE 2004). Proto vysoká produkční schopnost druhu nemusí odpovídat jeho významnosti jako plevelného druhu (HANF 1970). Pro přežití plevelného druhu na stanovišti jsou důležité i další faktory, dormance, životnost semen v půdě nebo rytmus vzcházení semen během vegetace atd.

**2.3.2. Vegetativní rozmnožování** představuje doplňkový způsob rozmnožování, který je často využíván některými vytrvalými druhy. Ty se rozmnožují prostřednictvím diaspor vegetativního původu (např. hlízkami, cibulemi, pacibulkami, částmi oddenků, kořenových výběžků a kořeny

s adventivními pupeny). Vegetativní rozmnožování vytrvalých plevelů převládá především na orné půdě, která je pravidelně obdělávána. Pravidelné poškozování kořenů a kořenových výběžků vyvolává rychlou regeneraci z pupenů. To má za následek vytvoření mohutného kořenového systému, který velmi agresivně konkuruje kulturním rostlinám (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005). Zachování druhu je tak zajištěno i za nepříznivých podmínek prostředí, ve kterých se rostlina krátkodobě nebo dlouhodobě nachází. Zaplevelení může vznikat i z velmi malých orgánů vegetativního rozmnožování (HRON A VODÁK 1956). V určitých případech dokonce vegetativní rozmnožování nabývá převahy nad rozmnožováním generativním, neboť poměr uvedených způsobů rozmnožování je u některých vytrvalých druhů značně závislý na podmínkách stanoviště (např. u pýru plazivého). Na půdách obdělávaných, úrodných a provzdušněných vytvářejí vytrvalé plevele jako například pýr plazivý, pcháč rolní a čistec bahenní bohatý podzemní systém oddenků nebo kořenů (převládá rozmnožování vegetativní). Naopak na půdách neobdělávaných, chudých a ulehlých se zvyšuje tvorba semen (převládá rozmnožování generativní) (KVIST A HÅKANSSON 1985).

Vyrašené výhony na obdělávaných půdách mají vysokou konkurenční schopnost a prosadí se i v konkurenčně silných porostech kulturních rostlin jako jsou obilniny. Velmi nebezpečná je rychlá regenerace pupenů na kořenech a kořenových výběžcích v období studených a vlhkých period v měsících červnu a červenci, kdy je konkurenční schopnost obilnin na ústupu. Rostliny plevelů pcháče rolního a dalších plevelů vytvářejí mohutný kořenový systém z horizontálních a vertikálních kořenových výběžků. Kořenový systém dosahuje do poměrně značné hloubky, udává se i několik metrů. Kořenové výběžky mají obrovskou regenerační schopnost. Výhony z vytrvalých plevelů z kořenových výběžků nebo oddenků raší po celou vegetační dobu v závislosti na kulturní rostlině a agrotechnických zásazích (HRON A VODÁK 1956).

U některých plevelů se tvoří kořeny i na odlomených nadzemních částech rostlin (HROUDOVÁ A KOL. 2001). Takovým způsobem se rozmnožují k nám zavlečené druhy křídlatka sachalinská a křídlatka japonská podél vodních

toků. Tento způsob jim umožnil lavinovité šíření především při lokálních povodních na velké vzdálenosti.

Vegetativní rozmnožování je možné i u některých jednoletých druhů, a to buď kořenujícími lodyhami (žabinec obecný) nebo částmi rostlin (kokotice jetelová, pětour mabúborný).

### 2.3.3. Způsoby šíření diaspor plevelů

Důležitým předpokladem pro zachování druhu je, aby semena, plody, případně i vegetativní rozmnožovací částice nezůstaly nahromaděny v blízkosti mateřské rostliny, ale aby se rozšířily pokud možno co nejdál a na co nejvhodnější stanoviště. V blízkosti mateřské rostliny by semenáčky byly vystaveny velké konkurenci a druh rostoucí na omezeném prostoru by byl ohrožen vyhnutím. Diaspory se mohou od mateřské rostliny šířit různými způsoby, v závislosti na jejich morfologii a charakteru. Vlastní proces šíření diaspor od zdroje se nazývá diseminace. Přísun diaspor na plochu stanoviště závisí na několika faktorech: výšce a vzdálenosti zdroje šíření, koncentraci zdroje diaspor, způsobnosti diaspor k šíření (hmotnost, přítomnost specifických morfologických útvarů) a aktivitě rozšiřujícího činitele (směr a rychlost větru nebo vody, pohyb zvěře atd.) (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

**Autochorie** je rozšiřování diaspor vlastními mechanismy rostlin. Například u vikví a hrachorů vysycháním praská zralý lusk. Chlopně se prudce šroubovitě stácejí a vymrštují semena do okolí; svíráním chlopní praskajících tobolek se prudce vymrštují semena vikví. Další druhy ohýbají při dozrávání lodyhy a plodní stopky s tobočkami těsně k povrchu půdy (např. drchnička rolní, truskavec ptačí, rozrazil perský a r. břechťanolistý). Některé diaspory se posunují na různé strany od mateřské rostliny pomocí pohybů hygroskopických útvarů (osiny ovsa hluchého). Jednodušším případem autochorie je barochorie, při které diaspory vlastní hmotností vypadávají na povrch půdy do blízkosti mateřské

rostliny (hořčice rolní, penízek rolní, obilky ježatky kuří nohy, pýru plazivého a bérů), odkud mohou být dále šířeny vodou nebo zvířaty (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

**Anemochorie** je rozšiřování diaspor větrem. Velmi lehké diaspory jsou unášeny vzdušnými proudy (přesličky, zárazy). Těžší diaspory jsou k rozšiřování přizpůsobeny vytvořením jemného chmýru (pcháče, bodláky, mléče, pampeliška) nebo blanitých křídel a lemů (šťovíky). Některé rostliny prodlužují po odkvětu lodyhy, aby zralé ochmýřené nažky byly co nejvíce vystaveny působení větru (podběl lékařský, devětsil lékařský). Anemochorní rostliny dokáží osídlit blízké okolí velmi rychle a hustě. Zvláštní kategorií jsou stepní běžci - druhy adaptované na častý a intenzivní vítr na písčitých stanovištích. Rostliny jsou bohatě větvené a po uzrání semen jsou vytrženy z půdy a odneseny na jiné stanoviště. Současně dochází k diseminaci (srpek obecný). Vítr napomáhá i při vypadávaní semen ze zralých tobolek vlčího máku rozkýváním lodyh (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

**Hydrochorie** je rozšiřování diaspor vodou v podobě srážek, závlah, vodních toků nebo vodní eroze ve svažitém terénu. Šíření některých diaspor je usnadněno přítomností křídel, pluch či chmýru. Tyto morfologické útvary zvyšují plovatelnost diaspor na vodní hladině. Vodou mohou být šířeny i celé rostliny nebo jejich úlomky se semeny, případně vegetativní diaspory schopné zakořenění (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

**Zoochorie** - šíření diaspor prostřednictvím živočichů. Zoochorie představuje velmi důležitý způsob šíření plevelných rostlin. Podle způsobu přenosu je dělena na:

- exozoochorie - spočívá v dočasném uchycení semen, plodů na povrchu těla zvířat (hlavně srsti či peří). Diaspory jsou pro tento účel vybaveny speciálními útvary v podobě ostnitých nebo háčkovitých útvarů (háčkovité ostny na souplodí řepně durkomanu nebo na nažkách svízele přítuly, háčkovitě zahnuté hroty na kulovitém plodenství lopuchů, štětinky na nažkách mrkve obecné).

Diaspory též mohou ulpívat na těle živočichů pomocí slizu, vylučovaného osemením.

- endozoochorie - diaspory plevelů jsou přijímány spolu s potravou, procházejí trávicím ústrojím živočichů, trávením nejsou poškozeny, jsou vylučovány z těla spolu s exkrementy a následně roznášeny od mateřské rostliny. Mezi plevelné druhy schopné se šířit tímto způsobem patří zejména merlíky, rdesna, laskavce, ježatka, béry aj. Semena se šíří na pole chlěvskou mrvou, kejdou a ostatními statkovými hnojivy.

Zajímavým způsobem zoochorie je myrmekochorie. Semena rostlin mají na povrchu dužnaté měchýřky, které slouží mravencům za potravu. Obsahují olej, cukry, škrob a vitamíny. Semena jsou mravenci přenášena na velké vzdálenosti. Mezi takto rozšiřované rostliny patří violka rolní, hluchavka nachová a objímavá, kostival lékařský, vlašovičnick větší, zemědým lékařský, žlutošťavel růžkatý aj. Významné je i šíření plevelů prostřednictvím ptáků (ornitochorie). Například stehlík obecný vyzobává z plodenství nažky bodláků a pcháčů. Vrabec polní se živí nažkami merlíků, truskavce, ježatky, bérů a celé řady dalších plevelů. Ptáci zobáním do plodenství uvolňují další semena, která vypadávají na povrch půdy (FIGUEROLA A GREEN 2002). Na šíření plevelů se podílejí i drobní hlodavci (myši, hraboši, křečci), kteří shromažďují semena i plody a tvoří si z nich zásoby.

Šíření plevelů člověkem se nazývá **antropochorie**. Zejména v posledních letech tento způsob šíření nabývá na stále větším významu. Semena a plody mnoha plevelných druhů jsou jako příměsi součástí osiv, v různých materiálech jako např. ve vlně, bavlně, zemině, písku, rudách, substrátech atd. (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005). Pro vysokou pestrost způsobů šíření plevelů člověkem jsou vytvořeny následující kategorie:

*Speirochorie* - zavlékání a šíření plevelů s osivy. Patří mezi velmi rozšířené způsoby šíření plevelů doprovázejících určitou plodinu na velké vzdálenosti. V případě obilnin se jedná o skupinu obilních (segetálních) plevelů, které se přizpůsobily vegetačnímu cyklu pěstované plodiny (chundelka metlice, chrpa



polní, koukol polní, vlčí mák). Semena těchto plevelů se při nedostatečném vyčištění zrna dostávají do osiva.

*Agestochorie* - šíření plevelů prostřednictvím dopravy. Mezi nejdůležitější způsoby šíření plevelů patří železniční, silniční i lodní. Významně se plevele v posledních letech šíří podél dálnic. Doprava má velký podíl na zavlečení nepůvodních druhů na území našeho státu a jejich zvýšený výskyt na nádražích, v přístavech, překladištích zboží a zpracovatelských závodech nebo šíření podél silnic a železnic.

*Ergaziochorie* - rozšiřování plevelů pomocí zemědělského nářadí používaného při obdělávání půdy nebo manipulaci s rostlinami. Semena se snadno uchycují spolu s ornicí na strojích a nářadí a jsou tak přemísťovány z jednoho pozemku na druhý.

*Rypochorie* - je šíření plevelů ze zahrad, čistících stanic, skládek a smetišť, při přemísťování zeminy, z průmyslového odpadu a ze zemědělských podniků a hnojení chlévskou mrvou, kejdou, komposty a rašelinnými substráty.

*Etelochorie* - vysévání a vysazování rostlin na pole, do zahrad, parků nebo do volné krajiny. Velmi často dochází k samovolnému šíření na nová stanoviště. Typickým příkladem mohou být křídlatky, netýkavka žláznatá aj.

Rostliny se mohou v agroekosystému šířit i více způsoby. Přežívání plevelného druhu v agroekosystému přímo závisí na reprodukčním potenciálu a schopnosti rozšiřování do okolí.

#### **2.4. Charakteristika plevelů rodu kamyšník (*Bolboschoenus*)**

Rostliny rodu kamyšník (*Bolboschoenus*) nebyly považovány za plevele a to především proto, že se na zemědělské půdě téměř nevyskytovaly (PODUBSKÝ A ŠTĚDRONSKÝ 1954). Byly považovány za rostliny převážně se vyskytující v mělké vodě při březích nádrží a řek a na zamokřených slaniskách (RABOTNOV 1964). V současnosti se u nás stále častěji setkáváme s výskytem kamyšníků na polích. Vyskytuje se převážně v terénních prohlubních na jaře zaplavených, a často rovněž

v kolejových řádcích a místech s utuženým podorničím (KIFFE 1998). Ve střední Evropě byly dosud údaje o výskytu druhů r. *Bolboschoenus* jako polní plevel vzácné, a začaly se objevovat až od devadesátých let minulého století (MORAVCOVÁ A KOL. 2002). V České republice nebyly v minulosti druhy r. *Bolboschoenus* považovány za nebezpečné plevel. V posledních dvaceti letech byly však stále častěji nacházeny ve větším množství v polních kulturách, a to i na relativně suchých místech, což bylo v protikladu s obecně vžitým pojetím kamyšníků jako mokřadních rostlin (BROWNING A GORDON-GRAY 2000). Ukázalo se však, že to, co bylo dříve považováno za jeden druh – kamyšník přímořský (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) je ve skutečnosti komplex několika druhů, lišících se výrazně ekologicky, proto rostliny rostoucí v polích mohou patřit jinému druhu než rostliny z rybníků či slanisek (EGOROVA 1976, HEJNÝ 1960, HILBIG 1994).

U nás se vyskytuje pět druhů, z nichž dva – kamyšník polní (*Bolboschoenus planiculmis*) a kamyšník širokoplodý (*B. laticarpus*) se vyskytují jako plevel v polích (JAROLÍMOVÁ A HROUDOVÁ 1998). Samotný kamyšník přímořský (*B. maritimus*) je slanomilná rostlina, která se jako polní plevel může vzácně vyskytnout tam, kde pole vznikla na místě rozoraných slanisek (jižní Morava, severozápadní Čechy), není ale expanzivním plevelem (IWASAKI 1985). Zbývající dva druhy u nás na polích nerostou: kamyšník vrcholičnatý (*B. yagara*) je typický pro mělké stojaté vody s kolísající vodní hladinou (rybníky, mělké nádrže) a kamyšník jižní (*B. glaucus*) je rozšířen v jižní Evropě, ve Středozeří, kde roste v přirozených mokřadech (HROUDOVÁ 1980). U nás byl nalezen jen na jedné lokalitě (HROUDOVÁ A KOL. 2007).

Oba plevelné kamyšníky nejsou zavlečené, ale vyskytují se přirozeně. Od konce 70. let byl výskyt kamyšníků zaznamenáván i na orné půdě a od té doby se počet těchto nálezů stále zvyšuje (HROUDOVÁ A KOL. 1996, 1997). To pravděpodobně souvisí se změnou způsobu hospodaření na zemědělské půdě, střídání plodin, využívání technologií minimálního zpracování půdy, používání herbicidů, stoupající plochy kukuřice aj. (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

V celkovém počtu lokalit a jejich podílu na zemědělské půdě v České republice a v sousedních zemích (SCHRÖDER 1998 a SCHRÖDER A KOL. 1993) se odráží jednak celkový areál rozšíření obou druhů (okraj areálu *B. planiculmis* se zhruba shoduje s naší západní hranicí), jednak způsob hospodaření a jeho přeměny v jednotlivých zemích (MIKULKA A KOL. 1999).

#### **2.4.1. Rozšíření a výskyt *Bolboschoenus planiculmis* a *Bolboschoenus laticarpus* na orné půdě**

##### **2.4.1.1. Výskyt kamyšníku polního – *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) Egorova**

Výskyt tohoto plevele je soustředěn převážně do kukuřičné a řepařské zemědělské výrobní oblasti, tj. rovinného až mírně zvlněného terénu, v nadmořské výšce do 350 m (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2004a). Podle charakteristiky těchto oblastí osidluje mírně teplý až teplý, suchý, mírně suchý až mírně vlhký klimatický region, s výskytem na hlinitých až písčitohlinitých půdách. Kamyšník polní je častý zejména v kukuřičné oblasti jižní Moravy, kde jeho výskyt převažuje nad kamyšníkem širokoplodým (HROUDOVÁ A KOL. 2007).

Na polích se vyskytuje převážně v podmáčených lokalitách a lokalitách pravidelně zaplavovaných vodou a místech s vysokou hladinou spodní vody na málo propustném spodním půdním profilem. V těchto proláklínách je obvykle ohnisko výskytu kamyšníku, z něhož se za přispění zemědělské techniky může šířit do okolí. Dokáže růst i na suchých stanovištích (HROUDOVÁ A KOL. 1996).

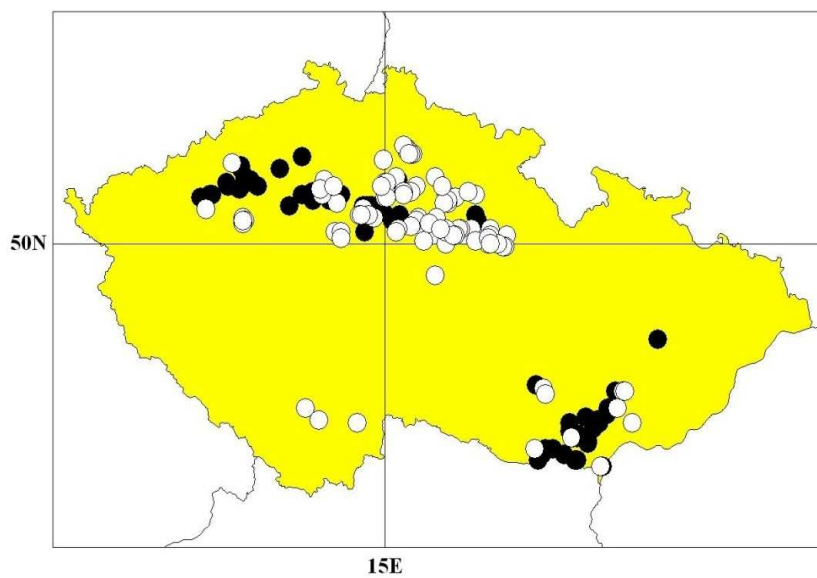
Vzhledem k tomu, že rostliny vytrvávají na témže místě řadu let i při střídání plodin, nebyla zjištěna striktní vazba na určitou plodinu (BROWNING A GORDON-GRAY 2000). Kamyšník polní byl nalezen v kulturách jarního ječmene, ozimé pšenice, kukuřice, slunečnic, brambor, není vyloučen ani výskyt v dalších plodinách (KNEIFELOVÁ A MIKULKA 2006). Nejčastěji se vyskytuje v kukuřici, což je dáno jednak rozšířením kamyšníku polního v oblastech, kde se kukuřice pěstuje,

jednak i tím, že tato širokořádková plodina ho nepotlačuje příliš konkurenčně (GONZALES A KOL. 1997). Zejména v počátku vegetace roste kamyšník rychleji než kukuřice, a i ve vzrostlé kukuřici je obvykle dostatek světla pro jeho plný vývoj (ZÁKRAVSKÝ A HROUDOVÁ 1994). V obilninách jako je pšenice nebo ječmen se prosadí pouze lokálně podmáčených stanovištích a v kolejových řádcích. Zdravé porosty obilnin na nezamokřených místech kamyšník konkurenčně potlačují a zabraňují jeho reprodukci.

#### **2.4.1.2. Výskyt kamyšníku širokoplodého – *Bolboschoenus laticarpus* Marhold, Hroudová, Ducháček & Zákraavský**

U nás se vyskytuje rovněž v kukuřičné a řepařské zemědělské výrobní oblasti, v rovinném až mírně zvlněném terénu, v nadmořské výšce do 400 m. Podle charakteristiky těchto oblastí osidluje mírně teplý až teplý, suchý, mírně suchý až mírně vlhký klimatický region, s výskytem na hlinitých až písčitohlinitých půdách. Kamyšník širokoplodý se vyskytuje zejména na polích v Polabí a středních Čechách, na jižní Moravě je vzácnější; ojediněle se též vyskytl např. na severní Moravě a v blízkosti Třeboně. Jeho výskyt je častý podobně jako u kamyšníku polního v podmáčených lokalitách, kde se na jaře často zdržuje voda. Má poněkud větší nároky na vodu než kamyšník polní. Proto jeho výskyt bývá více koncentrován právě na zaplavovaných lokalitách. Rostliny kamyšníku širokoplodého jsou mohutnější a vyšší, a proto konkurenčně silnější než rostliny kamyšníku polního. Podobně jako kamyšník polní, přežívá řadu let na témže místě i při střídání plodin. Jeho šíření napomáhají širokořádkové plodiny jako kukuřice, řepa cukrová a slunečnice. Také používání postemergentních graminicidů v těchto plodinách napomáhá šíření kamyšníků vzhledem k jejich vysoké toleranci (HROUDOVÁ A KOL. 2001).

Obr. 1 - Mapa výskytu kamyšníků na orné půdě v České Republice; černě – kamyšník polní, bíle – kamyšník širokoplodý. (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007)



## 2.4.2. Popis a charakteristika plevelných druhů kamyšníků

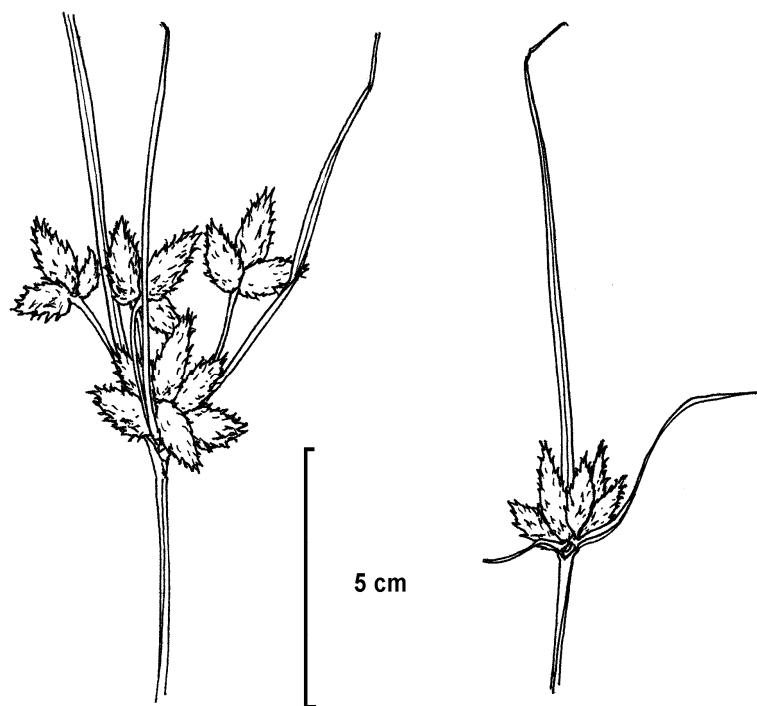
### Kamyšník polní – *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) Egorova

Charakteristika plevele:

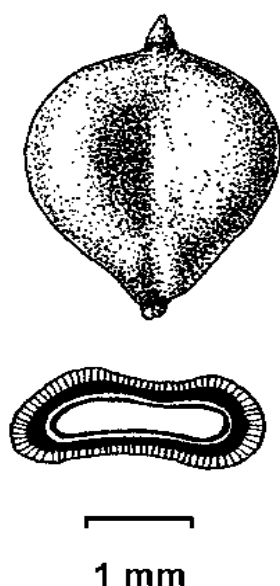
Vytrvalá bylina s bohatě větveným podzemním oddenkovým systémem, který tvoří síť tenkých oddenků nesoucích kulovité hlízky. Hlízky jsou převážně drobné, (0,5–) 1–2 cm v průměru. Z hlízek vyrůstají přímé, trojhranné lodyhy vysoké 0,5–0,9 (–1,1) m; sterilní lodyhy jsou po celé délce olistěné, u kvetoucích rostlin horní bezlistá část pod květenstvím obvykle zaujímá ca  $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$  i více z celkové délky lodyhy (HROUDOVÁ A KOL. 2001). Květenství představuje svazek klásků na vrcholu lodyhy (někdy i jediný klásek); květenství je často stažené, tvořené pouze přisedlými klásky, jindy je tvořeno kromě přisedlých klásků bez stopek ještě jednou až několika stopkami, na nichž vyrůstá 1–3 (–5) klásků. Délka stopek obvykle nepřesahuje dvojnásobek délky přisedlých klásků. Květy mají pestík s 2 bliznami (vzácně v témže květenství může být několik květů se 3 bliznami) (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

Plody jsou nažky v obrysu široce obvejčité, na vrcholu s krátkým zobánkem, 3,1–3,8 mm dlouhé, 2,2–2,5 mm široké, zploštělé, na hřbetní straně promáčklé (na průřezu promáčklé z obou stran), okrově- světle- až rezavě hnědé, na povrchu se zřetelnou síťovitou strukturou (vpadlé obrysy kolmých stěn pokožkových buněk, viditelné lupou). Okvětí je přeměněno ve štětinky opatřené po stranách zpětně zahnutými háčky, za zralosti plodů štětinky opadávají. Na příčném řezu plodem je vidět silnou vnější vrstvu oplodí (pokožku) tvořenou podlouhlými válcovitými buňkami, pod ní střední a vnitřní vrstvu tvořené pevným sklerenchymem. Buňky vnější vrstvy oplodí jsou naplněny vzduchem, takže slouží jako plovací aparát, který umožňuje šíření semen vodou (ZÁKRAVSKÝ A HROUDOVÁ 1994).

Obr. 2 – Kamyšník polní – květenství. (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).



Obr. 3 – Kamyšník polní – semeno. (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).



#### Biologie:

Vytrvalá rostlina, rozmnožující se vegetativně podzemními hlízkami i generativně semeny. Tvorba hlízek je vysoká. Z jedné hlízky se vytvoří během vegetační sezóny 24 - 80 nových hlízek. Produkce hlízek postupně klesá, jak se porost zahušťuje, celkový počet hlízek na jednotku plochy může dosáhnout až 2500 hlízek/m<sup>2</sup>. Hlízky jsou škrobnaté (mladé jsou jedlé) a postupně tvrdnou a dřevnatí. Oddenkové propojení hlízek je fyziologicky funkční v prvním roce; v dalších letech se vnější pletiva oddenků rozpadají a zůstává pouze pevný centrální cévní svazek. Ten drží celý podzemní systém pohromadě i několik let, i když spojení je pouze mechanické. Specifickým znakem je schopnost hlízek přežívat dlouhodobě v dormantním stavu (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007). V přírodě běžně dochází k tomu, že v suchých letech se nadzemní výhonky vůbec neobjeví. Po dostatečných srážkách se hlízky probudí k životu a celý porost velmi rychle regeneruje. To bývá nápadné zejména v polních depresích v rovinatých nížinných oblastech. Hlízky mohou přežívat v dormantním stavu až 5–7 let (HROUDOVÁ A KOL. 2007).



V půdě je největší počet hlízek uložen ve vrstvě pod povrchem (0–10 cm) a z této vrstvy z hlízek roste převážná většina nadzemních výhonků. V hlubších vrstvách (až do 30 cm) hlízky přežívají, ale zůstávají až na výjimky v klidu, nerostou z nich nadzemní výhonky (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007). Pokud se hlízky dostanou na povrch půdy, většinou nepřežijí (vymrzají v zimě a uschnou v létě).

Rostliny kvetou od června do srpna (podle stanovištních podmínek). Jsou svétlomilné a nepříliš konkurenčně silné, v hustém zápoji ostřic nebo trav slábnou a zůstávají sterilní, podobně jako v podrostu vyšších a hustých plodin (pícniny). Produkce semen stejně jako celková produkce biomasy je závislá na dostupnosti vláhy a živin, může se pohybovat v průměru okolo 35–154 nažek. Nažky klíčí na jaře nejlépe na povrchu vlhké půdy (obnažená půda po opadnutí vody). Ke klíčení potřebují chladnou vlhkou stratifikaci (přeplavení vodou přes zimu) a při klíčení přístup vzduchu a kolísající noční a denní teploty (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007). Semenáčky byly již pozorovány v polních podmínkách v porostech kukuřice (HROUDOVÁ 1980).

Tento druh je velmi dobře přizpůsoben opakovanému vysychání stanoviště: to mu dovoluje přežívat v dočasně zaplavovaných terénních proláklínách u cest, v polích, v mělkých příkopech a drenážních kanálech; kromě toho se vyskytuje při březích mělkých rybníků a přehradních nádrží, kde může tvořit pás podél pobřeží při poklesu vodní hladiny, v zaplavovaných cihelnách a pískovnách. V současné době se u nás vyskytuje pouze na druhotných stanovištích a je otázkou, zda a do jaké míry se zde vyskytoval v člověkem neovlivněné krajině. Protože v dalších částech svého současného areálu rozšíření se vyskytuje i na přirozených stanovištích (při březích mělkých jezer, slepých říčních ramen a v zaplavovaných proláklínách ve stepích), připadají v úvahu obě možnosti: buď se zde vyskytoval na příhodných stanovištích v říčních nivách (terénní prolákliny, říční ramena) a se vznikem kulturní krajiny se rozšířil na vhodná druhotná stanoviště, nebo sem byl zavlečen ze stepních oblastí východní Evropy v historické době a rozmnožil se na člověkem vytvořených druhotných stanovištích. Kamyšík polní osidluje převážně minerálně bohaté podklady, snáší

i mírné zasolení půdy. Klimaticky je vázán na teplé oblasti našeho státu (jižní a střední Morava, Polabí, střední a severozápadní Čechy) (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

Rozšíření:

Celkový areál rozšíření kamyšníku polního se táhne v mírném pásu Eurasie od Dálného východu přes Sibiř až do střední Evropy, kde končí v Čechách, jen ojedinělé lokality (z toho jedna recentní) byly nalezeny na západ od našich hranic v Německu. U nás je výskyt soustředěn do teplých nížinných oblastí (severozápadní a střední Čechy, Polabí, Pomoraví a Podují). Na jižní Moravě navazuje na rozšíření v Rakousku a na Záhoří na Slovensku (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

**Kamyšník širokoplodý** – *Bolboschoenus laticarpus* Marhold, Hroudová, Ducháček & Zákraavský

Charakteristika plevele:

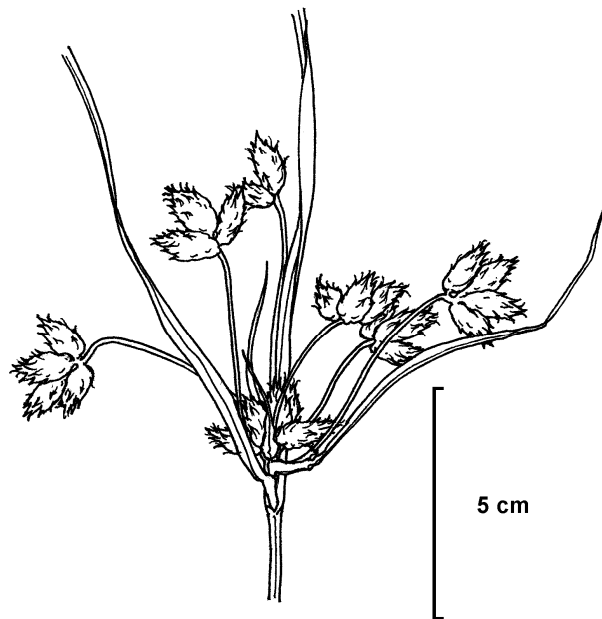
Vytrvalá bylina s větveným podzemním oddenkovým systémem, který tvoří síť tenkých oddenků nesoucích kulovité nebo oválné hlízky, které mají obvykle (1,5–) 2–3 cm v průměru. Z hlízek vyrůstají přímé, trojhranné lodyhy vysoké 0,8–1,1 (–1,5) m; sterilní lodyhy jsou po celé délce olistěné, u kvetoucích rostlin horní bezlistá část pod květenstvím obvykle zaujímá ca  $\frac{1}{3}$  z celkové délky lodyhy. Květenství je rozkladité, složeno ze svazku několika (obvykle 2–7) přisedlých klásků a (1–) 2–5 (–7) stopek nesoucích svazečky 2–4 (–8) klásků, někdy i jen jediný klásek (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007). Délka stopek obvykle nejméně dvojnásobná oproti délce přisedlých klásků. Květy mají pestík s 2 nebo 3 bliznami (často se v témže květenství vyskytují květy se 2 i 3 bliznami) (HROUDOVÁ 1980).

Nažky jsou v obrysu široce obvejčité, k bázi zúžené, na vrcholu znenáhla až náhle zúžené v zobánek, 3,1–3,7 mm dlouhé a 2–2,4 mm široké, trojhranné, se

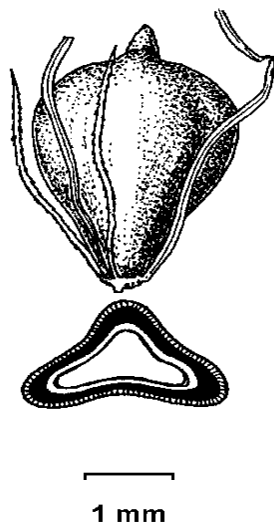
zřetelnou až poněkud zaoblenou hranou na hřbetní straně, na průřezu tvaru tupoúhlého rovnoramenného trojúhelníka. V témže plodenství může být i menší podíl nažek téměř plochých nebo na hřbetní straně jen málo vypuklých. Plody jsou tmavě hnědé až černé, na povrchu je do různé míry zřetelná síťovitá struktura (vpadlé obrysy buněk pokožky), její zřetelnost závisí na tloušťce vnější vrstvy oplodí. Okvětí je přeměněno ve štětinky opatřené po stranách zpětně zahnutými háčky; štětinky jsou zčásti opadavé, zčásti přetrvávají i na zralých plodech. Oplodí má slabou, ale zřetelně vyvinutou vnější vrstvu (pokožku) s mírně prodlouženými buňkami vyplněnými vzduchem, silnou střední vrstvu tvořenou sklerenchymem a rovněž sklerenchymatickou slabou vnitřní vrstvu (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

Rostliny jsou značně variabilní jak v celkové velikosti, tak ve stavbě květenství i ve tvaru plodů. Rostliny rostoucí ve vodě jsou obvykle vyšší a plodné prýty mají delší úsek lodyhy olistěný než rostliny z vysychajících stanovišť. Nedostatek vody nebo živin působí nejen zmenšení celkové velikosti rostlin, ale i redukci počtu klásků i délky stopek v květenství (v krajním případě mohou vyrůstat rostliny s chudým staženým květenstvím bez stopkatých klásků, vzácně i s květenstvím s jediným kláskem). Přítomnost květů se 2 i 3 bliznami je patrně důsledkem předpokládaného hybridogenního původu druhu (předpokládání rodiče jsou *Bolboschoenus yagara* a *B. planiculmis*). Podíl květů se 2 bliznami zpravidla není vyšší než 20%. Důsledkem je heterokarpie (v plodenství dozrávají nažky trojhranné i téměř ploché) (ZÁKRAVSKÝ A HROUDOVÁ 1994).

Obr. 4 – Kamyšník širokoplodý – květenství. (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).



Obr. 5- Kamyšník širokoplodý – semeno. (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).



#### Biologie:

Vytrvalá rostlina, rozmnožující se vegetativně podzemními hlízkami i generativně semeny. Tvorba hlízek zajišťuje vegetativní obnovu populací i přežití nepříznivých podmínek. Jedna hlízka vytvoří během vegetační sezóny průměrně 24 - 50 nových hlízek. Celkový počet hlízek na 1 m<sup>2</sup> může dosáhnout 5000 - 10 000. Oddenkové propojení hlízek je fyziologicky funkční v prvním roce, stejně jako u *B. planiculmis*; v dalších letech se vnější pletiva oddenků rozpadají a zůstává pouze pevný centrální cévní svazek, který dále zajišťuje mechanické spojení celého podzemního oddenkového systému (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007). Hlízky mají rovněž schopnost dlouhodobé dormance, což jim umožňuje přežití nepříznivých podmínek (v přírodě k tomu dochází buď při dlouhodobém zaplavení v nádržích nebo při vysychání terénních prohlubní v suchých letech) a znovuoobjevení populace nebo jednotlivých rostlin po nastolení příznivých stanovištních podmínek (pokles vodní hladiny v řekách nebo rybnících anebo naopak mokré jaro, po kterém v terénních prohlubních dlouhodobě stojí voda). Typickým obdobím, kdy se objevovaly rozsáhlé porosty kamyšníku širokoplodého v nádržích a podél řek bylo horké léto 2003, naopak na jaře 2006

se v důsledku dlouhodobého zaplavení objevovaly porosty kamyšníku v polích i na mnoha místech, kde řadu let nebyly pozorovány (HROUDOVÁ A KOL. 1997).

V půdě je největší počet hlízek uložen ve vrstvě 0–10 cm pod povrchem a z této vrstvy hlízky nejlépe rostou. Stejně jako u *B. planiculmis*, v hlubších vrstvách (až do 30 cm) hlízky přežívají, ale zůstávají až na výjimky v klidu, nerostou z nich nadzemní výhony. Pokud se hlízky dostanou na povrch půdy, většinou nepřežijí (vymrzají v zimě a uschnou v létě). Hlízky slouží k vegetativnímu šíření jak rozrůstáním oddenkového systému v rámci lokality, tak při vyplavení jednotlivých hlízek vodním tokem (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

Rostliny kvetou od června do srpna. Produkce semen může být 45–186 na 1 květenství. Kolísá však podle stanovištních podmínek a průběhu počasí v daném roce (při pozdním nástupu vegetace rostliny zůstávají sterilní, případně semena nestačí dozrát). Šíření semeny je omezeno jejich slabou plovatelností, přenos na větší vzdálenosti je možný ptactvem (endozoochorie). Ke klíčení semen je potřeba stratifikace ve vodě a chladnu, v přírodě neklíčí čerstvě dozralá semena. Střídání rozdílných denních/nočních teplot (25/15 nebo 30/10 °C) podporuje klíčení semen; v laboratorních podmínkách dosahovala klíčivost *B. laticarpus* 40–60 %. Kamyšník širokoplodý klíčil lépe ve srovnání s ostatními druhy našich kamyšníků v širších rozmezích teplot i při různém vodním režimu. V přírodě jeho semenáčky nebyly pozorovány; je však pravděpodobné, že uchycení semenáček může být úspěšné na podmáčeném substrátu (obnažené dno, vlhké vysychající bahno), a že se semeny může šířit i na větší vzdálenosti (ptactvo – endozoochorie). V polních podmínkách zřejmě převažuje vegetativní rozmnožování (HROUDOVÁ A KOL. 1996,1997, 2007).

Tento druh má z našich kamyšníků nejširší ekologickou amplitudu ve vztahu k půdnímu chemismu (minerálně chudé i živinami bohaté podklady až mírně zasolená stanoviště, i k hloubce podzemní vody. To se odráží i v širokém spektru stanovišť: vyskytuje se v litorálu rybníků, přehradních nádrží a zaplavených pískoven i řek a říčních ramen, v dočasně zaplavovaných terénních depresích, v mokřích příkopech u cest a v drenážních kanálech; v současné době

stále častěji jako polní plevel. Typické je rozšíření podél toků řek, kde se vyskytuje roztroušeně nebo mozaikovitě v porostech pobřežních druhů. Je vázán převážně na stanoviště s kolísající vodní hladinou, optimum rozvoje je v mělké vodě (do 70 cm); v nádržích mohou vznikat souvislé plošné porosty při poklesu vodní hladiny, v rybnících v roce následujícím po letnění. Má širší amplitudu výskytu i pokud jde o vztah ke klimatu: výskyt je soustředěn do teplejších oblastí ČR (střední Čechy, Polabí, střední a jižní Morava), ale zasahuje i do klimaticky chladnějších oblastí pahorkatin a pánví (jižní a západní Čechy, severní Morava) (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

Rozšíření:

Oblast rozšíření kamyšníku širokoplodého je omezena na Evropu, výskyt koncentrován do středu kontinentu. Chybí v jižní Evropě, nejdále k jihu dosahuje do Bulharska. Je to sladkovodní druh, charakteristický svým výskytem v nivách velkých řek; podél některých řek se dostal až k jejich ústí do moře. V České republice je to nejrozšířenější druh kamyšníku, s výskytem převážně v nížinách podél řek (Labe, dolní Vltava, Morava, Dyje). Poměrně často však byl nalezen i v okolních regionech, v pánvích a pahorkatinách (Blatensko, Budějovická pánev, na Třeboňsku vzácně, okolí Plzně, Křivoklátsko, Český ráj, Podorličí, střední Čechy, Českomoravská vrchovina), na Moravě na Ostravsku a v podhůří Vysočiny. Má tendenci se šířit jako polní plevel i na dalších druhotných stanovištích (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

## **2.5. Příčiny šíření kamyšníků na orné půdě**

Postupný nárůst výskytu vytrvalých plevelů na orné půdě je možné pozorovat již od začátku devadesátých let. Příčin je mnoho, ale mezi nejvýznamnější patří především nedostatky ve zpracování půdy a agrotechnice, nedodržování pravidel střídání plodin a pokles používání herbicidů. Kromě

všeobecně známého plevele pcháče rolního byl zaznamenán nárůst výskytu i u některých dalších plevelů. Jde zejména o pelyněk černobýl, čistec bahenní, mléč rolní, přesličku rolní, pýr plazivý a rdesno obojživelné, které se významně šíří na orné půdě (MIKULKA A CHODOVÁ 1998). Na orné půdě se šíří i dříve neznámé plevele jako jsou kamyšník polní a kamyšník širokoplodý (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2003).

Významné je též šíření plevelů z neudržovaných pozemků na ornou půdu, odkud jsou přenášeny diaspory na pole, kde se následně rozšiřují. Šíření vytrvalých plevelů podporují i technologie minimálního zpracování půdy (MIKULKA A KOL. 1999).

Méně intenzivní způsoby hospodaření obecně umožňují snadnější reprodukci plevelů na rozdíl od intenzivních způsobů pěstování plodin. Při extenzivním pěstování bývá zpravidla druhové spektrum širší. Intenzivní pěstování plodin nese riziko přemnožení některých plevelných druhů, kterým právě tyto podmínky vyhovují. Při malém počtu plevelných druhů na poli se může regulace plevelů zkomplikovat přítomností jednoho obtížného plevelného druhu, který uniká aplikovaným metodám regulace v daném systému hospodaření (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

Kamyšníky byly na orné půdě pozorovány postupně od roku 1990. Dříve byly u nás považovány pouze za mokřadní a vlhkomilné rostliny, ovšem se schopností přizpůsobit se celé řadě stanovišť a tam se převážně vegetativním způsobem reprodukovat. Zpočátku se jednalo pouze o ojedinělé výskyty, později četnost jejich nálezů stoupala a v dnešní době se stávají dominantními plevelnými druhy v některých oblastech. Přitom kamyšníky byly vždy přirozenou součástí mokřadů a lemových společenstev podél vodních toků, příkopů, rybníků a zavlažovacích odvodňovacích kanálů. Expanzi kamyšníků na ornou půdu významně ovlivnily změny ve střídání plodin, kdy širokořádkové plodiny, jako například kukuřice, polní zelenina a řepa cukrová jsou pěstovány častěji po sobě a to vytvořilo vhodné podmínky pro kamyšníky, kterým především vyhovují širokořádkové plodiny. Dále nastaly změny ve zpracování půdy. Obecně lze



konstatovat, že nedostatky ve zpracování významně přispěly k mohutné expanzi vytrvalých plevelů. Nedodržování agrotechnických lhůt umožňuje vytrvalým plevelům využít jejich schopnosti vegetativního rozmnožování. Dále se projeví i negativa technologií minimálního zpracování půdy (MIKULKA 1999). Právě kamyšníky reagují vysokou regenerační schopností právě při mělkém zpracování půdy. Problémem je též i v utužení podorničí. Na těchto pozemcích dochází velmi často k lokálnímu podmáčení, které má za následek odumření jak pěstované plodiny tak i plevelů. Tyto lokality naproti tomu vyhovují kamyšníkům, které se v těchto místech velmi rychle rozmnoží a odtud se dále šíří do okolí. Podmáčené a často zatopené lokality vytvářejí optimální podmínky pro klíčení semen. Semenáče jsou v počátečních fázích růstu velmi drobné a unikají pozornosti. Ovšem již měsíc po vyklíčení vytvářejí nové výhony a hlízky a při vysychání podmáčených míst vytvářejí husté porosty, protože v té době nemají na pozemcích konkurenci ostatních plevelných rostlin. Problémem je i postupné ucpávání drenáží, které má stejné důsledky jako utužené podorničí. Kamyšníky se vyznačují obrovskou regenerační schopností a jsou schopny využívat dostatek srážek v průběhu vegetace. V poslední době velmi časté vytrvalé deště v letních měsících také podporují šíření tohoto plevele. Na výskytu kamyšníků se samozřejmě projevilo i dlouhodobé používání herbicidů. Pravidelné aplikování herbicidů má za následek významné změny v druhovém spektru plevelů. Propracované systémy regulace plevelů v řepě cukrové, kukuřici i polní zelenině umožňovaly udržet porost těchto plodin bez plevelů po celou dobu vegetace. Vysoká tolerance kamyšníků k současně používaným herbicidům umožnila tomuto druhu rychlé rozmnožení a obsazení uvolněného prostoru. Častější aplikace herbicidů i případné zvyšování dávek herbicidů šíření kamyšníků jenom urychlilo. Zemědělci tedy systémem hospodaření vytvořili optimální podmínky pro šíření těchto plevelných druhů, které by se jinak při dodržení pravidel střídání plodin a zpracování půdy neměly šanci na orné půdě prosadit (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007). Dnes se však stávají limitujícími plevelnými druhy pro některé oblasti a plodiny.

## **2.6. Metody regulace kamyšníků na orné půdě**

### **Obecné zásady regulace vytrvalých plevelů:**

Vytrvalé plevelné druhy patří mezi obtížněji regulovatelné ve srovnání s plevely jednoletými a dvouletými (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2004a) . Vzhledem k tomu, že vytvářejí mohutný kořenový systém s oddenky nebo kořenovými výběžky jsou odolnější vůči agrotechnickým zásahům i vůči používaným herbicidům. Jejich regenerační schopnost je poměrně vysoká a velmi často po uvedených zásazích mohutně regenerují (HRON A VODÁK 1956). Výskyt a šíření vytrvalých plevelů na orné půdě je ovlivňován především jak střídáním plodin, skladbou plodin, zpracováním půdy, používanými herbicidy, tak i způsoby sklizně jednotlivých plodin (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007) .

#### **2.6.1. Vliv základního zpracování půdy:**

Z pohledu vytrvalých plevelů stojí za pozornost porovnání klasického zpracování půdy a technologií minimálního zpracování půdy. Klasická orba více rozrušuje kořenový systém a výrazně potlačuje vytrvalé plevele jejichž kořenové systémy jsou poměrně citlivé na poškození a jsou hlubokou orbou zaklopeny a silně poškozeny. Technologie minimálního zpracování by měly být prováděny pouze na pozemcích s minimálním výskytem vytrvalých plevelů. Mělké zpracování půdy poškozuje pouze svrchní část kořenového systému. Toto poškození vyvolává velmi silnou regeneraci, což vede k poměrně rychlému rozšíření vytrvalých plevelů (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

### **2.6.2. Vliv kultivace za vegetace – plečkování**

Mechanické způsoby regulace, především plečkování mají význam především v širokořádkových plodinách jako jsou například polní zeleniny, brambory, kukuřice a v některých případech i v řepě cukrové. Pravidelné plečkování poškozují vytrvalé plevely. Vzhledem k mohutnému kořenovému systému však rostliny poměrně rychle regenerují a to i za sucha. Proto je nutné zásahy opakovat zpravidla po celou vegetaci pěstovaných plodin (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005).

### **2.6.3. Použití herbicidů**

Použití herbicidů proti vytrvalým plevelům závisí především na pěstovaných plodinách, kde je možné herbicidy použít. Herbicidy je nutné aplikovat pouze ve vhodné růstové fázi a v horní hranici povolené dávky na vytrvalé plevely. Aplikace herbicidů v ranějších růstových fázích nebo aplikace nižších dávek výrazně ovlivní regeneraci, což se projeví masivním rašením nových výhonů a v mnoha případech se dostaví kritické zaplevelení. Vosková vrstva na povrchu listů významně snižuje účinek herbicidů, proto se doporučuje použít smáčedel pro zvýšení účinku herbicidů. Problémem je regulace kamyšníků. Kamyšníky vykazují poměrně vysokou toleranci vůči herbicidům a silně regenerují po aplikaci herbicidních přípravků (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007). Dalším problémem je, že po aplikaci herbicidů je odstraněna konkurence ostatních vytrvalých plevelů a to napomáhá rychlému šíření kamyšníků (KNEIFELOVÁ A MIKULKA 2006).

## **Metody regulace kamyšníků**

Vzhledem k toleranci kamyšníků vůči většině používaným herbicidů je jejich použití velmi složité. Proti kamyšníkům lze použít postemergentní graminicidy, sulfonylmočoviny a herbicidy tytu glyphosate pouze s omezeným účinkem. Ani ve zvýšených dávkách nejsou rostliny kamyšníků vážně poškozeny. V řadě případů dochází pouze k popálení listové plochy, což má za následek zpravidla rychlou regeneraci z kořenového systému. Problémem je i to, že se nové výhony kamyšníků vytvářejí v průběhu celé vegetace a proto se míjí účinkem i meziřádkové plečkování (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

Proto je důležité se zaměřit především na prevenci. Především zabránit zavlečení vegetativních orgánů na pole. Svoji úlohu hraje i správné střídání plodin, které zabrání přemnožení kamyšníků. Časté zařazování širokořádkových plodin zvyšuje riziko nárůstu zaplevelení kamyšníky. Z tohoto pohledu jsou rizikové především polní zeleniny a rané brambory.

Z počátečního lokálního problému se stal problém velkoplošný. Dnes existuje mnoho zemědělských podniků (Polabí, jižní Morava aj.), pro které jsou právě kamyšníky limitním (neřešitelným) problémem při pěstování mnoha druhů plodin (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

### **2.6.4. Regulace kamyšníků v obilninách**

Obilniny jako hustě seté plodiny by neměly umožnit růst kamyšníků, a to z toho důvodu, že kamyšníky mají vysoký nárok na světlo a nesnášejí konkurenci ostatních rostlin. Přesto býváme svědky toho, že se kamyšníky na jaře velmi často objevují především v jarních obilninách i ozimých obilninách. Důvodem jsou zejména nedostatky v agrotechnice, kvalitě setí, ochraně proti chorobám i nedostatečné hnojení. Soubor těchto faktorů má za následek, že porosty obilnin jsou nevyrovnané, mezerovité a podvyživené (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007). Tyto

porosty již od dubna a květena propouštějí dostatek světla, což vytváří kamyšníkům optimální podmínky pro jejich růst (MIKULKA A KOL. 1999).

### **2.6.5. Regulace kamyšníků v kukuřici**

Aplikace neselektivních herbicidů před setím:

Vzhledem k časně přípravě půdy na jaře, zabránění ztrátám na vlhkosti půdy a k poměrně pozdnímu setí kukuřice hrozí riziko poměrně silného výskytu plevelů již před zasetím kukuřice. Tomu můžeme poměrně účinně zabránit aplikacemi neselektivních systémově působících herbicidů na bázi glyphosatu. Aplikace těchto herbicidů jsou vysoce účinné na jednoleté plevely, kdy je možné dosáhnout až 100 % účinku, ale i na plevely vytrvalé. Aplikace výše uvedených herbicidů je účinná na vytrvalé plevely pouze v případě vytvoření dostatečně velké listové plochy. Účinná látka je translokována z nadzemních částí do kořenového systému, proto je důležité, aby na listech ulpělo dostatečné množství účinné látky. Rychlost translokace je též ovlivňována teplotou vzduchu a dostatkem vláhy. V suchých a studených periodách je příjem těchto látek i jejich translokace negativně ovlivněna. Příliš časně provedené aplikace snižují jejich výsledný efekt především z důvodu nedostatečného vyrašení vytrvalých plevelů z oddenků či kořenových výběžků na povrch ornice. Příprava půdy při předsetové přípravě po aplikaci herbicidů glyphosate a sulphosate může proběhnout při výskytu kamyšníků až po zežloutnutí listů, což může trvat v závislosti na teplotách 10 – 14 dnů. Přesto ale účinek těchto aplikací má za následek pouze poškození kamyšníků a oddálení období jejich rychlého růstu (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

Aplikace herbicidů po vzejití – postemergentní aplikace:

Příjem herbicidů při postemergentních aplikacích je ovlivňován především růstovou fází plevelných druhů. Celkový účinek je ovlivněn i povětrnostními

podmínkami (vítr, déšť, teplota). Systémově působící postemergentní herbicidy jsou přijímány vytrvalými plevely (kamyšníky) přes listy a následně jsou translokovány z listů do kořenového systému.

Postemergentně je možné použít Milagro (nicosulfuron) a Titus 25 WG (rimsulfuron). Přes částečný efekt těchto herbicidů je použití herbicidů v kukuřici téměř neřešitelným problémem. Tyto plevelné druhy vykazují vysokou toleranci vůči všem používaným herbicidním látkám (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

#### **2.6.6. Regulace kamyšníků v řepě cukrové**

Regulace kamyšníků v řepě cukrové je stejně problematická jako v kukuřici. Řepa cukrová má velmi pomalý růst. Navíc metody regulace plevelů v řepě cukrové jsou velmi detailně propracovány. Betanal systémy využívají kombinací herbicidů s různých mechanismem účinku tak, že umožňují regulaci prakticky celého spektra plevelů. Při použití 2 – 3 opakovaných aplikací kombinovaných přípravků je možné udržet porost čistý až do měsíce srpna a září. Problémem však zůstávají kamyšníky, které tento systém neřeší nebo řeší jen částečně. Podle pokusů bylo zjištěno, že kamyšník polní je odolnější vůči používaným herbicidům než kamyšník širokoplodý (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007). V řepě cukrové je možné proti kamyšníkům použít tzv. postemergentní graminicidy (Fusilade Super, Agil 100 EC, Targa Super 5 EC a Pantera 40 EC). Ovšem i aplikace těchto graminicidů má za následek zpravidla pouze poškození listů. Zesílit účinek je možné přidáním smáčedla Silvet, který zlepší přilnavost přípravků na listech rostlin a zesílí translokaci těchto graminicidů.

### **2.6.7. Regulace kamyšníků na strništi po sklizni obilnin**

Po sklizni obilnin v případě, že nenásleduje podmítka dochází k velmi rychlému nárůstu zaplevelení a to jak jednoletými plevely tak i plevely vytrvalými. V tuto dobu je možné použít systémově působící herbicidy na bázi glyphosate ve vyšších dávkách, které vykazují alespoň částečný účinek na kamyšníky. Herbicidní účinek je možné zesílit kombinací těchto herbicidů se smáčedlem Silvet, který zpravidla podpoří účinek. Jedná se však pouze o potlačovací funkci těchto aplikací, efekt těchto postřiků je pouze částečný. Značná část rostlin na jaře opět regeneruje (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

### 3. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA

Cílem práce je kvantitativně stanovit rozdíly v reprodukčním potenciálu (generativní a vegetativní) mezi vybranými plevelnými druhy *Bolboschoenus planiculmis* a *Bolboschoenus laticarpus* v závislosti na vybraných agroekologických faktorech. Definovány jsou faktory ovlivňující schopnost obou plevelných druhů expandovat v jednotlivých plodinách a navrženy možnosti využití herbicidů v jednotlivých plodinách.

#### Dílčí cíle:

- Kvantifikace generativní reprodukce kamyšníků – *stanovené klíčivosti a vzcházivosti diaspor v modelových pokusech /hloubky vzcházení a závislost na vlhkosti substrátu/*
- Kvantifikace vegetativní reprodukce kamyšníků – *stanovení produkce vegetativních diaspor v modelovém pokuse /délka oddenků, počet hlízek, počet nadzemních výhonů/*
- Stanovení životností hlízek v různých podmínkách uskladnění.
- Vyhodnocení trendů výskytu kamyšníků na kontrolních stanovištích
- Ověření účinku vybraných herbicidů na oba plevelné druhy

#### Hypotézy:

- Rostliny kamyšníku jsou schopny jak generativní, tak vegetativní reprodukce v modelových pokusech.
- Generativní orgány jsou schopny na stanovišti přežít po dobu několika let bez významného vlivu vnějších podmínek
- Rostliny kamyšníku širokoplodého (*Bolboschoenus laticarpus*) a kamyšníku polního (*Bolboschoenus planiculmis*) vykazují citlivost vůči běžně používaným herbicidům



## 4. MATERIÁL A METODIKA

Experimentální práce probíhala v areálu Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze - Ruzyni (VÚRV). Jednalo se o nádobové pokusy, které byly umístěny na pokusné ploše oddělení Herbologie a vystaveny venkovním podmínkám. Nádobové pokusy byly umístěny ve vegetační zahradě. Nádoby byly umístěny na vyrovnané šterkové ploše, každá nádoba byla umístěna na misce, aby nádoby nevysychaly. Vegetační zahrada je oplocena, aby byly pěstované rostliny ochráněny před zajíci. Vyhodnocovány byly výsledky sledování výskytu plevelů z kontrolních stanovišť.

Výzkumný ústav leží 338 m.n.m. (50°05.165' N, 14°17.901' E) s průměrnou roční teplotou 8,2°C a průměrným úhrnem srážek 477,4 mm (meteorologická stanice Praha Ruzyně).

### **Pro pokusy byly vybrány následující vytrvalé druhy:**

kamyšník polní - *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) Egorov (čeleď Cyperaceae),

kamyšník vrcholičnatý - *Bolboschoenus laticarpus* Marhold, Hroudová, Ducháček & Zákřavský (čeleď Cyperaceae),

Uvedené plevelné druhy byly vybrány vzhledem k jejich mimořádnému hospodářskému významu. Kamyšník polní a kamyšník širokoplodý rychle expanduje na ornou půdu v některých oblastech a začíná být velkým problémem. Rostliny se rozmnožují jak generativně, tak i vegetativně. V polních podmínkách převládá vegetativní způsob rozmnožování, a proto bylo hlavním cílem poznat dynamiku vegetativního rozmnožování v průběhu vegetačního období. V polních podmínkách lze vegetativní reprodukci velmi těžko pozorovat, proto byl zvolen postup přesného sledování v modelových nádobových pokusech.

Opravný list

#### 4. MATERIÁL A METODIKA

Experimentální práce probíhala v areálu Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze - Ruzyni (VÚRV). Jednalo se o nádobové pokusy, které byly umístěny na pokusné ploše oddělení Herbologie a vystaveny venkovním podmínkám. Nádobové pokusy byly umístěny ve vegetační zahradě. Nádoby byly umístěny na vyrovnané štěrkové ploše, každá nádoba byla umístěna na misce, aby nádoby nevysychaly. Vegetační zahrada je oplocena, aby byly pěstované rostliny ochráněny před zajíci. Vyhodnocovány byly výsledky sledování výskytu plevelů z kontrolních stanovišť.

Výzkumný ústav leží 338 m.n.m. (50°05.165' N, 14°17.901' E) s průměrnou roční teplotou 8,2°C a průměrným úhrnem srážek 477,4 mm (meteorologická stanice Praha Ruzyně).

**Pro pokusy byly vybrány následující vytrvalé druhy:**

kamyšník polní - *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) Egorov (čeleď Cyperaceae),

kamyšník širokoplodý - *Bolboschoenus laticarpus* Marhold, Hroudová, Ducháček & Zákravský (čeleď Cyperaceae),

Uvedené plevelné druhy byly vybrány vzhledem k jejich mimořádnému hospodářskému významu. Kamyšník polní a kamyšník širokoplodý rychle expanduje na ornou půdu v některých oblastech a začíná být velkým problémem. Rostliny se rozmnožují jak generativně, tak i vegetativně. V polních podmínkách převládá vegetativní způsob rozmnožování, a proto bylo hlavním cílem poznat dynamiku vegetativního rozmnožování v průběhu vegetačního období. V polních podmínkách lze vegetativní reprodukci velmi těžko pozorovat, proto byl zvolen postup přesného sledování v modelových nádobových pokusech.

Ve skleníkových a nádobových pokusech byla v závislosti na rozdílných agroekologických faktorech sledována klíčivost, vzcházivost dále produkce oddenků a hlízek kamyšníků a jejich schopnost regenerace v závislosti na vnějších podmínkách. Stanovení biologických vlastností uvedených plevelných druhů bude využito při vypracování postupů jejich regulace na zemědělské půdě.

Vybrané plevelné rostliny pocházely z různých lokalit:

*Bolboschoenus planiculmis* – byl odebrán z pole v Čejči (okres Hodonín) dne 11.7.2000,

*Bolboschoenus laticarpus* – byl odebrán z pole, z lokality Staré Hradiště (Pardubice) dne 25.7.1992.

Rostliny jsou udržovány ve sbírkové kolekci. Ve sbírce jsou uvedené druhy pěstovány v 10 nádobách. Rostliny jsou pravidelně každý rok přesazovány tak, aby nedošlo k riziku odumření rostlin. Rostliny jsou pěstovány ve stejném substrátu, v jakém jsou prováděny pokusy. Z kolekce jsou odebírány hlízky i rostliny pro pokusy.

Semena byla odebrána v roce 2008 z rostlin rostoucích ve VÚRV:

Na základě zkušeností z předcházejících pokusů a informací od Dr. Hroudové bylo zvoleno uchování nažek kamyšníků ve vodě při nízké teplotě. Žádné jiné uchovávání semen (uchování v suchu, v laboratorní teplotě v lednici a v mrazničce) nezajistilo vyrovnanou klíčivost a vzcházivost.

*Bolboschoenus planiculmis* a *B. laticarpus* – semena přezimovala v ledničce při 4 °C a byla uložena ve skleněné nádobě ve vodě.

Pro pokusy byly vybrány nádoby o průměru 35 cm a výšce 40 cm. Týden před začátkem pokusu byly nádoby vyplněny směsí složenou z hnědozemě

(odebrané ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. z pole), písku a rašelinného substrátu v poměru 1:1:1. Tento typ substrátu je používán pro biologické pokusy na našem pracovišti již několik desítek let (MIKULKA 1982, MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2003, MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2004a) a jeví se pro tyto pokusy velmi vhodným, zvláště z pohledu růstu rostlin a hodnocení kořenového systému. Rašelinný substrát s obchodním názvem Profesionál (firma Agro CS a.s. Česká Skalice) obsahuje bílou rašelinu, kůrový humus a jíl. Chemické vlastnosti substrátu: pH 5,5–6,5; N 200–250 mg/l; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200–250 mg/l; K<sub>2</sub>O 300–400 mg/l. Zvolený substrát zajistil propustnost, vododržnost a byl po celou dobu sypký a nesléval se. Pro pokusy tohoto typu je nutná neslévavost substrátu, aby bylo možné při rozebírání kořenového systému bez problému kořeny, oddenky a hlízky bez poškození a potrhání vyjmout a především dokonale očistit.

Do každé nádoby byla vysazena jedna rostlina. Při hodnocení byla rostlina vyjmuta z nádoby, vyplavena vodou, na vzduchu osušena a poté byly hodnoceny jednotlivé parametry. Sledovala se hmotnost nadzemní a podzemní biomasy rostlin, délka oddenků, počet hlízek (dormantních, aktivních), počet nadzemních výhonů.

#### **4.1 Klíčivost a vzcházivost nažek**

V laboratorních podmínkách /klimaboxy/ byla sledována klíčivost nažek za různých vlhkostí substrátu. Klíčivost byla sledována při teplotě 20°C ve dne a 16°C v noci ve třech režimech vlhkosti; 20% vlhkostní kapacita, 80% vlhkostní kapacita a 100 % kapacita. Doba osvětlení byla následující 16 h světlo a 8 tma, aby byly navoleny podmínky počátku léta. Klíčivost byla sledována pouze u *B. laticarpus*, protože nažky *B. planiculnis* vykazovaly minimální klíčivost. Klíčivost byla stanovena v Drigalskiho miskách, nažky byly vysévány do hloubky 5 mm, v každé misce bylo 50 nažek ve čtyřech opakováních.

V laboratorních podmínkách byla sledována vzcházivost generativních diaspor u obou plevelných druhů *B. laticarpus* a *B. planiculmis* z různých hloubek. Vzcházivost byla sledována v Drigalskiho miskách a to z hloubky 1 cm, 2,0 cm, 3,0 cm, 4,0 cm, 5,0 cm. V každé misce bylo 50 nažek ve čtyřech opakováních.

#### Popis zakládání pokusu:

Klíčivost byla sledována v již v uvedených kapacitách vlhkosti. Hodnocení klíčivosti *B. laticarpus* bylo prováděno v pravidelných intervalech.



#### Hodnocení klíčivosti

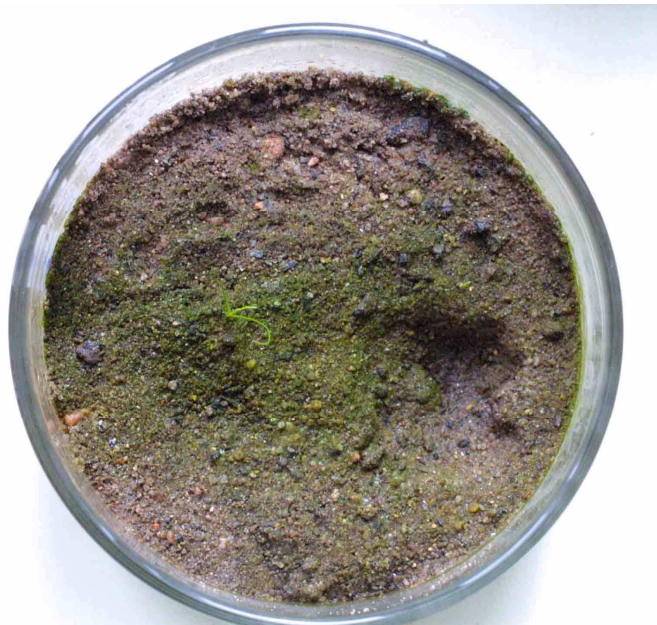
U vzcházivosti z různých hloubek byly Drigalskiho misky naplněny substrátem ze směsi složené z hnědozemě (odebrané ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. z pole), písku a rašelinného substrátu v poměru 1:1:1. Tento typ substrátu je používán pro biologické pokusy na našem pracovišti již několik desítek let (MIKULKA 1982, MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2003, MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2004a) a jeví se pro tyto pokusy velmi vhodným, zvláště z pohledu růstu rostlin a hodnocení kořenového systému. Rašelinný substrát s obchodním

## Opravný list:

V laboratorních podmínkách byla sledována vzcházivost generativních diaspor u obou plevelných druhů *B. laticarpus* a *B. planiculmis* z různých hloubek. Vzcházivost byla sledována v Drigalskiho miskách a to z hloubky 1cm, 2,0 cm, 3,0 cm, 4,0 cm, 5,0 cm. V každé misce bylo 50 nažek ve čtyřech opakováních.

## Popis zakládání pokusu:

Klíčivost byla sledována v již v uvedených kapacitách vlhkosti (obr. 6). Hodnocení klíčivosti *B. laticarpus* bylo prováděno v pravidelných intervalech od 24.4. 2009 po třech dnech, čtyři termíny.

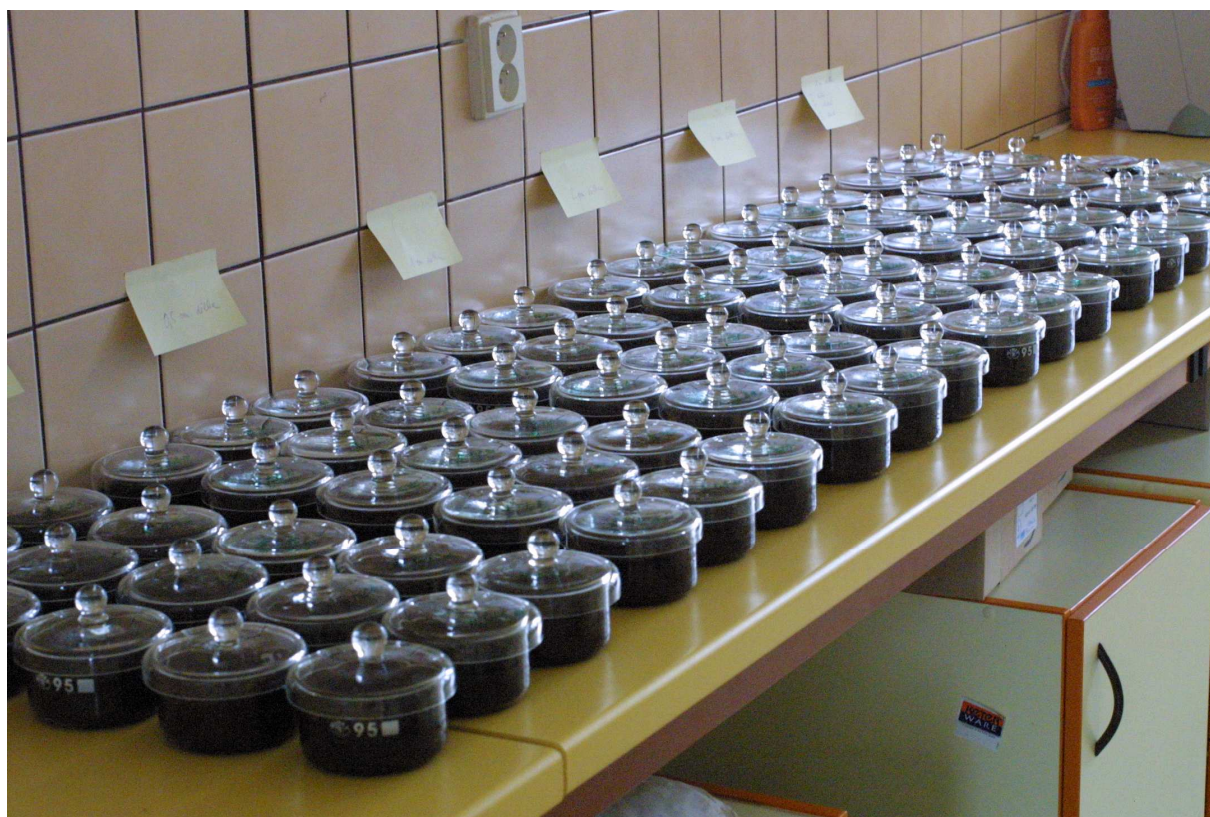


Obr. 6 - Hodnocení klíčivosti (Mikulka 2009)

U vzcházivosti z různých hloubek byly Drigalskiho misky naplněny substrátem ze směsi složené z hnědozemě (odebrané ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. z pole), písku a rašelinného substrátu v poměru 1:1:1. Tento typ substrátu je používán pro biologické pokusy na našem pracovišti již několik desítek let (MIKULKA 1982, MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2003, MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2004a) a jeví se pro tyto pokusy velmi vhodným, zvláště z pohledu růstu rostlin a hodnocení kořenového systému. Rašelinný substrát s obchodním



názvem Profesionál (firma Agro CS a.s. Česká Skalice) obsahuje bílou rašelinu, kůrový humus a jíl. Chemické vlastnosti substrátu: pH 5,5–6,5; N 200–250 mg/l; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200–250 mg/l; K<sub>2</sub>O 300–400 mg/l. Do každé Drigalskiho misky byly vloženy rovnoměrně, aby se navzájem nedotýkaly nažky kamyšníků. Následně byly nažky zasypány rovnoměrně substrátem a povrch byl urovnán a mírně utužen, aby hloubka uložení nažek byla rovnoměrná. Substrát byl rovnoměrně zalit a misky byly zakryty víčkem, aby nedocházelo k odpařování vody. V pravidelných intervalech bylo prováděno hodnocení vzešlých rostlin.



Nažky uložené v Drigalskiho miskách

#### **4.2. Stanovení produkce z vegetativních diaspor (hlízky)**

V nádobových pokusech byla sledována tvorba kořenového systému a oddenků (délka, hmotnost). Sledována byla rychlost tvorby vegetativních diaspor (hlízky) v půdě. Hodnocena byla dynamika tvorby kořenového systému a hlízek

## Opravný list:

názvem Profesionál (firma Agro CS a.s. Česká Skalice) obsahuje bílou rašelinu, kůrový humus a jíl. Chemické vlastnosti substrátu: pH 5,5–6,5; N 200–250 mg/l; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200–250 mg/l; K<sub>2</sub>O 300–400 mg/l. Do každé Drigalskiho misky byly vloženy rovnoměrně, aby se navzájem nedotýkaly nažky kamyšníků. Následně byly nažky zasypány rovnoměrně substrátem a povrch byl urovnán a mírně utužen, aby hloubka uložení nažek byla rovnoměrná. Substrát byl rovnoměrně zalit a misky byly zakryty víčkem, aby nedocházelo k odpařování vody (obr. 7). V pravidelných intervalech od 5.5. 2009 po třech dnech ve čtyřech termínech bylo prováděno hodnocení vzešlých rostlin.



Obr. 7 - Nažky uložené v Drigalskiho miskách (Mikulka 2009)

## 4.2. Stanovení produkce z vegetativních diaspor (hlízky)

V nádobových pokusech byla sledována tvorba kořenového systému a oddenků (délka, hmotnost). Sledována byla rychlost tvorby vegetativních diaspor (hlízky) v půdě. Hodnocena byla dynamika tvorby kořenového systému a hlízek



v průběhu vegetační sezóny. Experimentální práce probíhaly v letech 2009 a 2010 na pracovišti VÚRV, v.v.i. v pokusné zahradě oddělení Herbologie. Použity byly nádoby (kontejnery) o průměru 35 cm a hloubce 40 cm. Nádoby byly naplněny substrátem. Do každé nádoby byla vždy na počátku vegetace /konec března/ vysazena hlízka. Rostliny byly vystaveny povětrnostním podmínkám a pravidelně byly zalévány tak, aby substrát byl stále vlhký a aby rostliny netrpěly stresem sucha. V pravidelných termínech (viz. Grafy) bylo vždy od každého druhu kamyšníků odebráno pět kontejnerů. Ve stanovených termínech byly nádoby vyklopeny, kořenový systém byl proudem vody na sítěch dokonale vyplaven. Vyplavování se provádělo mírným proudem, aby nedošlo k poškození kořenového systému. Větší nečistoty se odstraňovaly ručně pinzetou. Hodnoceny byly nadzemní výhony, délka oddenků, počet hlízek. V roce 2009 byl hodnocen i počet dormantních (hlízky tmavé) a vegetujících hlízek (hlízky světlé).



Rozbor rostlin při hodnocení



## Opravný list:

v průběhu vegetační sezóny. Experimentální práce probíhaly v letech 2009 a 2010 na pracovišti VÚRV, v.v.i. v pokusné zahradě oddělení Herbologie. Použity byly nádoby (kontejnery) o průměru 35 cm a hloubce 40 cm. Nádoby byly naplněny substrátem. Do každé nádoby byla vždy na počátku vegetace /1.4.2009/ vysazena hlízka. Rostliny byly vystaveny povětrnostním podmínkám a pravidelně byly zalévány tak, aby substrát byl stále vlhký a aby rostliny netrpěly stresem sucha. V pravidelných termínech (viz. Grafy) bylo vždy od každého druhu kamyšníků odebráno pět kontejnerů. Ve stanovených termínech byly nádoby vyklopeny, kořenový systém byl proudem vody na sítěch dokonale vyplaven. Vyplavování se provádělo mírným proudem, aby nedošlo k poškození kořenového systému. Větší nečistoty se odstraňovaly ručně pinzetou. Hodnoceny byly nadzemní výhony, délka oddenků, počet hlízek (obr. 8). V roce 2009 byl hodnocen i počet dormantních (hlízky tmavé) a vegetujících hlízek (hlízky světlé).



Obr. 8 - Rozbor rostlin při hodnocení (Mikulka 2009)

### Popis zakládání nádobových pokusu:

Pro pokusy byly používány nádoby (viz. obr.) o průměru 35 cm a hloubce 40 cm. Nádoby byly naplněny substrátem deset cm pod okraj. Nádoby byly zalévány vodou, aby došlo k ulehnutí substrátu. Po deseti dnech byly vysazeny hlízky kamyšníků do nádob a zasypány substrátem. Nádoby byly pravidelně zalévány vodou tak, aby nedošlo k vyschnutí nádob.

Po výsadbě v pětidenních intervalech jsme nádoby přemísťovali (měnili jejich rozmístění). Důvodem byla minimalizace vlivu vnějších faktorů na rostliny. Hodnocení bylo prováděno v již uvedených termínech.

Podrobný popis vyplavování. Nádoby byly opatrně vyklopeny a mechanicky byl odstraňován substrát. Poté byly rostliny přemístěny na vyplavovací síta a mírným proudem byl kořenový systém opatrně proplavován. Po vyplavení byly rostliny částečně osušeny a přeneseny do laboratoře. V laboratoři byla změřena délka oddenků a počet hlízek.

## Opravný list:

### Popis zakládání nádobových pokusu:

Pro pokusy byly používány nádoby (viz. obr. 10) o průměru 35 cm a hloubce 40 cm. Nádoby byly naplněny substrátem deset cm pod okraj. Nádoby byly zalévány vodou, aby došlo k ulehnutí substrátu. Po deseti dnech byly vysazeny hlízký kamyšníků do nádob a zasypány substrátem. Nádoby byly pravidelně zalévány vodou tak, aby nedošlo k vyschnutí nádob.

Po výsadbě v pětidenních intervalech jsme nádoby přemísťovali (měnili jejich rozmístění). Důvodem byla minimalizace vlivu vnějších faktorů na rostliny. Hodnocení bylo prováděno v již uvedených termínech.

Podrobný popis vyplavování. Nádoby byly opatrně vyklopeny a mechanicky byl odstraňován substrát. Poté byly rostliny přemístěny na vyplavovací síta a mírným proudem byl kořenový systém opatrně proplavován (obr. 9). Po vyplavení byly rostliny částečně osušeny a přeneseny do laboratoře. V laboratoři byla změřena délka oddenků a počet hlízek.





Vyplavování kořenového systému kamyšníků na sítěch



Schéma pokusu pro stanovení vegetativní reprodukce



Opravný list:



Obr. 9 - Vyplavování kořenového systému kamyšníků na sítěch (Mikulka 2009)



Obr. 10 - Schéma pokusu pro stanovení vegetativní reprodukce (Mikulka 2009)

### 4.3. Stanovení životnosti hlízek v různých podmínkách uskladnění

Životnost hlízek je velmi důležitým parametrem, který umožňuje šíření těchto plevelů na orné půdě.

V roce 2004 byly ve vegetačních nádobách pěstovány rostliny *B. laticarpus* a *B. planiculmus* s cílem vyprodukovat co největší množství hlízek. V září byly rostliny vyjmuty z nádob, kořenový systém byl vyplaven vodou do čista. Hlízky byly vytríděny, poškozené hlízky byly odstraněny. Hlízky byly vloženy do tenkostěnných plastových kontejnerů o rozměrech 15x15 cm. Do každého kontejneru bylo vloženo 100 hlízek. Hlízky byly v kontejnerech zasypány substrátem. Hlízky byly rovnoměrně rozloženy v substrátu, aby se navzájem nedotýkaly. Životnost je ve skutečných podmínkách ovlivňována celou řadou faktorů (povětrnostní podmínky, vláha, sucho, teploty, mechanické poškození, hloubka uložení v ornici, parazitace škodlivými organizmy aj.).

Z těchto důvodů byly pro stanovení délky životnosti vybrány celkem tři způsoby uložení, které bylo možné po stránce metodické přesně definovat a zajistit pro dlouhodobé sledování.

1. Uložení ve vodou nasyceném substrátu při teplotě +4°C v lednici – po celou dobu byla udržována stejná teplota. Teplota v lednici byla pravidelně sledována. V lednici byl umístěn teploměr. Též byla prováděna kontrola, zda nedošlo k poškození PE sáčky, ve kterých byly kontejnery uloženy.
2. Uložení ve vodou nasyceném substrátu při teplotě -5°C v mrazáku - po celou dobu byla udržována stejná teplota. Teplota v lednici byla pravidelně sledována. V lednici byl umístěn teploměr. Též byla prováděna kontrola, zda nedošlo k poškození PE sáčky, ve kterých byly kontejnery uloženy, aby nedošlo k vysychání.

3. Uložení v suchém substrátu při teplotě +4°C v lednici - po celou dobu byla udržována stejná teplota. Teplota v lednici byla pravidelně sledována. V lednici byl umístěn teploměr.

Pokus byl tedy ve všech režimech nepřetržitě sledován, aby nedošlo k přerušení nastavených parametrů.

V letech 2005 – 2010 vždy koncem dubna bylo od každé varianty a druhu plevelů vzato po 10 kontejnerech od každého druhu. Kontejnery byly umístěny ve skleníku při teplotě 20°C ve dne a v noci 18°C. Sledována byla regenerace hlízek. Nádoby byly pravidelně zalévány tak, aby nedošlo k vyschnutí substrátu, ve kterém byly hlízky uloženy. Hodnoceny byly vzešlé výhony.

#### **4.4. Vyhodnocení trendů výskytu kamyšníků na kontrolních stanovištích**

Vyhodnocení probíhalo v závěrečné fázi na 25 kontrolních stanovištích. Celkem 11 stanovišť zaniklo v průběhu sledování. Z kontrolních stanovišť byly vyloučeny ty, kde se vyskytovaly oba druhy, nebo ta stanoviště, která zanikla vlivem vnějších faktorů (změna majitele pozemku, změna ve vydání půdy aj.) Diagnostika je poměrně jednoduchá v době kvetení. V době hodnocení však nebylo možné pro vysoký výskyt sterilních výhonů provést přesné odpočty. Plochy byly vytipovány v oblastech: Hradec Králové, Pardubice, Doudleby nad Orlicí a Rychnov nad Kněžnou, které jsou v posledních letech ohroženy výskytem těchto plevelných druhů. Kontrolní stanoviště bylo vždy vytyčeno na parcelách 10 x 10 m. Z každého stanoviště byl pravidelně v polovině července proveden odpočet výhonů na pěti čtvercích a rozměrech 1 x 1 m. U kamyšníků byl hodnocen počet nadzemních výhonů. Vybrána byla stanoviště, kde se vyskytoval vždy pouze jeden druh kamyšníků.



## Opravný list:

3. Uložení v suchém substrátu při teplotě +4°C v lednici - po celou dobu byla udržována stejná teplota. Teplota v lednici byla pravidelně sledována. V lednici byl umístěn teploměr.

Pokus byl tedy ve všech režimech nepřetržitě sledován, aby nedošlo k přerušení nastavených parametrů.

V letech 2005 – 2010 vždy koncem dubna bylo od každé varianty a druhu plevelů vzato po 10 kontejnerech od každého druhu. Kontejnery byly umístěny ve skleníku při teplotě 20°C ve dne a v noci 18°C. Sledována byla regenerace hlízek. Nádoby byly pravidelně zalévány tak, aby nedošlo k vyschnutí substrátu, ve kterém byly hlízky uloženy. Hodnoceny byly vzešlé výhony. Podílela jsem se na pokusech v letech 2008 až 2010.

## **4.4. Vyhodnocení trendů výskytu kamyšníků na kontrolních stanovištích**

Vyhodnocení probíhalo v závěrečné fázi na 25 kontrolních stanovištích. Celkem 11 stanovišť zaniklo v průběhu sledování. Z kontrolních stanovišť byly vyloučeny ty, kde se vyskytovaly oba druhy, nebo ta stanoviště, která zanikla vlivem vnějších faktorů (změna majitele pozemku, změna ve vydání půdy aj.) Diagnostika je poměrně jednoduchá v době kvetení. V době hodnocení však nebylo možné pro vysoký výskyt sterilních výhonů provést přesné odpočty. Plochy byly vytipovány v oblastech: Hradec Králové, Pardubice, Doudleby nad Orlicí a Rychnov nad Kněžnou, které jsou v posledních letech ohroženy výskytem těchto plevelných druhů. Kontrolní stanoviště bylo vždy vytyčeno na parcelách 10 x 10 m. Z každého stanoviště byl pravidelně v polovině července proveden odpočet výhonů na pěti čtvercích a rozměrech 1 x 1 m. U kamyšníků byl hodnocen počet nadzemních výhonů. Vybrána byla stanoviště, kde se vyskytoval vždy pouze jeden druh kamyšníků. Hodnocení probíhala v letech 1999-2008. Podílela jsem se na hodnocení v roce 2008.

### Popis hodnocení:

Pro hodnocení se používá skládací klasická metrovka zhotovená z hliníku. Při procházení hodnoceného pole jsou vybrány sledované parcelky o rozměrech 1 x 1 m, které jsou v pokrajích vytyčeny kolíky, které jsou zatlučeny do země cca 30 cm, aby nemohlo dojít k jejich odstranění. Parcelky jsou zaměřeny pomocí GPS a zaznamenány souřadnice. V pravidelných intervalech byl sledován počet lodyh sledovaného plevele.

#### **4.5. Sledování účinnosti herbicidů na *Bolboschoenus laticarpus* a *Bolboschoenus planiculmis***

Oba plevelné druhy jsou vysoce tolerantní vůči běžně používaným herbicidům. To samozřejmě umožňuje jejich poměrně rychlé šíření na orné půdě. Pro experimentální práci byly vybrány herbicidy, které na základě zkušeností z předcházejících pozorování vykazovaly alespoň částečný účinek, a které by bylo možné po potvrzení účinnosti využít v systémech integrované regulace plevelů na orné půdě.

Účinnost herbicidů byla sledována u plevelů *Bolboschoenus laticarpus* a *Bolboschoenus planiculmis*. Do každé nádoby byla zasazena jedna hlízka 29.4.2008. Každá varianta měla pět opakování. Nádoby byly vystaveny venkovním podmínkám a přezimovaly v nevytápěném skleníku. Nádoby byly zalévány tak, aby substrát nevyschl. Na jaře 2009 byly nádoby přeneseny opět do venkovních prostor. Z mnoha zasazených nádob byly v den pokusu vybrány takové, ve kterých bylo 20–25 cm nadzemních výhonů přibližně stejně dlouhých.

Herbicidy byly aplikovány laboratorním postřikovačem v dávce vody v přepočtu 150 l/ha. Každá varianta měla čtyři opakování. Celkem byla provedena tři hodnocení. Hodnocení pokusu probíhalo v termínech: 25.7.2009, 25.8.2009 a 14.4.2010.

### Popis zakládání nádobových pokusů:

Pro pokusy byly používány nádoby (viz. obr.) o průměru 35 cm a hloubce 40 cm. Nádoby byly naplněny substrátem deset cm pod okraj. Nádoby byly zalévány vodou, aby došlo k ulehnutí substrátu. Po deseti dnech byly vysazeny hlízky kamyšníků do nádob a zasypány substrátem. Nádoby byly pravidelně zalévány vodou tak, aby nedošlo k vyschnutí nádob. Zálivka probíhala až do konce vegetace. Cílem bylo, aby rostliny kamyšníků do konce vegetaci dokonale prokořenily a vytvořily dostatečné množství hlízek.

V následujícím roce byl postup ošetřování rostlin v nádobách stejný až do aplikace herbicidů.

Herbicidy byly použity v dávkách uvedených v tabulce. Příprava postřiku probíhala v herbologie laboratoři. Automatickou pipetou byl daný herbicid aplikován do přesně kalibrované Erlenmayerovi baňky a nádobka byla následně doplněna 50 ml vody. Herbicid byl aplikován na vegetační nádoby laboratorním postřikovačem ve skleníku, aby nedošlo ke zkreslení aplikace vlivem větru. Aplikace byla provedena při výšce rostlin 15 – 20 cm (viz. obr.) Po oschnutí, po dvou hodinách byly nádoby opět umístěny do vegetační ohrady. Zálivka následovala až příští den, aby nedošlo ke splavení herbicidů z listů rostlin. V pětidenních intervalech jsme nádoby přemísťovali (měnili jejich rozmístění). Důvodem byla minimalizace vlivu vnějších faktorů na rostliny. Hodnocení bylo prováděno v již uvedených termínech.

## Opravný list:

### Popis zakládání nádobových pokusů:

Pro pokusy byly používány nádoby (viz. obr.) o průměru 35 cm a hloubce 40 cm. Nádoby byly naplněny substrátem deset cm pod okraj. Nádoby byly zalévány vodou, aby došlo k ulehnutí substrátu. Po deseti dnech byly vysazeny hlízky kamyšníků do nádob a zasypány substrátem. Nádoby byly pravidelně zalévány vodou tak, aby nedošlo k vyschnutí nádob. Zálivka probíhala až do konce vegetace. Cílem bylo, aby rostliny kamyšníků do konce vegetaci dokonale prokořenily a vytvořily dostatečné množství hlízek.

V následujícím roce byl postup ošetřování rostlin v nádobách stejný až do aplikace herbicidů.

Herbicide byly použity v dávkách uvedených v tabulce. Příprava postřiku probíhala v herbologie laboratoři. Automatickou pipetou byl daný herbicid aplikován do přesně kalibrované Erlenmayerovi baňky a nádobka byla následně doplněna 50 ml vody. Herbicid byl aplikován na vegetační nádoby laboratorním postřikovačem ve skleníku, aby nedošlo ke zkreslení aplikace vlivem větru. Aplikace byla provedena při výšce rostlin 15 – 20 cm (viz. obr. 11). Po oschnutí, po dvou hodinách byly nádoby opět umístěny do vegetační ohrady. Zálivka následovala až příští den, aby nedošlo ke splavení herbicidů z listů rostlin. V pětidenních intervalech jsme nádoby přemísťovali (měnili jejich rozmístění). Důvodem byla minimalizace vlivu vnějších faktorů na rostliny. Hodnocení bylo prováděno v již uvedených termínech.



Růstová fáze kamyšníků při aplikaci herbicidů

26. 5. 2009 byly aplikovány herbicidní látky v uvedených dávkách:

<b>Herbicid</b>	<b>účinná látka</b>	<b>aplikovaná dávka</b>
Fusilade Forte	fluazyfop-P-butyl	2,0 l /ha
Agil 100 EC	propaquizalop	1,5 l/ha
Targa Super 5 EC	quizalofop-P-ethyl	2,5 l/ha
Pantera 40 EC	quizalofop-P-tefuryl	2,5 l/ha
Dominátor	glyphosate	3,0 l/ha
Dominátor	glyphosate	6,0 l/ha
Roundup Rapid	glyphosate	3,0 l/ha
Roundup Rapid	glyphosate	6,0 l/ha
Milagro	nicosulfuron	1,5 l/ha



Opravný list:



Obr. 11 - Růstová fáze kamyšníků při aplikaci herbicidů (Mikulka 2009)

26. 5. 2009 byly aplikovány herbicidní látky v uvedených dávkách:

<b>Herbicid</b>	<b>účinná látka</b>	<b>aplikovaná dávka</b>
Fusilade Forte	fluazyfop-P-butyl	2,0 l/ha
Agil 100 EC	propaquizalop	1,5 l/ha
Targa Super 5 EC	quizalofop-P-ethyl	2,5 l/ha
Pantera 40 EC	quizalofop-P-tefuryl	2,5 l/ha
Dominátor	glyphosate	3,0 l/ha
Dominátor	glyphosate	6,0 l/ha
Roundup Rapid	glyphosate	3,0 l/ha
Roundup Rapid	glyphosate	6,0 l/ha
Milagro	nicosulfuron	1,5 l/ha

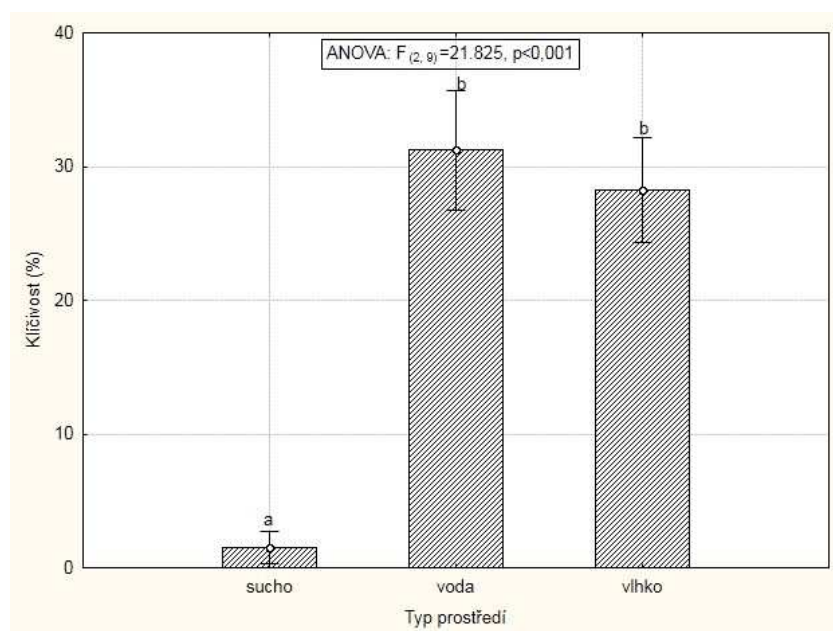
## Statistické vyhodnocení

Zpracování dat proběhlo v programu S – plus, grafické znázornění bylo zhotoveno v programu Statistica verze 9. K testování rozdílnosti faktorů a dvou plevelů *B. laticarpus* a *B. planiculmis* byla použita metoda jednoduché analýzy variance – ANOVA. Hladina významnosti byla stanovena  $p < 0,05$ . Při zjištěné statistické významnosti rozdílů byl dále použit Tukey *post-hoc* test mnohonásobného porovnání.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Klíčivost a vzcházivost nažek

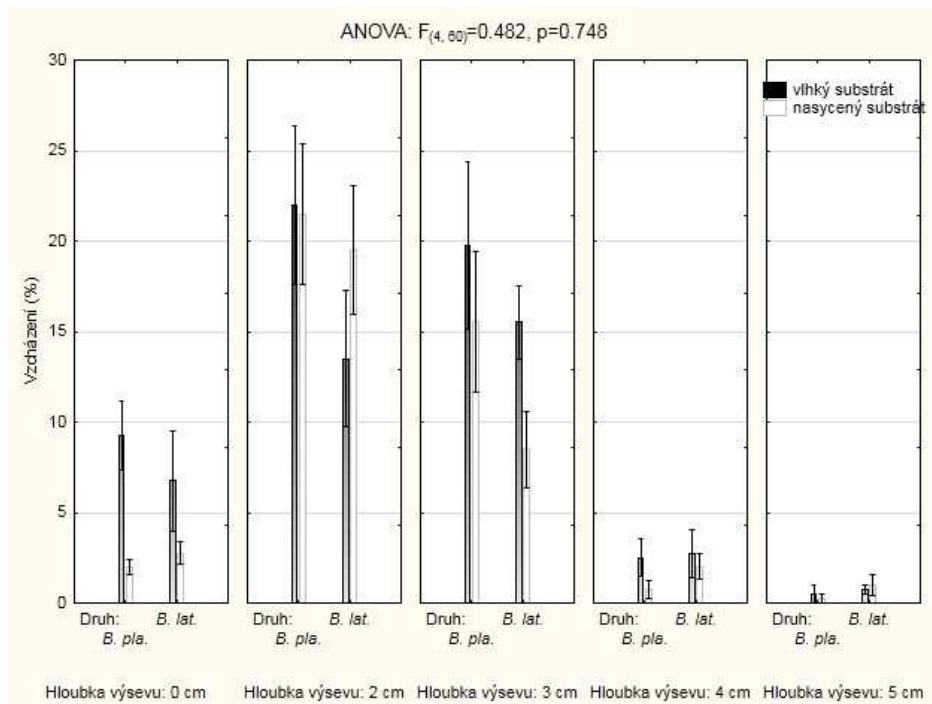
Klíčivost byla sledována pouze u *B. laticarpus*. Nažky byly schopny vzcházet již při 20 % vodní kapacitě půdního substrátu. Při 80% kapacitě byla klíčivost kolem 28 %. Nažky byly schopny klíčit i při 100% nasycení, kdy byla zjištěna klíčivost 32%. (Graf. 1)



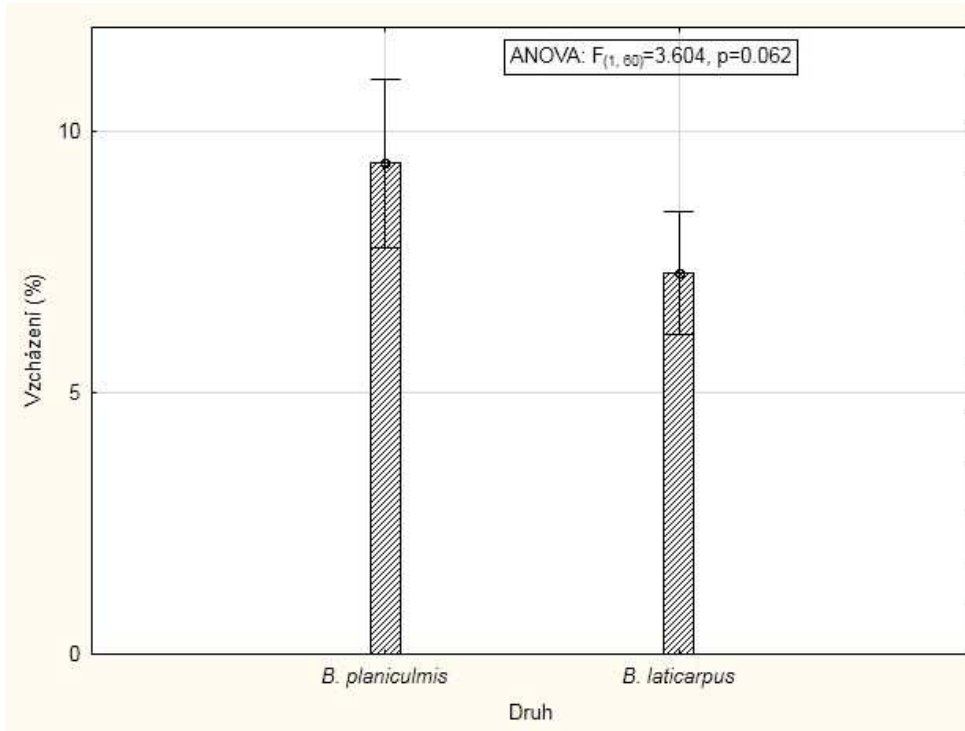
Graf 1: Klíčivost *B. laticarpus* v rozdílných vlhkostních podmínkách

V laboratorních pokusech byly zjištěny rozdíly ve vzcházení *B. laticarpus* a *B. planiculmis* v závislosti na hloubce uložení nažek v substrátu a nasycenosti vodou. Nejvyšší vzcházivost byla u obou druhů kamyšníků z hloubky 2 a 3 cm. Oba druhy byly schopny vzcházet ještě z kloubky 4 a 5 cm. Z hloubky 5 cm byla vzcházivost minimální. Nažky byly schopny vzcházet i z povrchu substrátu. Celkově vykázal *B. planiculmis* vyšší vzcházivost ve hloubkách 1 – 3 cm i v obou variantách nasycenosti substrátu vodou než *B. laticarpus*. V hloubkách 4 a 5 cm vykázal *B. laticarpus* vyšší vzcházivost, ovšem statisticky nevýznamnou. (Graf 2).

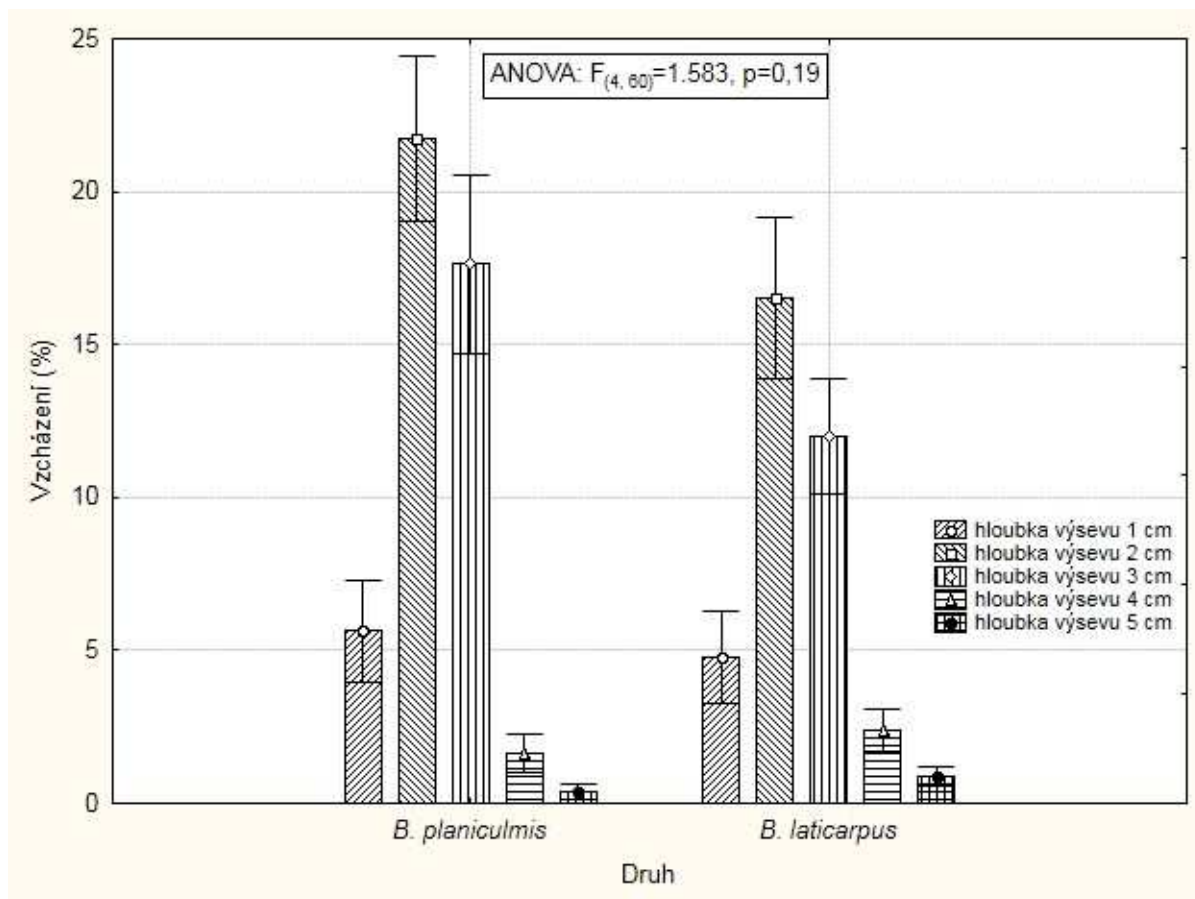




Graf 2: Vliv hloubky uložení nažek a nasycení vodou substrátu



Graf 3: Porovnání vzcházivosti obou druhů kamyšníků bez ohledu na hloubku setí a vodní režim.



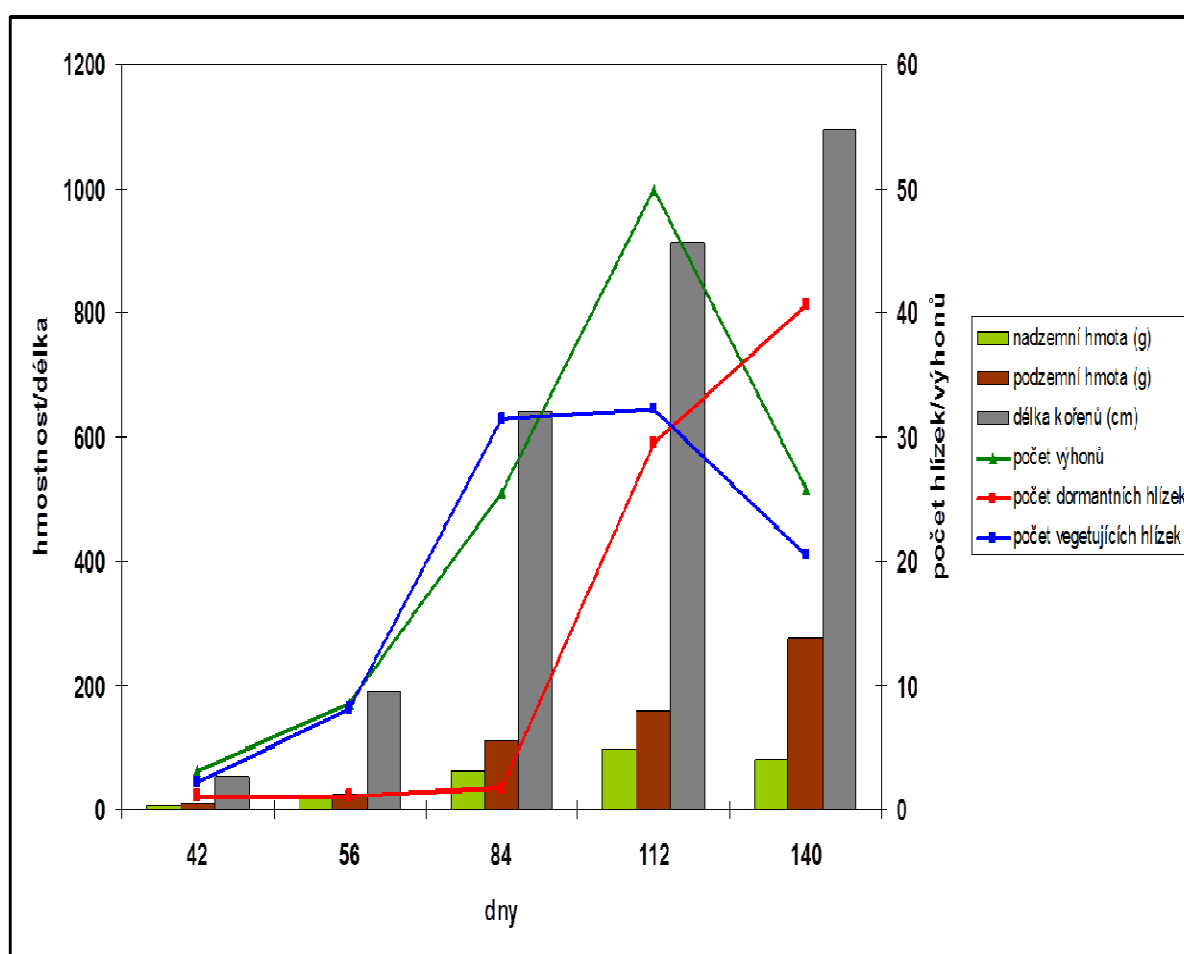
Graf 4: Porovnání vzcházivosti kamyšníků v závislosti na hloubce bez vlivu vodního režimu

Celkově oba druhy vykazovaly podobné vlastnosti. Významné je zjištění, že tyto druhy plevelů jsou schopny vzcházet i z větších hloubek (4 – 5 cm). Nejlépe oba druhy vcházely z hloubky 2 cm. (Grafy 3 a 4). Zajímavé je zjištění, že při 100% nasyceném substrátu byla vzcházivost nižší, přestože se jedná o vlhkomilné rostliny schopné růst submersně.

## 5.2. Stanovení produkce z vegetativních diaspor (hlízký)

V roce 2009 byla v nádobových pokusech sledována nadzemní a podzemní hmotnost biomasy obou kamyšníků, délka oddenků, počet výhonů, počet dormantních hlízek (tmavé hlízký) a počet vegetujících hlízek (světlé hlízký). U *B. laticarpus* byl nárůst nadzemní hmoty postupný a dosáhl maxima při čtvrtém hodnocení 112 dní po založení pokusu. K poklesu tvorby nadzemní hmoty došlo

při závěrečném hodnocení, kdy rostliny ukončovaly vegetaci. Naproti tomu hmotnost podzemní biomasy vzrůstala do ukončení pokusu. Délka oddenků (kořenů) rovnoměrně stoupala po celou dobu vegetace a dosáhla maxima 1 099 cm. Přírůstky vegetujících hlízek byly nejvyšší při třetím hodnocení (84 dnů). Po 112 dnech počet vegetujících hlízek postupně klesal. Významný přírůstek dormancích hlízek byl zaznamenán po třetím hodnocení (84 dnů), kdy byl maximální počet zaznamenán při posledním hodnocení. (Graf 5).

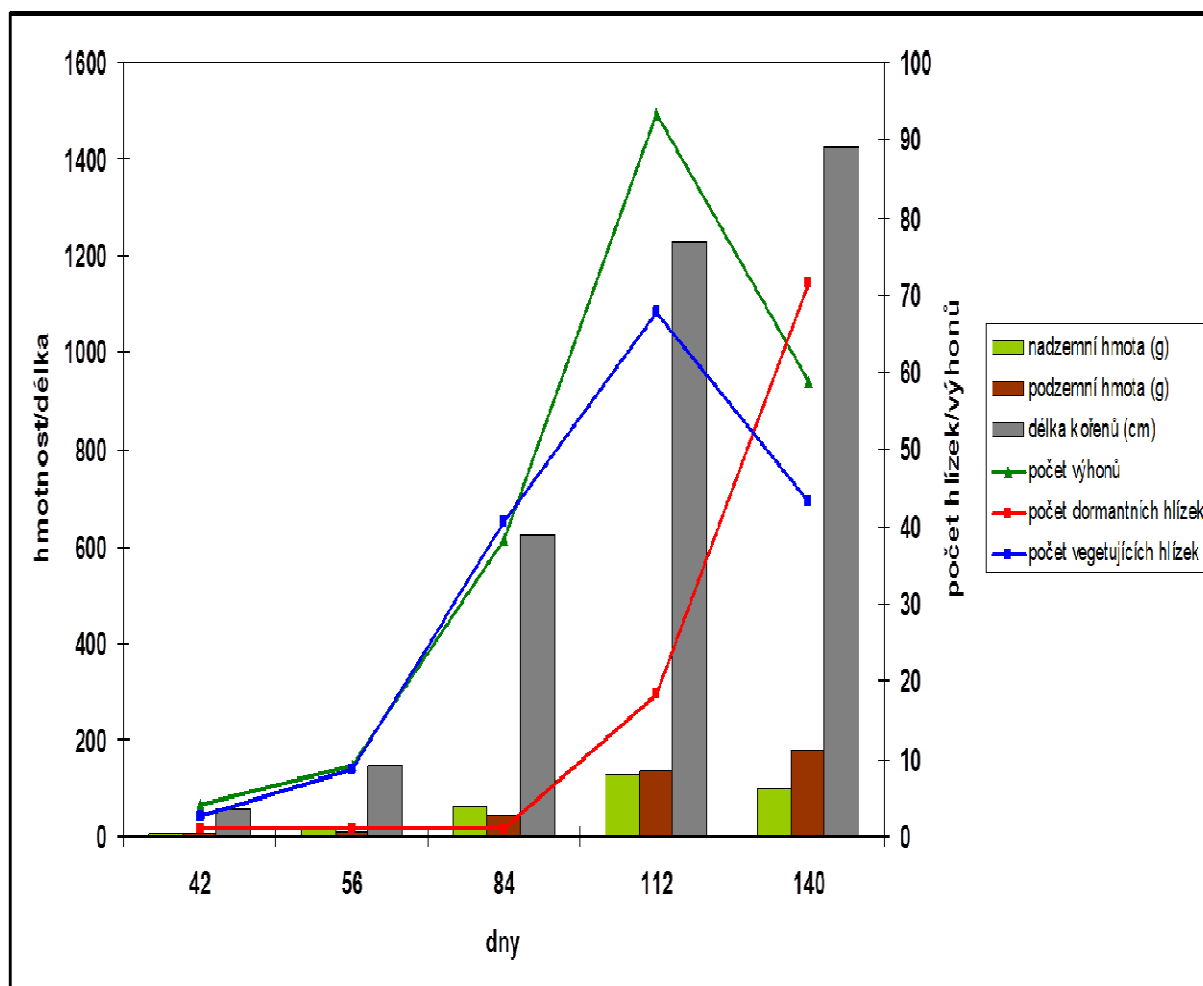


Graf 5: Stanovení produkčních parametrů u *B. laticarpus* v roce 2009

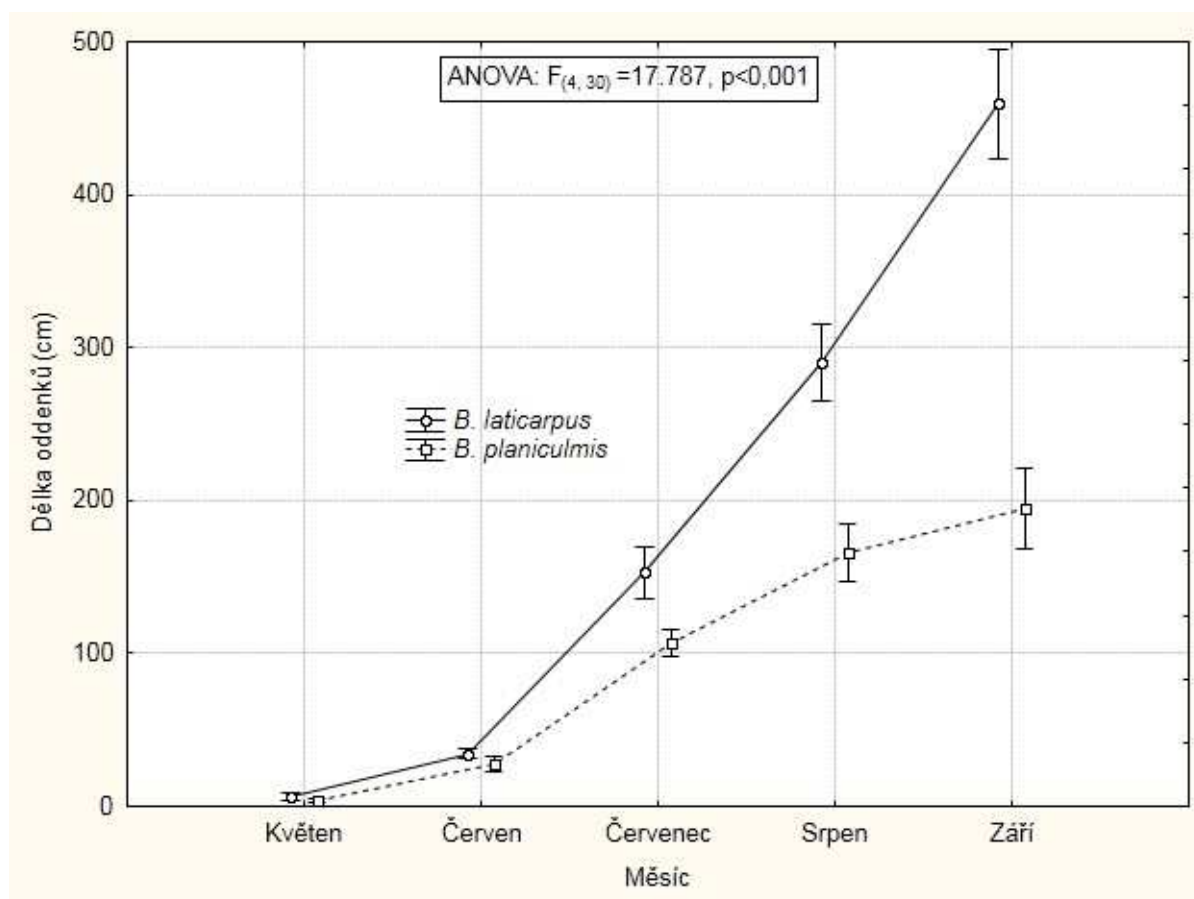
U *B. planiculmis* byly zaznamenány podobné trendy jaku u *B. laticarpus* ve všech sledovaných parametrech. *B. planiculmis* vytváří menší rostliny a drobnější hlízky. Celkový počet hlízek byl vyšší ve stejných podmínkách než u *B. laticarpus*.

Též dosažená délka oddenků byla vyšší. Projevil stejný trend v závěru vegetace, pokles vegetujících hlízek ve prospěch hlízek dormantních. (Graf 6).

V roce 2010 byl sledován u obou plevelů *B. laticarpus* a *B. planiculmis* počet výhonů, délka oddenků a počet hlízek dohromady (hlízky dormantní a vegetující). Celkem byl pokus hodnocen v pěti termínech vždy v polovině kalendářního měsíce (květen, červen, červenec, srpen a září). U *B. laticarpus* od druhého hodnocení byl zaznamenán vysoký nárůst délky oddenků až do konce vegetace, kdy jedna rostlina vytvořila téměř 465 cm dlouhé oddenky. Naproti tomu u rostlin *B. planiculmis* byl přírůstek délky oddenků pozvolnější a celková délka byla ve srovnání *B. laticarpus* méně jak poloviční. (Graf 7).



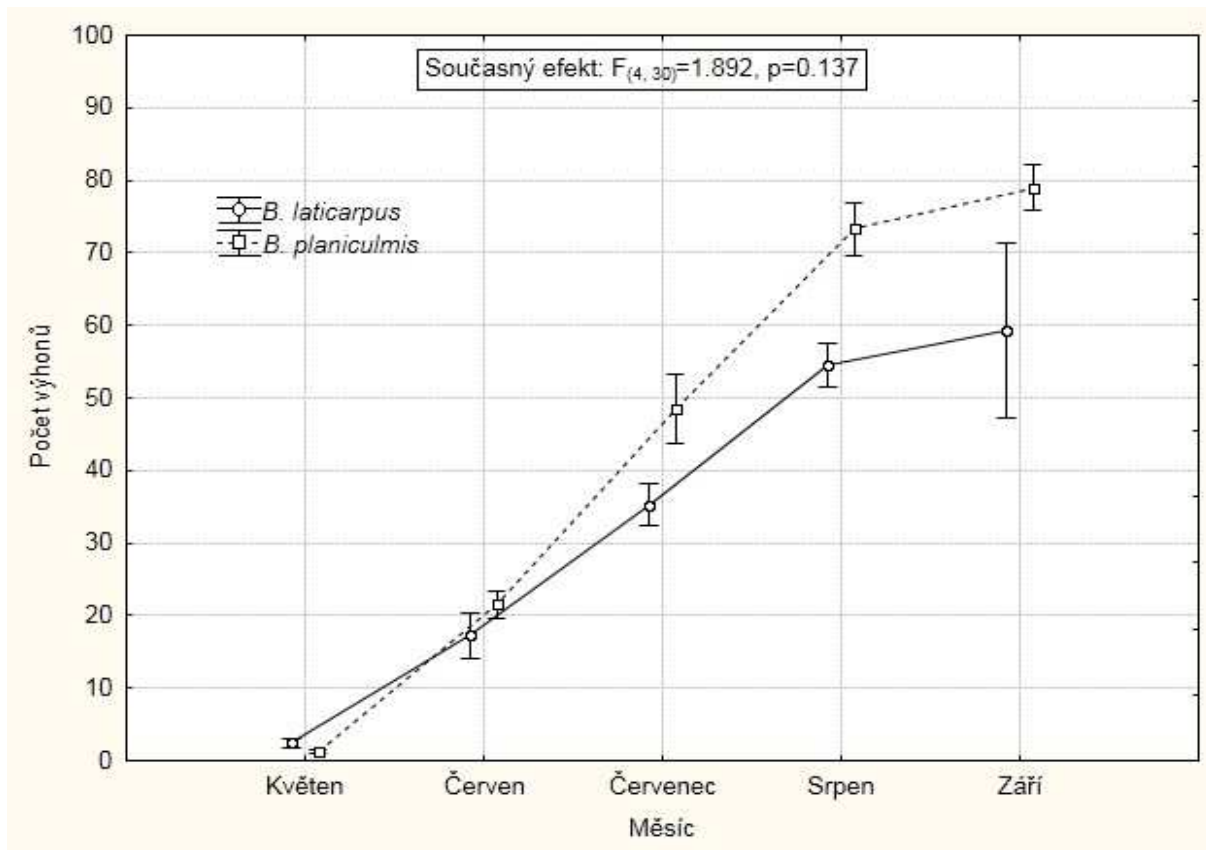
Graf 6: Stanovení produkčních parametrů u *B. planiculmis* v roce 2009



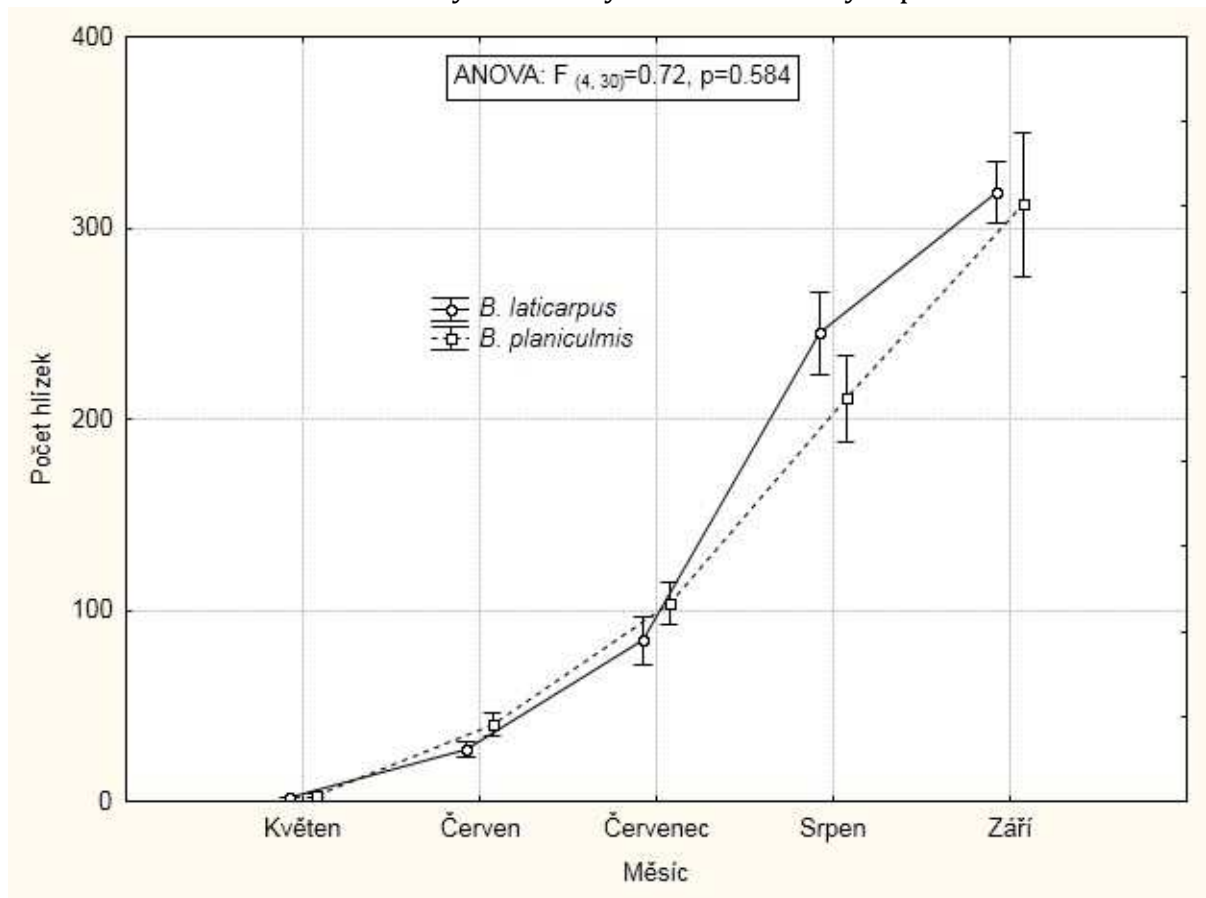
Graf 7: Stanovení délky oddenků kamyšníků v nádobových pokusech v roce 2010

Opačný trend byl zaznamenán při hodnocení počtu nadzemních výhonů. *B. planiculmis* vytvářel menší výhony a celkový jejich počet byl výrazně vyšší než u *B. laticarpus*. Zejména od druhé poloviny vegetace (červenec) byla tvorba nadzemních výhonů u *B. planiculmis* vyšší. *B. planiculmis* vytvořil do konce vegetace 78 výhonů, *B. laticarpus* 58 výhonů (Graf 8).

Přírůstek hlízek v čase byl u obou druhů velmi podobný. Maximální přírůstek byl zaznamenán v druhé polovině vegetačního období od července do srpna. Rostliny *B. laticarpus* vytvořily v průběhu vegetace 312 hlízek, rostliny *B. planiculmis* 305 hlízek. Rozdíl je nevýznamný. Hlízky *B. planiculmis* jsou však celkově cca o 50 % menší (Graf 9).



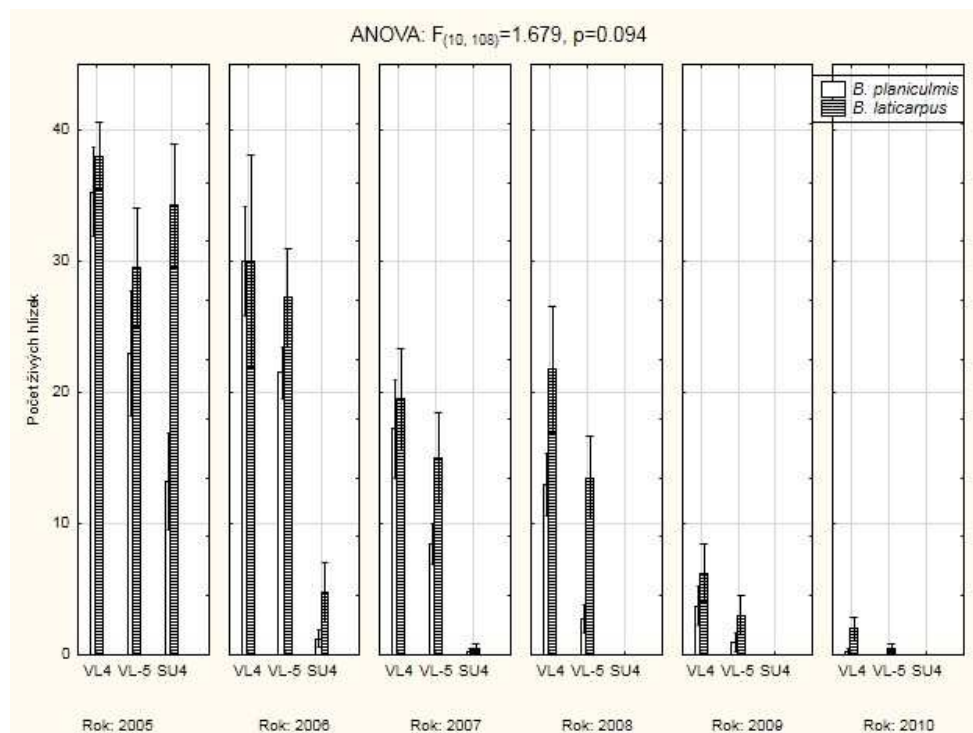
Graf 8: Produkce nadzemních výhonů kamyšníků v nádobových pokusech v roce 2010



Graf 9: Produkce hlízek kamyšníků v nádobových pokusech v roce 2010

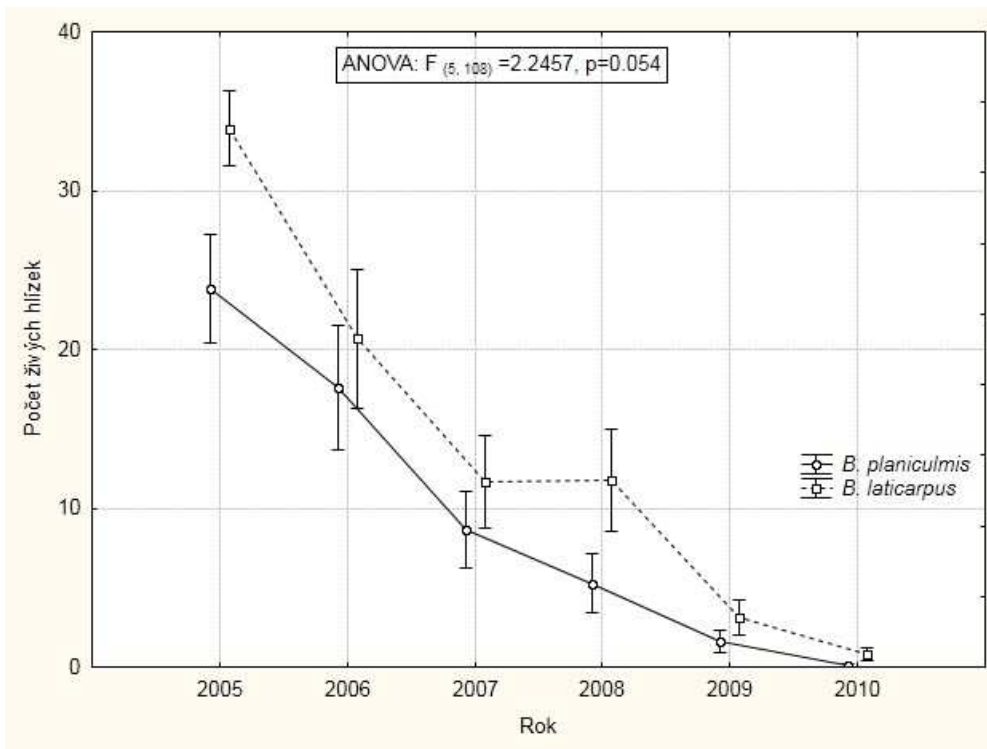
### 5.3. Stanovení životnosti hlízek v různých podmínkách uskladnění.

Při sledování životnosti hlízek *B. laticarpus* a *B. planiculmis* ve třech managementech (+4°C sucho, +4°C vlhko, -5°C) bylo zjištěno, že hlízky mají poměrně vysokou životnost po dobu 4 let jak při -5°C, tak při +4°C za vlhka. Za sucha při teplotě + 4°C odumřely hlízky *B. planiculmis* již po 3 letech a *B. laticarpus* po čtyřech letech. Hlízky *B. laticarpus* si zachovaly životnost ještě po šesti letech ve variantě při -5°C a při +4°C za vlhka. Pokles životnosti u varianty +4°C sucho byl způsoben vyschnutím hlízek. Pokles životnosti *B. planiculmis* byl rychlejší než u *B. laticarpus*, vzhledem k tomu, že hlízky *B. planiculmis* jsou menší než hlízky *B. laticarpus*. (Graf 10)

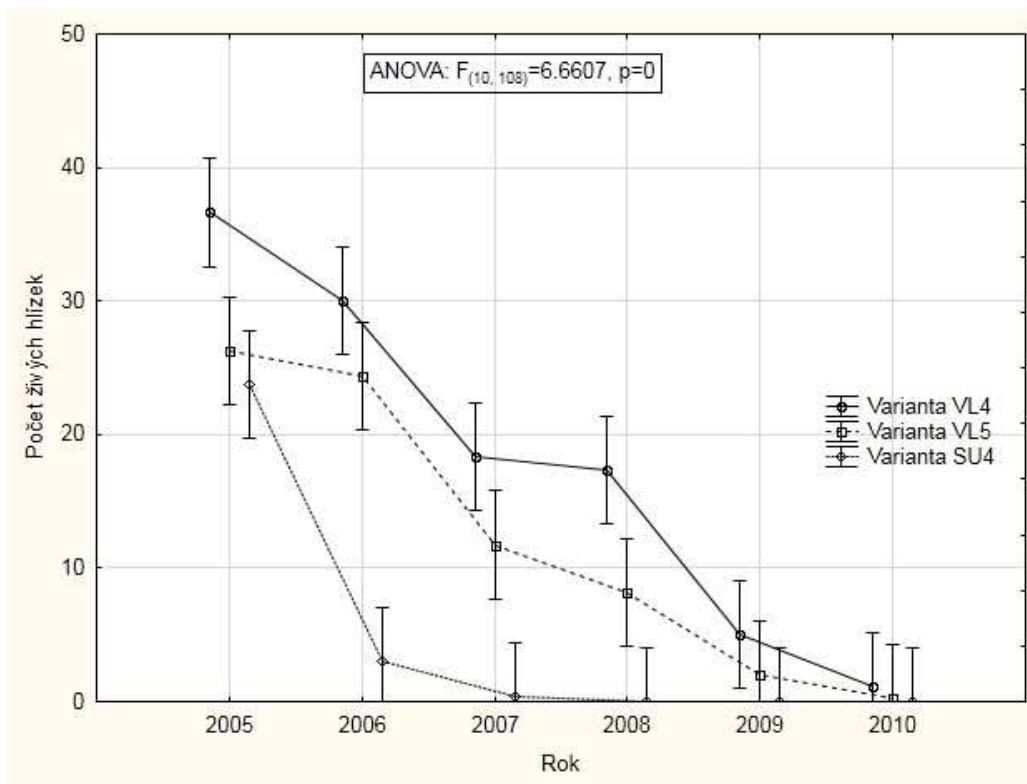


Graf 10: Vliv délky uchování, teploty a vlhkosti na životnost hlízek kamyšníků (v %)

Při porovnání životnosti obou druhů bez ohledu na způsoby uskladnění je zřejmá (Graf 11) významně vyšší životnost hlízek u *B. laticarpus*. Naproti tomu nejvyšší životnost si zachovaly hlízky při uchování při teplotě + 4°C ve vlhku. (Graf 12)



Graf 11: Porovnání životnosti hlízek obou druhů kamyšníků bez vlivu vlhkosti a teploty



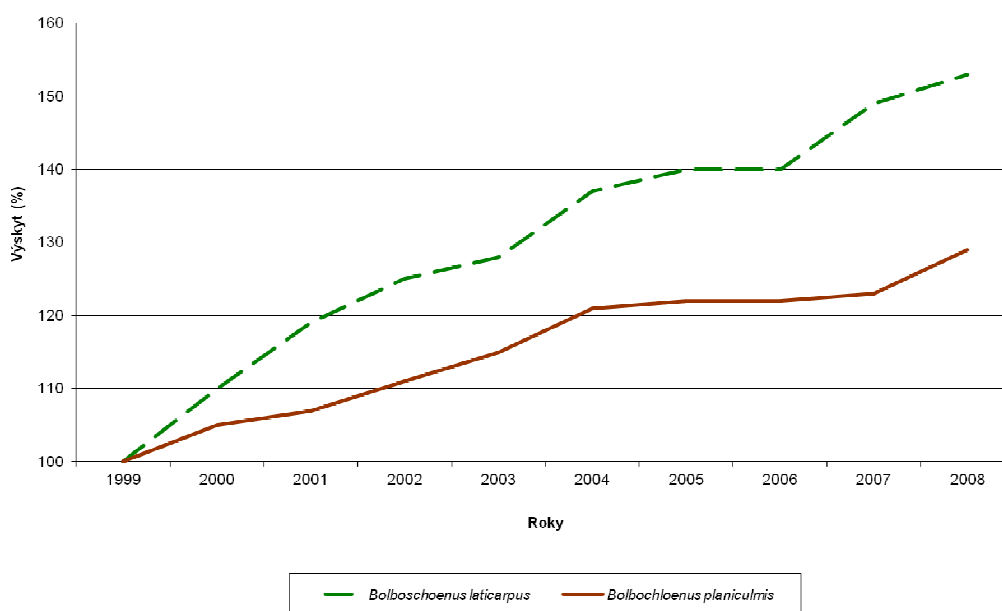
Graf 12: Vliv teploty a vlhkosti na životnost hlízek



## 5.4. Vyhodnocení trendů výskytu kamyšníků na kontrolních stanovištích

Od roku 1999 do roku 2008 byly založeny a sledovány kontrolní stanoviště pro plevely *Bolboschoenus laticarpus* a *Bolboschoenus planiculmis*. Jejich výskyt intenzivně narůstal po celé sledované období a v roce 2008 dosáhl 30,0 % nárůstu *B. planiculmis* a 52,5 % nárůstu *B. laticarpus* (Graf 13). Nárůst výskytu *Bolboschoenus laticarpus* byl významně vyšší než nárůst výskytu *Bolboschoenus planiculmis*. Rostliny *Bolboschoenus laticarpus* jsou mohutnější, vyšší, rostlina produkuje více větších hlízek. Z toho lze usuzovat že se rostliny snadněji prosazují konkurenčně na stanovišti. Výsledky byly vyhodnoceny v procentickém nárůstu od výchozího stavu v roce 1999 na každém stanovišti. Oba kamyšníky se vyskytovaly ohniskově.

Trendy ve výskytu *B. laticarpus* and *B. planiculmis*



Graf 13: Výsledky monitoringu kamyšníků na kontrolních stanovištích

V průběhu sledování se oba sledované plevely staly dominantními druhy na stanovištích.

Opravný list:

#### 5.4. Vyhodnocení trendů výskytu kamyšníků na kontrolních stanovištích

Od roku 1999 do roku 2008 byly založeny a sledovány kontrolní stanoviště pro plevely *Bolboschoenus laticarpus* a *Bolboschoenus planiculmis*. Jejich výskyt intenzivně narůstal po celé sledované období a v roce 2008 dosáhl 30,0 % nárůstu *B. planiculmis* a 52,5 % nárůstu *B. laticarpus* (Graf 13). Nárůst je vztažen k relativnímu počtu v prvním roce hodnocení. Nárůst výskytu *Bolboschoenus laticarpus* byl významně vyšší než nárůst výskytu *Bolboschoenus planiculmis*. Rostliny *Bolboschoenus laticarpus* jsou mohutnější, vyšší, rostlina produkuje více větších hlízek. Z toho lze usuzovat že se rostliny snadněji prosazují konkurenčně na stanovišti. Výsledky byly vyhodnoceny v procentickém nárůstu od výchozího stavu v roce 1999 na každém stanovišti. Oba kamyšníky se vyskytovaly ohniskově.

Trendy ve výskytu *B. laticarpus* and *B. planiculmis*

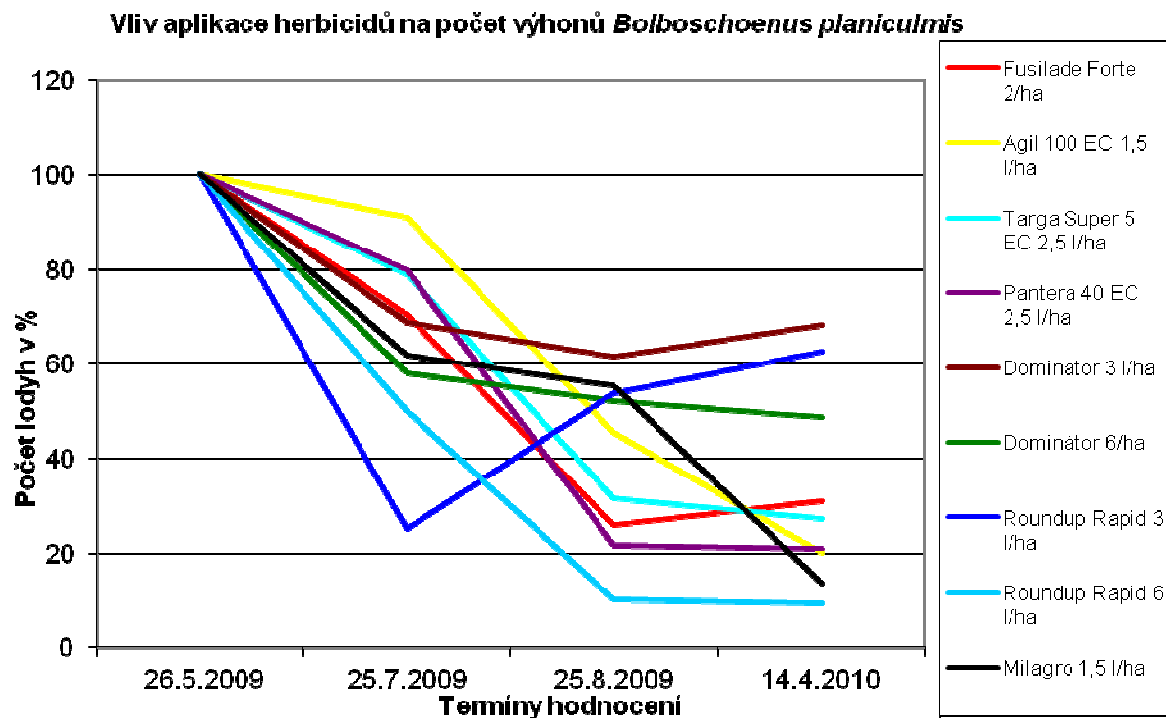


Graf 13: Výsledky monitoringu kamyšníků na kontrolních stanovištích

V průběhu sledování se oba sledované plevely staly dominantními druhy na stanovištích.

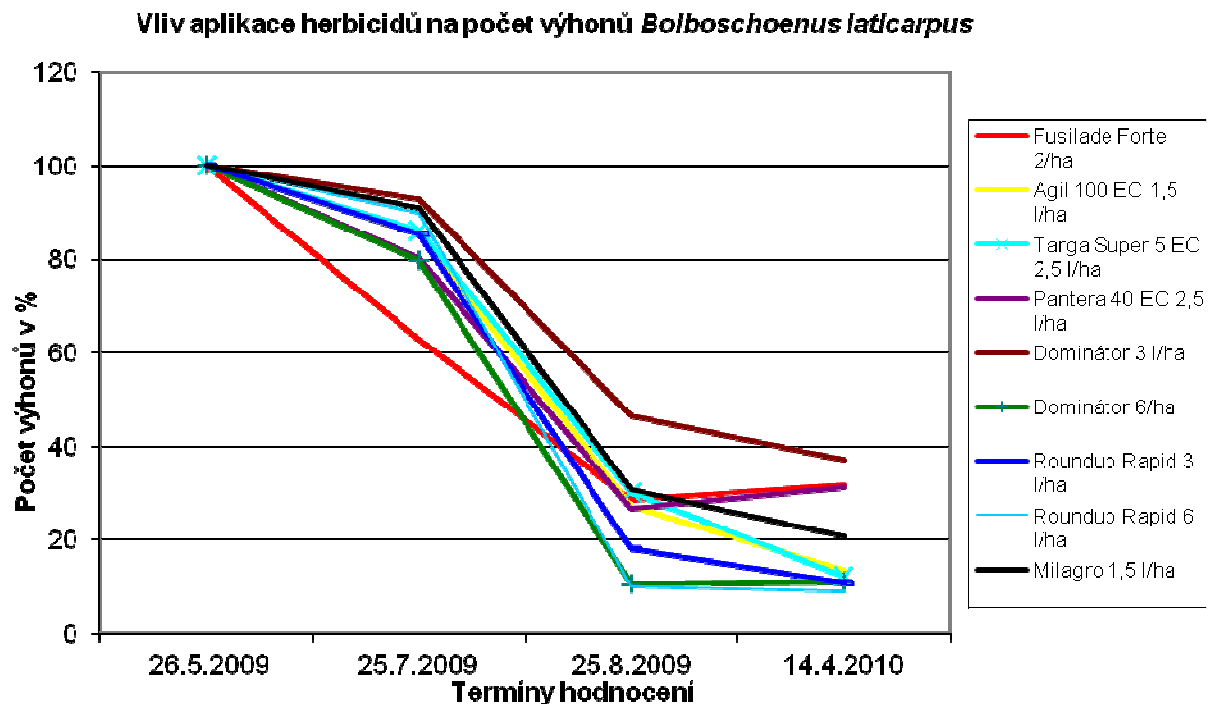
## 5.5. Sledování účinnosti herbicidů na *Bolboschoenus laticarpus* a *Bolboschoenus planiculmis*

Výsledky byly hodnoceny v procentech původního stavu počtu lodyh při aplikaci. Dvě hodnocení proběhla v roce aplikace herbicidů, třetí v roce následujícím, kdy byl hodnocen počet vytvořených lodyh. *B. planiculmis* prokázal celkově vyšší toleranci vůči použitým herbicidním přípravkům ve srovnání *B. laticarpus*. U *B. laticarpus* došlo k významnému poklesu počtu výhonů jak v roce aplikace herbicidů, tak i v roce následujícím. Rostliny *B. planiculmis* po aplikaci standardních dávek herbicidů s účinnou látkou glyphosate (Dominátor a Roundup 3,0 l/ha) v druhé polovině začaly regenerovat, což se projevilo v nárůstu počtu lodyh. Nejspolehlivějšího efektu bylo dosaženo po použití herbicidů Milagro, Roundup Rapid v dávce 6,0 l/ha a graminicidu Pantera 40 EC v dávce 2,5 l/ha (Graf 14).



Graf 14: Účinek vybraných herbicidů na *B. planiculmis* v nádobových pokusech

U *B. laticarpus* byl celkový efekt herbicidů výrazně vyšší. Nejvyššího účinku bylo dosaženo po aplikaci herbicidů Agil 1,5 l/ha, Roundup Rapid 3,0 a 6,0 l/ha, Dominátor 6,0 l/ha, Targa Super 5EC 2,5 l/ha a Milagro 1,5 l/ha. Naproti tomu byla zjištěna regenerace po aplikaci herbicidů Fusilade Forte 2,0 l/ha a Pantera 40 EC v dávce 2,5 l ha (Graf 15).



Graf 15: Účinek vybraných herbicidů na *B. laticarpus* v nádobových pokusech

Účinek herbicidů na oba plevelné druhy se projevoval postupným zasycháním konců listů a v následném odumírání celých lodyh. Po odumření lodyh rostliny postupně regenerovaly, což ovlivnilo celkový efekt herbicidních přípravků.

## 6. DISKUSE

Obecně lze konstatovat, že v posledních 20 letech v souvislosti se změnami v zemědělství dochází i k výrazným změnám v druhovém spektru plevelů.

Především v souvislosti s poklesem živočišné výroby došlo k tomu, že se nepěstují víceleté pícniny jako například vojtěška a jetel. Stejný trend postihl i jednoleté pícniny a luskoviny. S tím souvisí pokles hnojení statkovými hnojivy. To má za následek snížení biodegradace generativních a vegetativních orgánů plevelných rostlin. Negativním faktorem je dominance ozimých obilnin a ozimé řepky v osevních sledech. Poklesly významně i plochy řepy cukrové a brambor. Naopak došlo k nárůstu ploch kukuřice a slunečnice, to má řadu negativních faktorů, zejména zvýšení rizika eroze. V devadesátých letech minulého století došlo k poklesu používání herbicidních přípravků v souvislosti s nedostatkem finančních prostředků v zemědělském sektoru. V následujícím období při jisté konsolidaci v zemědělství ke zvýšení výkonů při používání herbicidů v systémech regulace plevelů, ale používaly se zejména levnější herbicidní přípravky. Tento negativní vliv měl i pozitivní dopad. Postupně docházelo ke zvyšování diverzity na polích a na pole se vracely se postupně vracely dříve téměř vyhubené plevelné druhy jako například chrpa modrá, mák vlčí, mák pochybný a celá řada dalších plevelných druhů. Byl však zaznamenán postupný vzestup výskytu teplomilných druhů, jako jsou například prosovitě trávy (ježatka kuří noha, bér zelený, bér sivý, proso vláskovité, rosička krvavá aj.).

Dalším problémem je nedostatečná péče o nezemědělskou půdu, plochy komunální sféry okolí silnic, dálnic železnic. Na těchto neudržovaných plochách plevele velmi často vykvetou a vytvoří semena, která jsou následně větrem zanášena na velké vzdálenosti. Problémem je péče skládky ornice vytvořené na přechodnou dobu v souvislosti s rozsáhlou stavební činností. Tyto skládky se neudržují, plevele se na nich velmi rychle rozmnožují. Důsledkem je vysoká zásobenost semeny a vegetativními orgány plevelů. Při rekultivacích se pak spolu s ornici šíří plevelné druhy a to někdy na velké vzdálenosti do míst, kde se tyto

druhy dříve nevyskytovaly. Významný nárůst výskytu byl zaznamenán i u vytrvalých plevelných druhů. Výrazný nárůst byl pozorován u pcháče rolního, pýru plazivého, čistce rolního, rukve obecné, svlačce rolního aj. Zajímavým úkazem je zvýšený nárůst výskytu pampelišky lékařské na orné půdě, zejména plochách, kde se využívají technologie minimálního zpracování půdy. Problémem se stává i pelyněk černobýl, který se na pole šíří pravděpodobně z neudržované krajiny ochmýřenými nažkami. Technologie minimálního zpracování způsobuje, že trsy tohoto plevel jsou rozrušovány a roznášeny po polích. Tento plevel je vlastně uměle vysazován na polích.

V posledním letech byl zaznamenán vzestupný trend výskytu u vlhkomilných plevelných druhů. V souvislosti s vysokou utužeností půdy dochází velmi často k lokálnímu podmáčení částí polí. Tyto podmínky vyhovují rákosu obecnému, orobinci širokolistému, přesličce rolní, rdesnu obojživelnému a obecně kamyšníkům.

Oba druhy plevelů, jak kamyšník širokoplodý (*Bolboschoenus laticarpus*), tak kamyšník polní (*Bolboschoenus planiculmis*) patří mezi dříve neznámé plevelné druhy. Jejich expanze na zemědělskou půdu počala v letech 1994 a později. Dříve se podle autorů HILLBIGA (1994), HROUDOVÉ (1980) a HROUDOVÉ A KOL. (2007) vyskytovaly především na nezemědělské půdě a na vlhčích stanovištích. Výskyty v polních podmínkách poprvé popsal MIKULKA (1999) a MIKULKA A KOL. (1999) jako výskyt *Bolboschoenus maritimus* a později MIKULKA A KNEIFELOVÁ (2003) upřesnili jako plevelné druhy *Bolboschoenus laticarpus* a *Bolboschoenus planiculmis*. V dřívější době nebyly kamyšníky na orné půdě pozorovány s výjimkou ploch rybníků, které byly převedeny na ornou půdu. Ovšem na takových plochách velmi rychle vymizely při pravidelném obdělávání a pěstování plodin.

Příčiny expanzí byly z počátku neznámé jak uvádí MORAVCOVÁ A KOL. (2002) a MIKULKA A KOL. (1999). Podle analýzy MIKULKY A ZÁKRAVSKÉHO (2007) je však příčin více. Především po roce 1990 změny v zemědělství, které se projevily postupným úbytkem víceletých píceňin a jednoletých píceňin, špatném zpracování

půdy a agrotechnice. Významným faktorem byl následný příklon k využívání technologií minimálního zpracování půdy. Pokles využití herbicidů se též významně projevil na celkové zaplevelenosti polí. Vysoká utuženost půd má vliv na hladinu spodní vody a časté zimní a jarní podmáčení zejména souvratí podporuje šíření kamyšníků. Vytváření lokálního zatopení má za následek odumření plodin a plevelných druhů. Tento jev se projevuje nárůstem výskytu celé řady vlhkomilných plevelných druhů jako například rdesna oboživelného, rákosu obecného i orobinců jak uvádí ZÁKRAVSKÝ A HROUDOVÁ (1994), CHIBA A KONNAI (1989), EGOROVA (1976), GONZALES A KOL. (1997), KIFFE (1998), MIKULKA A KNEIFELOVÁ (2004a) a MIKULKA A KNEIFELOVÁ (2006). V těchto nových podmínkách se kamyšníky začaly chovat expanzivně. Zejména časté pěstování kukuřice a řepy cukrové umožnilo jejich rychlé šíření. V těchto plodinách jsou používány poměrně spolehlivé systémy využívající širokospektrálních herbicidů, u řepy tzv. Betanal systémy. To umožňuje spolehlivou regulaci naprosté většiny plevelů jednoletých i vytrvalých, které se běžně vyskytují na polích. Kamyšníky vzhledem k vysoké toleranci vůči běžně používaným herbicidům podle MIKULKY A ZÁKRAVSKÉHO (2007) mají v těchto podmínkách, kdy ostatní plevely jsou eliminovány, optimální podmínky pro rychlé šíření v těchto plodinách. Podobné poznatky jsem získala v pokusech při sledování reprodukce obou kamyšníků a při sledování účinku herbicidů a studiu regenerační schopnosti plevelů po aplikaci herbicidů.

Kamyšník širokoplodý (*Bolboschoenus laticarpus*) vykazoval poměrně vysokou klíčivost v různě nasycených substrátech. Podobně oba druhy byly schopny vzcházet i z větších hloubek půdního substrátu. Původně nebyla předpokládána generativní reprodukce obou plevelných druhů v polních podmínkách jak uvádí MORAVCOVÁ A KOL. (2002), HROUDOVÁ A KOL. (1996) a MIKULKA A CHODOVÁ (1998). Vzcházející kamyšníky vytvářejí drobné konkurenčně slabé rostliny, které za normálních podmínek nejsou schopné konkurovat úzkořádkovým plodinám (obilniny, řepka, aj.) a ostatním plevelům. Ovšem na podmáčených plochách mají kamyšníky optimální podmínky pro vzcházení. Jak uvádí MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ (2007) semenáče jsou schopny již ve fázi 2 – 3 listů



vytvářet oddenky a hlízky. Pro vytvoření statných rostlin stačí období 2 - 3 týdnů, kdy jsou pole podmáčeny a při masovém vzcházení kamyšníků dojde k silnému zaplevelení.

Lze se domnívat, že záplavy v roce 2002 a dalších letech přispěly k nárůstu výskytu kamyšníků jak v povodí Labe, tak Moravy a jejich přítoků. Při povodních byly transportovány vodou jak generativní (nažky), tak diaspory vegetativní (hlízky). Obecně lze předpokládat, že oba plevelné druhy se mohou velmi rychle šířit i při lokálních záplavách a povodních.

K roznášení hlízek v rámci zemědělských podniků dochází i mechanizací (pluhy, kultivátory, plečky, sklizeče řepy cukrové a brambor podle MIKULKA A ZÁKRAVSKÉHO (2007). V současné době nedochází k příliš rozsáhlému zapůjčování mechanizace mezi podniky. Sklizeň řepy cukrové se provádí výhradně službami. Se sklizenou řepou se však převládá poměrně velký podíl ornice, která může obsahovat někdy i vysoký podíl ulpělých hlízek. Tyto pak mohou být převáženy na poměrně velké vzdálenosti vzhledem k jejich odolnosti mají vysokou šanci přežít i nepříznivé podmínky. Podobně se mohou hlízky kamyšníků šířit i při sklizni zejména raných brambor. Kamyšníky se proto velmi často vyskytují právě v oblastech, kde se pěstuje řepa cukrová, rané brambory a polní zelenina. Polní zelenina vyhovuje kamyšníkům, jelikož je pod závlahou a dostatek vláhy umožňuje rychlý růst.

Z hlediska reprodukce obou kamyšníků je však významnější šíření vegetativní cestou. Produkce hlízek je vysoká. Jedna rostlina je schopna vytvořit za vegetaci desítky hlízek. Jak uvádí MIKULKA A KNEIFELOVÁ (2003) jedná se i o stovky hlízek. Podobných výsledků jsem dosáhla v modelových pokusech. Přírůstky hlízek jsou pozorovatelné v průběhu celé vegetace. Zpočátku rostliny vytvářejí hlízky světlé vegetující, které postupně tmavnou a dřevnatí a přecházejí do dormance. Významným faktorem, který přispívá k šíření těchto plevelů je, že oddenky v druhé polovině vegetace postupně odumírají. Hlízky jsou na nich však stále pevně upevněny. To považují MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ (2007) za významný faktor, proč selhávají aplikace herbicidů. Nedochází totiž k translokaci

z nadzemní hmoty do oddenků a hlízek. Ne ze všech hlízek totiž vyrůstají nadzemní výhony. Tento fenomén pravděpodobně výrazně ovlivňuje celkový efekt herbicidů v zemědělské praxi.

Významně k šíření kamyšníků přispívá i utuženost půd. Lokální utužení má za následek podmáčení pozemku přes zimu. To má za následek odumření plodin i plevelů. Zatopené části pozemků v jarních měsících i v průběhu letních měsíců simulují podmínky břehů rybníků a jezer, přirozených stanovišť kamyšníků. V takových podmínkách nemají kamyšníky konkurenci, stanovištní podmínky jim vyhovují a jsou schopny vytvořit v průběhu vegetace obrovské množství hlízek. Tato stanoviště umožňují též vzcházet kamyšníkům z nažek.

Z pohledu obtížnosti regulace obou kamyšníků je významná životnost hlízek v polních podmínkách. MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ (2007) a KNEIFELOVÁ A MIKULKA (2006) uvádějí, že hlízky vydrží živé v půdě v polních podmínkách i více jak deset let. Tomu odpovídají i pozorování, kdy se na polích více let po sobě pěstovaly víceleté pícniny a úzkořádkové plodiny po dobu deseti let. Následně při setí kukuřice se kamyšníky objevily ve velkém počtu (MIKULKA A KNEIFELOVÁ 2005). Z tohoto pohledu byl založen pokus pro přesné stanovení životnosti hlízek za přesně definovaných podmínek. Hlízky byly uchovány při teplotě + 4°C (vlhký substrát), + 4°C (suchý substrát) a v teplotě - 5°C (vlhký substrát). Logicky nejrychleji ztratily životnost hlízky kamyšníku polního a následně kamyšníku širokoplodého uložené v suchém substrátu. Lze to vysvětlit velikostí hlízek, kdy hlízky kamyšníku polního jsou menší (viz. obrazová příloha) a rychleji vyschly. Za vlhka v +4°C a - 5°C byla životnost delší. Zachování významné životnosti, u kamyšníku širokoplodého po dobu pěti let a u kamyšníku polního po čtyřech letech, ukazuje na vysokou schopnost přežití hlízek. Z těchto výsledků je možné se domnívat, že v přirozených podmínkách, kdy jsou hlízky zaklopeny hlouběji v ornici, mohou vydržet životné po delší dobu, jak uvádějí již citovaní autoři (MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ 2007).

Vysoká expanzivita kamyšníků byla potvrzena v pokusech, kdy byl sledová výskyt jak kamyšníku širokoplodého, tak kamyšníku polního. Lokality byly

zvoleny z důvodu možnosti pravidelného hodnocení. Na všech stanovištích, kde byl hodnocen výskyt obou druhů, byl zjištěn významný nárůst výskytu. Hodnoceny byly počty lodyh ne počty rostlin, protože není možné přesně stanovit počet rostlin vzhledem k vegetativní reprodukci. Je zajímavé, že kamyšníky se vyskytují roztroušeně po celém území naší republiky, nejhojnější výskyty jsou v Polabí. Vystupují i do podhorských oblastí (Orlické hory, Šumava). V řadě případů se vyskytují i ve smíšených populacích, kdy diagnostika je poměrně složitá, spolehlivě se dají určit pouze ve fázi kvetení. Významně expanzivněji se choval kamyšník širokoplodý, který vytváří mohutnější rostliny, což koresponduje s výsledky MIKULKY A ZÁKRAVSKÉHO (2007). Kamyšníky nejsou konkurenčně silné plevely. Proto jim vyhovují širokořádkové plodiny. Vzhledem k vysoké toleranci kamyšníků vůči herbicidům mají vysokou šanci obsadit prostor na úkor ostatních plevelných rostlin, které byly herbicidy odstraněny.

Z pohledu regulace obou plevelných druhů je důležité využití herbicidních přípravků. Jak uvádějí MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ (2007), jsou kamyšníky tolerantní vůči běžně používaným herbicidům, autoři zjistili vyšší toleranci u kamyšníku polního. Podobných výsledků bylo dosaženo v mých experimentech. Vyšší citlivost kamyšníku širokoplodého lze vysvětlit větší listovou plochou. Kamyšník širokoplodý vytváří větší a širší listy, na kterých ulpí větší množství účinné látky. Naproti tomu kamyšník polní vytváří listy drobnější úzké. Lze se domnívat, že celkový účinek herbicidů ovlivňují i smáčedla v jednotlivých herbicidních přípravcích. Efekt přidaných smáčedel potvrdil MIKULKA A ZÁKRAVSKÝ (2007) ve svých pokusech, kdy k použitým herbicidům přidávali smáčedlo Silvet. Po přidání smáčedla Silvet došlo k významnému zvýšení celkového účinku. Použité smáčedlo mělo ten efekt, že postřiková kapalina lépe ulpěna na povrchu listu. Listy kamyšníků mají listy vztyčené s výraznou voskovou vrstvou. Proto na nich postřik špatně ulpívá. Použití smáčedla má pravděpodobně vliv i na pronikání účinné látky herbicidů povrchem listů.

Z pohledu regulace kamyšníků je nutné respektovat biologické vlastnosti těchto plevelů, zejména schopnost generativní a vegetativní reprodukce, vysokou

schopnost přežití hlízek v polních podmínkách a toleranci vůči běžně používaným herbicidům. Základem systému regulace by měla být prevence, dodržování pravidel střídání plodin, využívání hlubokého zpracování půdy, v případě výskytu kamyšníků vyloučení širokořádkových plodin a využívání strniskových meziplodin.

## 7. ZÁVĚR

Cíle práce byly zaměřeny především na získání poznatků, které by objasnily příčiny podporující expanzi vybraných plevelných druhů na orné půdě, která je nezpochybnitelná. Dalším cílem, neméně významným, bylo získání poznatků, které by umožnily rozšířit možnosti efektivní a spolehlivé regulace obou plevelných druhů, zejména v rizikových plodinách, mezi které se řadí především širokořádkové plodiny.

Expanze kamyšníku širokoplodého (*Bolboschoenus laticarpus*) a kamyšníku polního (*Bolboschoenus planiculmis*) potvrzuje skutečnost, že neustále dochází ke krátkodobým i dlouhodobým změnám druhového spektra plevelů na zemědělské půdě. Plevelná společenstva jsou ovlivňována mnoha faktory. Mezi nejvýznamnější patří zejména střídání plodin, zpracování půdy, agrotechnika, výživa rostlin a používání rostlin. V určitých periodách dochází k úbytku nebo nárůstu jednotlivých druhů tak, jak na ně uvedené faktory působí. Dochází i k fenoménu rezistence některých plevelných druhů vůči herbicidům. Dochází ale i k expanzi některých plevelných druhů, jako kamyšník širokoplodý (*Bolboschoenus laticarpus*) a kamyšník polní (*Bolboschoenus planiculmis*) na ornou půdu, přestože se na ní v minulosti nevyskytovaly. To okazuje na to, že je nutné neustále studovat biologii a ekologii plevelných rostlin a na základě získaných poznatků aktualizovat integrované systémy regulace plevelů pro jednotlivé plodiny.

Získané experimentální výsledky v předložené doktorské práci kvantifikují reprodukční schopnost vytrvalých plevelů kamyšníku širokoplodého (*Bolboschoenus laticarpus*) a kamyšníku polního (*Bolboschoenus planiculmis*), ukazují dynamiku růstu plevelů a jejich regenerační schopnost. V experimentech byla prokázána vysoká přizpůsobivost a regenerační schopnost sledovaných plevelných druhů, které v posledních dvaceti letech silně expandují na území našeho státu. Získané poznatky přispěly k poznání biologických vlastností obou druhů kamyšníků a přispěly k objasnění příčin jejich rychlého šíření na orné půdě. V pokusech byla zjištěna rozdílná citlivost obou druhů kamyšníků vůči

vybraným herbicidním přípravků. Toho lze využít v systémech regulace.

### **Výsledky experimentů potvrdily:**

- 1. Schopnost generativní reprodukce** – nažky byly schopny klíčit a vzcházet až z hloubky 5 cm a to v různých stupních vlhkosti substrátů. Generativní rozmnožování obou kamyšníků připadá v úvahu na polích, či lokalitách, která jsou na jaře po určité období zatopeny vodou, kde plodiny a ostatní plevelé uhynou. V těchto podmínkách jsou schopny nažky kamyšníků vzcházet a v bezkonkurenčním prostředí rostliny kamyšníků rychle obsadí stanoviště. Dále se rostliny rozmnožují na stanovišti především vegetativní cestou. Důležitým přínosem bylo právě prokázání schopnosti generativní reprodukce obou kamyšníků v polních podmínkách. Vzhledem k nepatrné velikosti semenáčků by v normálních podmínkách nebyly schopny na polích přežít vzhledem ke konkurenci pěstovaných plodin a plevelů. Na podmáčených stanovištích odumírají jak plodiny, tak plevelné druhy, přičemž právě tyto podmínky jsou optimální pro růst a vývoj rostlin kamyšníků
- 2. Schopnost vegetativní reprodukce** – rostliny obou kamyšníků jsou schopny vytvářet velké množství hlízek. Hlízky se vytvářejí na oddencích. Oddenky kamyšníku širokoplodého jsou mohutnější a hlízky větší než u kamyšníku polního. Kamyšník polní naopak vytváří více drobnějších lodyh. Rychlá tvorba hlízek umožňuje kamyšníkům rychle obsadit stanoviště ve vhodných podmínkách. Zejména v širokořádkových plodinách jako

kukuřice, řepa cukrová, slunečnice, rané brambory a polní zelenina jsou schopny kamyšníky rychle obsadit stanoviště. Optimální podmínky pro reprodukci kamyšníky jsou na polích, které jsou pod závlahou. Hlízky vytvářejí oba kamyšníky po celou dobu vegetace. Experimentálně byla prokázána vysoká tvorba hlízek u obou druhů kamyšníků. Zejména ve vlhkých periodách v měsících květen až červen jsou schopny rostliny produkovat obrovské množství hlízek .

- 3. Vysoká životnost hlízek** – experimenty prokázaly vysokou životnost hlízek. Vyšší životnost byla zjištěna u kamyšníku širokoplodého než u kamyšníku polního. To lze zdůvodnit velikostí hlízek. Hlízky kamyšníku polního jsou menší ve srovnání s hlízkami kamyšníku širokoplodého. Hlízky kamyšníku širokoplodého zůstaly živé ještě po šesti letech při uchování ve vlhku při nízkých teplotách. Hlízky kamyšníku polního pouze pět let. Za sucha hlízky obou druhů zůstaly živé dva až tři roky. Vysoká životnost hlízek obou kamyšníků napomáhá šíření na orné půdě. Zejména orbou a dalšími agrotechnickými zásahy dochází k rozšiřování kamyšníků postupně po poli. Též sklizeň některých plodin (řepa cukrová, brambory) podporuje jejich šíření. Dochází též k přenosu zemědělským nářadím na další pole. Vysoká životnost hlízek napomáhá přežít kamyšníkům na polích v úzkořádkových plodinách (obilniny, řepka). Při silném výskytu jsou schopny kamyšníky konkurovat i obilninám (viz. Foto v příloze). Experimentálně byla prokázána životnost šest let. To však neznamená, že v přirozených podmínkách nemohou hlízky přežít i delší dobu. Především při uložení v hlubších vrstvách ornice nebo při dlouhodobém zatravnění.
- 4. Vysoká expanzivita** – byla prokázány na kontrolních stanovištích. V průběhu víceletého hodnocení byl prokázán výrazný nárůst výskytu obou kamyšníků. Kamyšník širokoplodý prokázal vyšší expanzivitu než kamyšník polní. Oba kamyšníky však vytvářejí velmi často v polních

podmínkách směsné populace, kdy je v praxi velmi obtížné jednotlivé druhy odlišit. Spolehlivé rozlišení je možné pouze při květu. V praxi dochází zpravidla k postupnému šíření od krajů pozemků (okraje zavlažovacích kanálů, příkopů a mezí). Následně se kamyšníky šíří do středu polí při zpracování půdy a kultivaci. Tímto způsobem se šíří velmi rychle v řepě cukrové a v bramborách. Trendu šíření kamyšníků napomáhá časté pěstování uvedených plodin po sobě, tedy jejich koncentrace pouze na některá pole. V řadě případů bylo pozorováno, že se kamyšníky na těchto polích rychle rozšířily v průběhu 4 – 5 let, že uvedené plodiny na těchto polích nebylo možné pěstovat. Vysoká expanzivita je podmíněna několika faktory:

- a) Schopnost generativní a vegetativní reprodukce
- b) Dlouhodobá životnost generativních a vegetativních diaspor
- c) Schopnost rychle obsazovat uvolněný prostor po aplikaci herbicidů v širokořádkových plodinách
- d) Tolerance vůči širokému spektru herbicidů v jednotlivých plodinách

**5. Odolnost vůči systémům regulace plevelů** – Oba kamyšníky jsou schopny odolávat mechanickému hubení, které spíše napomáhá jejich šíření. Experimenty prokázaly vysokou schopnost reprodukce obou druhů v modelových pokusech. Vzhledem k vysokému počtu hlízek, které jsou umístěny na oddencích, jsou schopny rostliny kamyšníků velmi rychle regenerovat po mechanickém poškození. Je známé, že kamyšníky jsou vysoce tolerantní vůči širokému spektru herbicidních látek. Rostliny vytváří mohutný systém oddenků, na kterých se tvoří hlízky. Jakmile se na vytvořených hlízkách začnou vytvářet nové lodyhy, oddenky odumírají. Hlízky jsou potom spojeny pouze mechanicky. To má za následek, že aplikací herbicidních přípravků nedochází k translokaci z nadzemních částí rostlin do oddenků a hlízek. V modelových pokusech prokázal kamyšník polní vyšší odolnost vůči testovaným herbicidům než kamyšník



šírokoplodý. Přesto určitý herbicidní efekt zjištěný v pokusech z pohledu praktických systémů regulace plevelů je téměř zanedbatelný. Obrovská reprodukční a regenerační schopnost obou druhů tento herbicidní efekt mnohonásobně převyšuje. Herbicidy sice poškozují nadzemní hmotu plevelů, ale oddenky a hlízy zůstávají nezasazené. Naopak po aplikaci herbicidů dochází velmi často k silné regeneraci rostlin.

6. **Výsledky experimentální práce potvrdily nutnost komplexních systémů regulace plevelů:** V integrovaných systémech regulace plevelů je nutná vyvážená integrace všech dostupných způsobů regulace; vyváženost osevních sledů, zpracování půdy, kultivace, používání herbicidů. Bohužel v současné době nejsou dostupné metody biologické regulace plevelů.
  
7. **Získané výsledky experimentální práce přispěly k poznání biologie obou kamyšníků, rozšířily vědecké poznání a přispěly k zdokonalení systémů regulace plevelů v pěstovaných plodinách.**

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ALBRECHT, H. (2003): Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agriculture ecosystems. *Agriculture Ecosystems & Environment* 98: 201–211.
2. ANGIRAS, N.N. – RANA, S.S. (1998): Integrated weed management in direct-seeded, puddled-sprouted rice (*Oryza sativa*). *Indian Journal of Agronomy* 43 (4): 644-649.
3. BASKIN, C.C. – BASKIN, J.M. (1998): *Seeds*. Academic Press. San Diego. Kalifornia: 666 pp.
4. BEGON, M. – HARPER, J.L. – TOWNSEND, C.R. (1997): *Ekologie - jedinci, populace a společenstva*. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc. 949 pp.
5. BLÁHA, L. – HNILIČKA, F. (2006): Význam vlastností kořenů a semen pro odolnost rostlin vůči biotickým stresorům. In: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2006 (Sborník příspěvků)*. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU, Praha. 302 pp.
6. BOYD, N. – VAN ACKER, R. (2004): Seed germination of common weed species as affected by oxygen concentration, light, and osmotic potential. *Weed Sci.* 52 (4): 589 - 596.
7. BROWNING, J. – GORDON-GRAY, K.D. (2000): Patterns of fruit morphology in *Bolboschoenus* (*Cyperaceae*) and their global distribution. *South African Journal of Botany* 66 (1): 63–71.
8. CATON, B.P. - HILL, J.E. – MORTIMER, A.M. – FOIN, T.C. – LUBIGAN, R.T. (2002): Canopy development of direct-seeded rice and some important grass and sedge weeds in response to water management. *Agricultural and Forest Meteorology* 111 (1): 39-53.

9. CHANCELLOR, R.J. (1964): Emergence of weed seedling in the field and the effects of different frequencies of cultivation. Proceeding of British Weed Control Conference. 7 (2): 599-606.
10. CHIBA, K. – KONNAI, M. (1989): Studies of the control of the paddy perennial weed *Scirpus planiculmis* Fr. Schm., 4: Control with herbicides. Weed Research 34 (2): 146–153.
11. CLAUSEN, P. - NOLET, B.A. – FOX, A.D. – KLAASEN, M. (2002): Long-distance endozoochorous dispersal of submerged macrophyte seeds by migratory waterbirds in northern Europe – a critical review of possibilities and limitations. Acta Oecologica – International Journal of Ecology 23 (3): 191–203.
12. COUSSANS, G-W. (1970): A study of the competition between *Agropyron repens* (L.) Beauv and spring sown barley, wheat and field beans. Proceedings of the 10<sup>th</sup> British Weed Control Conference, Farnham: 337–344.
13. CRAWLEY, M.J. (1997): Plant Ecology. Blackwell Science Ltd Oxford. 717 pp.
14. CYR, D.R. – BEWLEY, J.D. – Dumbroff, E.B. (1990): Seasonal dynamics of carbohydrate and nitrogenous components in the roots of perennial weeds. Plant, Cell and Environment 13: 359–365.
15. DEYL, M. (1964): Plevelé polí a zahrad. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
16. DEYL, M. – UŠÁK, O. (1956): Plevelé polí a zahrad. Nakladatelství české akademie věd, Praha, 386 pp.
17. DVOŘÁK, J. (1988): Vliv základní agrotechniky na zaplevelení ječmene jarního. Acta univ. agric. (Brno), fac. agron., XXXVI, 2-3, 171-176.
18. DVOŘÁK, J. – SMUTNÝ, V. (2003): Herbologie – Integrovaná ochrana proti polním plevelům. MZLU Brno: 186 pp.
19. DYKYJOVÁ, D. (1986): Production ecology of *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (*Scirpus maritimus* L. s. l.). Folia Geobotanica et Phytotaxonomica 21: 27–64.

20. EGOROVA, T.V. (1976): *Bolboschoenus*. In: FEDOROV, A.A./ed./: *Flora Evropejskoi SSSR* [Flora of the European part of the USSR] 2: 93–96.
21. FIGUEROLA, J. – GREEN, A.J. (2002): How frequent is external transport of seeds and invertebrate eggs by waterbirds? A study in Donana, SW Spain. *Archiv für Hydrobiologie* 155 (4): 557–565.
22. FISJUNOV, A.B. (1984): *Sornye rastenija*. Kolos, Moskva: 320 pp.
23. FRYER, J.D. – MAKEPEACE, R.J. (1977): *Weed Control – Handbook*. Blackwell Sci., 6 e., vol I, II.
24. GONZALES, R. – MEDRANO, C. – GUTIERREZ, W. – ESPARZA, D. – ANEZ, D. – MONTIEL, M. – ORONO, J. (1997): Evaluation of different control methods of *enea* (*Tupna* sp.) and junco (*Scirpus californicus*) in pasture of German grass (*Echinochloa polystachia*) in the zone of influence of Limon River. *Revista Científica-Facultad de Ciencias Veterinarias* 7 (1): 23-30.
25. GRAGLIA, E. – MELANDER, B. – JENSEN, R.K. (2006): Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Res.* 46: 304–312.
26. HAEFELE, S.M. – JOHNSON, D.E. – FIALKO, S. – WOPEREIS, M.C.S. – JANIN, I. (2000): Improved soil fertility and weed management is profitable for irrigated rice farmers in Sahelian West Africa. *Field Crops Research* 66 (2): 101-113.
27. HÅKANSSON, S. (2003): *Weeds and Weed Management on Arable Land. An Ecological Approach*. Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Sweden. 274 pp.
28. HANF, M. (1970): *Weeds and their seedlings*. BASF UK Ltd.
29. HARPER, J.L. (1977): *Population Biology of Plants*. Academic Press, London. 892 pp.
30. HEILMEIER, H. – SCHULZE, E.D. – WHALE, D.M. (1986): Carbon and nitrogen partitioning in the biennial monocarp *Arclium lomcniosuni* Mill. *Oecologia* 70: 466–474.
31. HEJNÝ, S. (1960): *Okologické Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in der Slowakischen Tiefebene*. Vyd. SAV, Bratislava. 492 pp.

32. HILBIG, W. (1994): Das segetale Auftreten von *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla. Ber. Bayer. Bot. Ges. 64: 81-85.
33. HODGSON, J.M. (1971): Canada thistle and its control. U.S. Dept. Agric. Leaflet 523, USA. Naderu.
34. HOLEC, J. - SOUKUP, J. - JURSIK, M. (2004): Invasive weed species on arable land in the Czech Republic. J. Plant Dis. Protect. Special Issue 19: 231-236.
35. HOLM, I.G. - PANCHO, J.V. - HERBERGER, J.P. - PLUCKNETT, D.L. (1991a): Geographical Atlas of World Weeds. Krieger Publishing Company Malabar, Florida, USA: 391 pp.
36. HOLM, I.G. - PANCHO, J.V. - HERBERGER, J.P. - PLUCKNETT, D.L. (1991b): The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Krieger Publishing Company Malabar, Florida, USA: 609 pp.
37. HOLM, L. - DOLL, J. - HOLM, E. - PANCHO, J. - HERBERGER, J. (1997): World weeds. Natural histories and distribution. John Wiley & Sons, New York, 1129 pp.
38. HROUDOVÁ, Z. (1980): Ekologická studie druhů *Sagittaria sagittifolia* L., *Butomus umbellatus* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla and *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. 256 p. [Kand. dis. pr., depon. in Botanický stav AV ČR Průhonice].
39. HROUDOVÁ, Z. - ZÁKRAVSKÝ, P. - MORAVCOVÁ, L. (1996): Poznámky k semennému rozmnožování *Bolboschoenus maritimus*. Zprávy České botanické společnosti 31: 71-74.
40. HROUDOVÁ, Z. - MORAVCOVÁ, L. - ZÁKRAVSKÝ, P. (1997): Effect of anatomical structure on buoyancy of achenes of two subspecies of *Bolboschoenus maritimus*. Folia Geobotanica et Phytotaxonomica 32: 377-390.
41. HROUDOVÁ, Z. - ZÁKRAVSKÝ, P. - FLEGROVÁ M. (2007): The effect of burial depth on the tuber viability of *Bolboschoenus laticarpus* and *B. planiculmis* under terrestrial conditions. Belg. J. Bot. 140 (1): 121-129.

42. HROUDOVÁ, Z. – MARHOLD, K. – ZÁKRAVSKÝ, P. – DUCHÁČEK, M. (2001): Rod *Bolboschoenus* – kamyšník v České republice. Zprávy České botanické společnosti 36: 1–28.
43. HRON, F. – VODÁK, A. (1959): Polní plevelé a boj proti nim. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 380 pp.
44. HUDSON, J. (1955): Propagation of plants by root cuttings. Journal of Horticultural Science 30: 242–251.
45. HYVÖNEN, T. – KETOJA, E. – SALONEN, J. – JALLI, H. – TIAINEN, J. (2003): Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. Agriculture Ecosystems & Environment 97: 131–149.
46. IWASAKI, K. (1985): Physiological and ecological studies on the control of paddy field *Scirpus* weeds, called „Hotarui“. Weed Research 30 (2): 93–106.
47. JAROLÍMOVÁ, V. – HROUDOVÁ, Z. (1998): Chromosome numbers within the genus *Bolboschoenus* in central Europe. Folia Geobotanica 33: 415–428.
48. JEHLIK, V. (1998): Cizí expanzivní plevelé České a Slovenské republiky. Academia, Praha. 506 pp.
49. KAVOLIUNAITE, I. – PALIULYTE, E. (2004): Investigation of growth dynamics. Agriculture 87: 106–115.
50. KELLEY, A.D. – BRUNS, V.F. (1975): Dissemination of weed seeds by irrigation water. Weed Sci. 23 (6): 486–493.
51. KIFFE, K. (1998): *Bolboschoenus* (Asch.) Palla. In: Wisskircheb R. & Haeupler H., Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, pp. 100–101.
52. KLINGMAN, G.C. – ASHTON, F.M. (1982): Weed Science. Principles and Practices. John Wiley & Sons, Inc., USA. 449 pp.
53. KNEIFELOVÁ, M. – MIKULKA, J. (2002): Regenerative ability of *Cirsium arvense* after herbicide application. J. Plant Dis. Protect. Special Issue 19: 717–723.

54. KNEIFELOVÁ, M. – MIKULKA, J. (2006): Study of biomass production and growth dynamic of *Bolboschoenus laticarpus* nom. prov. J. Plant Dis. Protect. Special Issue 20: 331–338.
55. KOTT, S.A. (1947): Biologičeskije osobennosti sornych rastěnij i borba s zasorjennost'ju počvy. Moscau.
56. KOTT, S.A. (1961): Sornye rastenija i borba s nimi. Third edition, Gosud, Moskva.
57. KUBÁT, K. – HROUDA, L. – CHRTEK, J. JUN. – KAPLAN, Z. – KIRSCHNER, J. – ŠTĚPÁNEK, J. [eds.] (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 928 pp.
58. KVIST, M. – HÄKANSSON, S. (1985): Rhythm and periods of dormancy in the vegetative development and growth of some perennial weeds. Swedish University of Agricultural Science, Department of Plant Husbandry, Uppsala, Sweden. Report 156. 110 pp.
59. LEMNA, W.K. – MESSERSMITH, C.G. (1990): The biology of Canadian weeds. 94. *Sonchus arvensis* L. Canadian Journal of Plant Science 70: 509-532.
60. LEWIS, H. – TEASDALE, J.R. (2000): Sustained growth and increased tolerance to glyphosate observed in a C3 perennial weed, quackgrass (*Elytrigia repens*), grown at elevated carbon dioxide. Australian Journal of Plant Physiology 27: 159–166.
61. MAHELKA, V. – FEHRER, J. – KRAHULEC, F. – MAHELKA, V. – JAROLÍMOVÁ, V. (2007): Recent Natural Hybridization between Two Allopolyploid Wheatgrasses (*Elytrigia*, Poaceae): Ecological and Evolutionary Implications. Annals of Botany 100: 249–260.
62. MALKOLMES, H.P. (2006): Allelopathie mitteleuropäischer Ackerunkräuter – eine Übersicht. J. Plant Dis. Protect. Special Issue 20: 435–445.
63. MIKULKA, J. (1982): Reprodukční schopnost pcháče osetu (*Cirsium arvense*). Sborník UVTIZ – Ochrana rostlin 18, č. 4: 291–297.
64. MIKULKA, J. (1999): Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Farmář – Zemědělské listy. Praha. 160 pp.

65. MIKULKA, J. – CHODOVÁ D. (1998): Kamyšník přímořský osídluje ornou půdu. *Úroda* 7: 35.
66. MIKULKA, J. – KNEIFELOVÁ, M. (2003): Biology and ecology of *Bolboschoenus maritimus*. XVI<sup>th</sup> Slovak and Czech Plant Protection Conference. Nitra: 258.
67. MIKULKA, J. – KNEIFELOVÁ, M. (2004a): Vegetative reproduction of *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L., *Polygonum amphibium* L. and *Elytrigia repens* (L.). Desv. *Acta Herbológica* 13: 179–184.
68. MIKULKA, J. – KNEIFELOVÁ, M. (2004b): Changes in Weed Species Spectrum of Perennial Weeds on Arable Land. 12<sup>th</sup> International Conference on Weed Biology, Dijon, France: 219–224.
69. MIKULKA, J. – KNEIFELOVÁ, M. (2005): Plevelné rostliny. Profi Press, s.r.o., Praha. 148 pp.
70. MIKULKA, J. – ZÁKRAVSKÝ, P. (2007): Biologie, ekologie a možnosti regulace kamyšníků na zemědělské půdě. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha: 28 pp.
71. MIKULKA, J. – CHODOVÁ D. – ABRAHÁMOVÁ I. (1999): Expandující kamyšník přímořský (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) na orné půdě. *Farmář* 11: 27–28.
72. MORAVCOVÁ, L. – ZÁKRAVSKÝ, P. – HROUDOVÁ, Z. (2002): Germination response to temperature and flooding of four Central European species of *Bolboschoenus*. *Preslia* 74: 333–343.
73. NADEAU, L.B. (1988): Descriptive study of the root system of Canada thistle. The effects of nitrogen on root bud dormancy. PhD thesis, University of Alberta, 151 pp.
74. NIEDERSTRASSER, J. – GEROWITT, B. (2008): Studies on the response of root fragment of *Cirsium arvense* on dryness. *J. Plant Dis. Protect. Special Issue* 21: 369–372.



75. PAVLŮ, V. – HEJCMAN, M. – PAVLŮ, L. – GAISLER, J. (2003): Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland grassland in the Jizerské hory Mts., Czech Republic. *Folia Geobotanica* 38: 21–34.
76. PAVLŮ, V. – HEJCMAN, M. – PAVLŮ, L. – GAISLER, J. – NEŽERKOVÁ, P. – ANDALUZ, M.G. (2005): Vegetation changes after cessation of grazing management in the Jizerské Mountains (Czech Republic). *Annales Botanici Temnici* 42: 343–349.
77. PAVLŮ, V. – HEJCMAN, M. – PAVLŮ, L. – GAISLER, J. – NEŽERKOVÁ, P. (2006): Effect of continuous grazing on forage quality, quantity and animal performance. *Agric. Ecosys. Environ.* 113: 349–355.
78. PAVLŮ, V. – HEJCMAN, M. – PAVLŮ, L. – GAISLER, J. (2007): Restoration of grazing management and its effect on vegetation in an upland grassland. *App. Veg. Sci.* 10: 375–382.
79. PODUBSKÝ, V. – ŠTĚDRONSKÝ, E. (1954): Vodní, bažinné a pobřežní rostliny. Výskyt, život a význam, zvláště v rybářství. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
80. PROCHÁZKA, S. – ŠEBÁNEK, J. (1997): Regulátory rostlinného růstu. Akademie věd České republiky, Praha, 395 pp.
81. PYSEK, P. - SADLO, J. - MANDAK, B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia* 74: 97-186.
82. RABOTNOV, T. A. (1964) On the biology of monocarpic perennial plants. *Bulletin of the Moscow Society of Naturalists*, 71, 47-55. (In Russian)
83. RAJČYOVÁ, M. (1978): Causes of Overproduction of Weeds in Cereals. *Acta Botanica Acad. Sci. Slovaca*, ser. A, 3: 181–187.
84. ROBERTS, H. A. – NEILSON, J. E. (1981): Seed survival and periodicity of seedling emergence in twelve weedy species of Compositae. *Annals of Applied Biology* 97: 325-334.
85. SALISBURY, E. J. (1961): *Weeds & Aliens*. New Naturalist Series, Collins, London.

86. SALISBURY, E. J. (1962): The biology of garden weeds. Part II Biological features of the perennial weed flora of the garden. *Journal of the Royal Horticultural Society* 87: 458-470.
87. SALONEN, J. – HYVÖNEN, T. – JALLI, H. (2001): Weeds in spring cereal fields in Finland – a third survey. *Agricultural and Food Science in Finland* 10: 213–242.
88. SCHAUMANN, F. – HEINKEN, T. (2002): Endozoochorous seed dispersal by martens (*Martes foina*, M-martes) in two woodland habitats. *Flora* 197 (5): 370–378.
89. SCHRÖDER, VON G. (1998): Verbreitung, Bedeutung und Bekämpfung der Gemeinen Strandsimse (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) im Land Brandenburg. *Gesunde Pflanzen* 50 (2): 45–49.
90. SCHROEDER, D. – MILLER-SCHÄRER, H. – STINSON, C.S.A. (1993): European weed survey in 10 major crop system to identify targets for biological control of weeds. *Weed Research* 33: 449–459.
91. SHELDON, J.C. – BURROWS, F.M. (1973): The dispersal effectiveness of the achenepappus units of selected Compositeae in steady winds with convection. *New Phytologist* 72: 665-675.
92. SOUKUP, J. (1999): Hospodářsky významné plevelé ozimých obilovin. *Rostlinolékař*, roč. 10, č. 6: 2-4.
93. SOUKUP, J. – KRATOCHVÍL, M. – TŘEŠŇÁK, J. (2000): Control of Creeping thistle (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) by growth regulator-herbicides and their mixtures with sulfonylureas in spring barley. *J. Plant Dis. Protect. Special Issue* 17: 595–601.
94. SPARACINO, A.C. – BOCCHI, S. – FERRO, R. – RIVA, N. – TANO, F. (1996): The use of herbicides for weed control in flooded rice in North Italy. *Hydrobiologia* 340 (1-3): 265-269.
95. SUZUKI, T. - KOHNO, K. (1987) Nitrogen levels and free amino acids in mulberry roots from autumn through spring. *Agricultural and Biological Chemistry* 51: 53-58..

96. WEHSARG, O. (1954): Ackenrunkräuter. Berlin. 356 pp.
97. WINKLER, J. – SMUTNÝ, V. (2008): Regulace plevelů. In: Hůla, J. – Procházková, B. /ed./: *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press. Praha. 246 pp.
98. ZÁKRAVSKÝ, P. – HROUDOVÁ, Z. (1994): The effect of submergence on tuber production and dormancy in two subspecies of *Bolboschoenus maritimus*. *Folia Geobotanica Phytotaxonomica* 29: 217–226.
99. ZIMDAHL, R. L. (1993): Fundamentals of weed science. New York, 730 pp.

## 9. OBRAZOVÁ PŘÍLOHA



*Bolboschoenus planiculmis* - *Bolboschoenus laticarpus*



**Nažky** *B.planiculmis* - *B. laticarpus*



**Hlízky *B. planiculmis* - *B. laticarpus***



**Semenáč a rostlina *B. planiculmis***





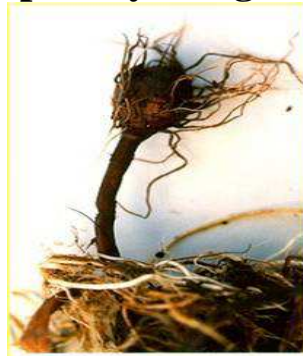
**Kořenový systém kamyšníků**



**Nádobové pokusy**



**Nádobové pokusy – vegetující hlízky**



**Dormantní hlízka**

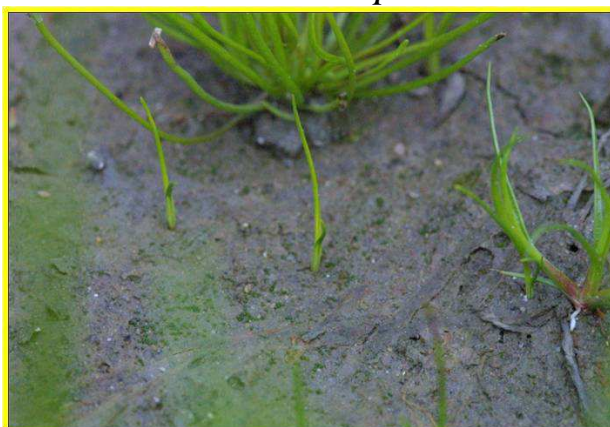


**Hodnocení pokusů**





**Mladá rostlina *B. planiculmis***



**Semenáč kamyšníků**



**Kamyšníky na podmáčených polích**





**Expanze kamyšníků v polních podmínkách**



**Přirozené stanoviště (Gabčíkovo – SK)**



**Přírodní stanoviště (Lipenská vodní nádrž - přítok)**