

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Ing. Veronika Valičková

katedra agroekologie a biometeorologie

**Faktory ovlivňující klíčení, vzcházení a mortalitu semen
v půdní zásobě druhu *Bromus sterilis* L.**

**Factors influencing the germination, emergence and mortality
of seeds in the soil seed bank of *Bromus sterilis* L.**

autoreferát doktorské disertační práce

Studijní program: Fytotechnika
Studijní obor: Obecná produkce rostlinná

Školitel: prof. Ing. Josef Soukup, CSc.
katedra agroekologie a biometeorologie

Konzultant: Ing. Kateřina Hamouzová, Ph.D.
katedra agroekologie a biometeorologie

Oponenti: **doc. Ing. Zdenka Martinková, CSc.**
doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D.
doc. Ing. Jiří Stach, CSc.

Obhajoba doktorské disertační práce se koná dne: 27. 9. 2017 v 11
hod. na: Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
ČZU v Praze

S doktorskou disertační prací je možno se seznámit na děkanátě
FAPPZ ČZU v Praze.

P r a h a 2 0 1 7

Obsah

| | |
|--|----|
| Obsah | 2 |
| Summary | 1 |
| 1. Současný stav poznání | 3 |
| 2. Cíle práce a vědecké hypotézy | 5 |
| 3. Materiál a metody | 6 |
| 4. Výsledky a diskuze | 8 |
| Primární dormance obilek | 8 |
| Rychlost klíčení | 8 |
| Stanovení teplotního optima pro klíčení | 9 |
| Vliv snížené dostupnosti vody na klíčivost obilek | 9 |
| Vliv přirozených antagonistů přispívajících k redukci půdní zásoby | 10 |
| Dynamika vzcházení a živostnost obilek v půdním profilu | 11 |
| Konkurenční schopnost sveřepu jalového v pšenici ozimé | 11 |
| Citlivost sveřepu jalového na vybrané herbicidy | 12 |
| 5. Závěr | 13 |
| 6. Seznam použité literatury | 15 |
| 7. Seznam publikací autora k řešené problematice | 17 |

Summary

Barren brome (*Bromus sterilis*) is a troublesome weed grass of winter cereals and spreads rapidly in the Czech Republic. Winter weed grasses spread primarily in winter crops stands and reduced soil tillage systems.

In this study, we focused on the primary dormancy, seed germination and viability under different temperatures and light regimes. Effect of various seed antagonists on their persistence in the soil profile was described. Possible means *B. sterilis* control in crops were studied as well. The competitiveness ability of barren brome was tested in three small plots experiments with diverse variables: the influence of winter wheat sowing time, control of barren brome by *glyphosate* before sowing of winter wheat and density of barren brome and efficacy of four active herbicide ingredients (*propoxycarbazone-Na*, *pyroxsulam*, *mesosulfuron-methyl* and *glyphosate*) commonly used against barren brome were screened. The distribution GR₅₀ estimates as a potential indicator for early resistance detection were assessed.

Primary dormancy of barren brome seeds was short, under the conditions of permanent darkness 85 % of seeds were able to germinate within 5 days after the harvest. Seeds germinated under a broad range of temperatures (10 °C to 35 °C), and the optimum temperature for germination was 20°C under dark and 25°C under light. The speed of germination and the germination percentage were influenced by the temperature and water potential (Ψ). Seeds germination decreased slowly with lower temperatures, low water potential and exposure to light. At higher

temperatures than 15 °C seeds germinated up to a Ψ value of -1.5 MPa. With decreasing temperature and Ψ , seeds were more sensitive to the light regime and the disproportion between T_{50} (days to 50 % germination) under light and dark increased.

The antagonists did not influence the mortality of barren brome seeds in soil profile. Phytopathogenic fungus *Pyrenophora semeniperda* was not found on the seeds surface of barren brome. The food preference by mice was very low.

Barren brome emerged only from shallow layers of the soil bank, the emergence percentage declined significantly with burial depth. The viability of barren brome seeds was only several weeks in the soil profile.

The term of winter wheat sowing was in the middle of September. The number of barren brome plants decreased about 90 % after pre-sowing application of *glyphosate*. The efficacy of herbicides (*propoxycarbazone-Na*, *pyroxsulam*) was positively affected by methylated rapeseed oil as an adjuvant.

The efficacy of *glyphosate* was very high also at lower rates than the recommended field rate. The active component *propoxycarbazone-Na* (reduced plant at 85 %) was more efficient than the active ingredient *pyroxsulam*. *Propoxycarbazone-Na* was also more pronouncing than *pyroxsulam* and *mesosulfuron-methyl* at higher growth stages of barren brome. The control of brome plants was influenced by localities, growing stage and presence of competing winter wheat.

Plants of barren brome could accommodate diverse environments, which could lead to its spreading to other climatic regions.

1. Současný stav poznání

Sveřep jalový (*Bromus sterilis* L.), který se v posledních letech rozšiřuje v západní a střední Evropě, patří mezi ozimé trávovité plevely a je považován za jeden z nejobtížněji hubitelných plevelů v ozimých obilninách (Froud-Williams, 1983). Od 70. let minulého století dochází k jeho rozšiřování na ornou půdu (Budd, 1981). Za rozšíření tohoto ozimého plevelu v České republice stojí pravděpodobně vlivy související se změnou struktury pěstovaných plodin, kdy na orné půdě převažuje pěstování ozimých plodin (pšenice ozimá) (Mikulka a kol., 2005) a se změnou zpracování půdy, především pokud jde o využívání minimalizační technologie zpracování půdy, (Kneifelová a Mikulka, 2004). Sveřep jalový se vyznačuje značnou konkurenceschopností a vysokou produkcí obilek (Kneifelová a Mikulka, 2004). Ekofyziologické vlastnosti obilek sveřepu jalového v polních podmínkách však doposud nebyly podrobně zkoumány. V pracích Froud-Williams (1983), Hilton (1984 a, 1984 b) bylo zjištěno, že obilky sveřepu jalového vykazují vysokou klíčivost a vzcházivost již krátce po dozrání, ale mají krátkou životnost v půdním profilu. K modelování procesů klíčení a vzcházení je možné využít hydrotermálního modelu, zohledňujícího vlivy prostředí jako je dostupnost vody, teplota a světelný režim (Meyer et Allen, 2009).

Regulace sveřepu jalového v ozimých plodinách se provádí mechanicky v době jeho vzcházení v meziorostním období, nebo post-emergentně v plodině s využitím herbicidů. Herbicidní ochrana proti sveřepu jalovému je však limitována množstvím registrovaných přípravků a je velmi nákladná. Vzhledem k tomu, že je nutné cílit

ochranu k co nejčasnější fázi vývoje sveřepu jalového, je důležité stanovit optimální podmínky pro jeho klíčení a následné vzcházení.

2. Cíle práce a vědecké hypotézy

Prozkoumat vliv abiotických faktorů prostředí na klíčení a vzcházení druhu *B. sterilis* a kvantifikovat vliv faktorů omezujících jeho populační dynamiku

Dílčí cíle disertační práce:

Objasnění vlivu hydrotermických a světelných podmínek na klíčení a vzcházení.

Stanovení vlivu abiotických podmínek prostředí na mortalitu semen v půdním profilu.

Poznání vlivu vybraných antagonistických organismů na mortalitu semen.

Posouzení vlivu termínu výsevu na konkurenceschopnost sveřepu jalového v porostu pšenice ozimé.

Ověření účinnosti a nejvhodnějšího způsobu aplikace registrovaných herbicidů.

Vědecké hypotézy:

H1: Abiotické faktory prostředí (dostupnost vláhy, teplota a světelné podmínky) ovlivňují klíčivost, rychlost klíčení a vzcházení.

H2: Hloubka uložení obilek sveřepu jalového v půdním profilu má vliv na dynamiku úbytku semen z půdní zásoby.

H3: Biotické faktory, jako např. specifictí predátoři, snižují množství diaspor sveřepu jalového.

H4: Pozdější termíny výsevu pšenice ozimé omezují konkurenční vliv sveřepu jalového.

H5: Mezi lokálními populacemi sveřepu jalového existují rozdíly v citlivosti k herbicidům. Způsob aplikace a pomocné látky pozitivně ovlivňují účinnost herbicidů.

3. Materiál a metody

V pokusech byly použity obilky sveřepu jalového, které pocházely z vytipovaných lokalit s jeho pravidelným výskytem.

U vybraných biotypů byla sledována klíčivost obilek v laboratorních podmínkách na klíčidlech v klimatizovaných komorách Sanyo MLR-350H. Laboratorní pokusy byly zaměřeny na sledování klíčivosti při režimech 10 °C, 20°C a 10/20 °C, stanovení teplotního optima pro klíčení, rychlosti klíčení a vlivu snižující se dostupnosti vody na klíčení. Výpočet času potřebného pro vyklíčení 50 % obilek (T_{50}) byl proveden v programu R-project (verze 2.15.2) podle algoritmu Nielsen et al. (2004). Vliv vodního potenciálu na hodnoty parametru T_{50} byl vyhodnocen pomocí jednoduché nelineární regrese v MS Excel 2013.

Byl sledován i vliv stáří obilek na klíčení (2, 4, 6, 8 a 10 měsíců po sklizni obilek) a vliv dusíku (amonná a dusičnanová forma) na klíčivost při různých světelných a teplotních podmínkách (stálé teploty: 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a střídání teplot: 0/15 °C, 5/15 °C, 10/20 °C, 15/20 °C).

V dalších pokusech byl sledován vliv přirozených antagonistů přispívajících k redukci obilek v půdní zásobě. Pro tyto pokusy byla zjišťována přirozená mykobiota z povrchu obilek (identifikace hub probíhala na základě mikro- a makro-morfologických znaků) a preference příjmu obilek hlodavci.

U obilek sveřepu jalového byla sledována dynamika vzcházení z různých hloubek půdního profilu (povrch půdy, 2, 4, 6, 8 a 12 cm) a životaschopnost obilek v půdním profilu (od jednoho měsíce po 36 měsíců) a různých hloubek půdního profilu (4, 12 a 20 cm).

V maloparcelových pokusech by sledován vliv termínu výsevu pšenice ozimé a obilek sveřepu jalového (časný- září, obvyklý- počátek října a pozdní- konec října) na výnos pšenice ozimé. V následujících letech byl sledován vliv předseťové aplikace *glyphosate* a vliv vysetého množství obilek sveřepu jalového na výnos pšenice ozimé. Na všech maloparcelových pokusech byly v týdenním intervalu počítány vzešlé rostliny sveřepu jalového na vyznačené ploše o rozměrech 1 m². Po sklizni byla sledována vzházivost sveřepu jalového z výdrolu na ploše o rozměrech 1 m². V letech 2011- 2013 byl sledován v polních podmínkách vliv pomocných látek (adjuvantů, smáčedel) a nosičů (voda nebo močovina) na účinnost proti rostlinám sveřepu jalového.

U vybraných populací byla pomocí nádobových dose-response pokusů testována citlivost sveřepu jalového vůči herbicidům s účinnými látkami *propoxycarbazone-Na* (Attribut SG 70+ Trend 90 0,05 %), *mesosulfuron methyl+ iodosulfuron methyl-Na* (Atlantis OD+ Biopower 1 l/ha), *pyroxsulam* (Corello+ Šaman 0,5 l/ha) s vybranými smáčedly a *glyphosate* (Roundup Klasik). Byly získány hodnoty ED₅₀ pro lokální populace. Na základě nelineárních regresních funkcí pomocí software R-project byly pro každý biotyp vypočteny hodnoty ED₅₀.

Statistická významnost vlivu abiotických faktorů na klíčení obilek byla testována pomocí analýzy variance (ANOVA) v programu Statistika (version 12) na hladině významnosti $\alpha=0,05$ (post-hoc test podle Tukey).

4. Výsledky a diskuze

Primární dormance obilek

Délka dormance pro obilky sveřepu jalového byla popsána již dříve, ale pouze, že je velmi krátká bez uvedení konkrétních hodnot (Froud-Williams, 1981). Byla potvrzena slabá primární dormance, kdy týden po sklizni bylo dosaženo klíčivosti 90-95 % za podmínek bez přítomnosti světla a 40 % obilek vyklíčilo při přítomnosti světla.

Rychlost klíčení

Obilky sveřepu jalového klíčí nejrychleji bez přítomnosti světla u všech testovaných teplot. Nejrychlejší klíčivost byla zjištěna při 25 °C, kdy hodnota T_{50} činila 0,7 dne ve tmě a 1,1 dne za světla. Hodnoty T_{50} pro střídání teplot jsou uvedeny v tab. 1. Negativní vliv světla na klíčení byl u sveřepu jalového sledován již v dřívějších studiích, např. Peters et al. (2000) a Froud-Williams et al. (1984).

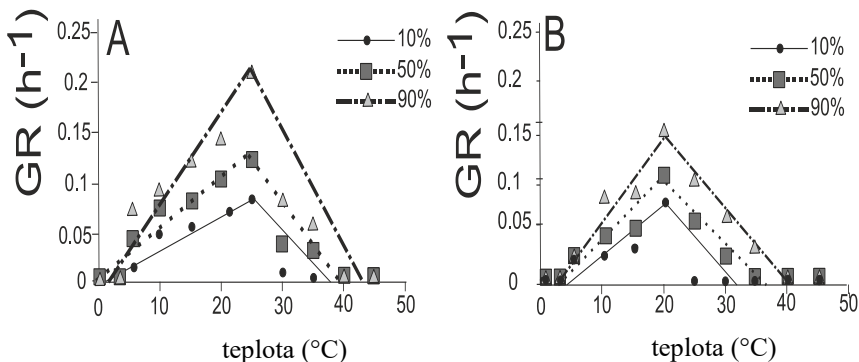
Tab. 1 Dynamika klíčení obilek sveřepu jalového při různých teplotních a světelných režimech

| rychlost klíčení (T_{50} = dny) | | |
|------------------------------------|--------|------|
| teplota (°C) | světlo | tma |
| 0/15 | 4,02 | 3,57 |
| 5/15 | 5,33 | 5,16 |
| 10/20 | 2,74 | 2,51 |
| 15/20 | 1,74 | 1,64 |

T_{50} - doba (počet dnů) potřebná k vyklíčení 50 % obilek

Stanovení teplotního optima pro klíčení

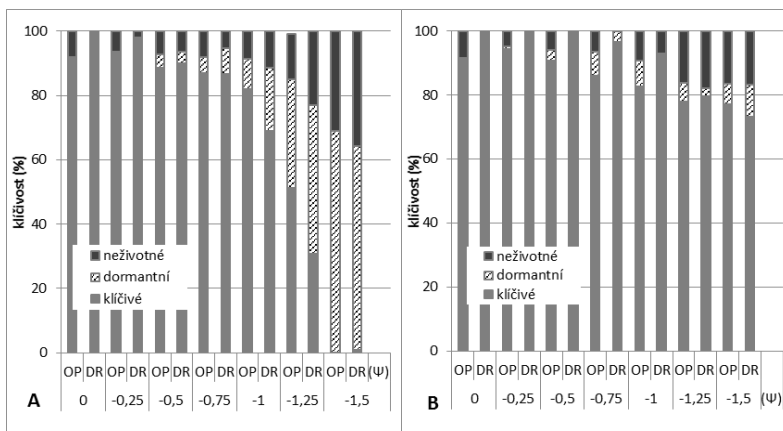
Rychlost klíčení ($GR_g=1/t_g$) lineárně roste s teplotou vyšší než minimální teplota (T_b ; 3 °C) až do 30 °C (graf 2 A, B). Optimální inkubační teplota zajišťující nejrychlejší klíčení obilek sveřepu jalového byla zjištěna za světla ve 25 °C a za tmy ve 20 °C. Hilton (1984 b) stanovila teplotní optimum v rozmezí 11- 23 °C.



Graf 2: Klíčovost (%) plně uzrálých obilek sveřepu jalového při různých teplotních a světelných podmínkách (A) světlo, (B) tma

Vliv snížené dostupnosti vody na klíčovost obilek

Se snižujícím se vodním potenciálem vody docházelo ke snížení procenta vyklíčených obilek a zvyšoval se podíl obilek v sekundární dormanci nebo podíl neživotných obilek u všech testovaných teplot. Při nejnižší hodnotě vodního potenciálu ($\Psi = -1,5$ MPa) a 25 °C bylo dosaženo 75-100 % klíčovosti obilek pouze bez přítomnosti světla. Za světla bylo po skončení testu (60-65 % obilek v sekundární dormanci a 30-35 % obilek neživotných (graf 3). Bylo prokázáno, že obilky sveřepu jalového jsou v průběhu klíčení tolerantnější k suchu než jiné druhy ze stejného rodu, např. *B. tomentellus*, *Bromus inermis* (Tavili et al., 2011) a *B. diandrus* (Del Monte et Dorado, 2011).



Graf 3: Klíčivé, dormantní a neživotné obilky sveřepu jalového při 25 °C a snižujících se hodnotách vodního potenciálu: A - bez přístupu světla, B - 12 h světlo/12 h tma (OP=Opolany, DR=Dřemčice)

Vliv přirozených antagonistů přispívajících k redukci půdní zásoby

Celkem bylo na obilkách sveřepu jalového nalezeno 5 běžných rodů fytopatogenních hub. Nejčastěji zaznamenaným taxonem byl rod *Alternaria*, následovaly rody *Ascochyta* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. a *Phoma* sp. Hledaný rod *Pyrenophora* byl identifikován pouze na lokalitě Přívory. Výskyt druhu *Pyrenophora semeniperda* (Meyer et Allen, 2009) v našich podmínkách potvrzen nebyl.

Celková spotřeba obilky sveřepu jalového myší se v řadě případů rovnala nule a maximální zaznamenaná spotřeba byla 0,85 g za den. Spotřeba alternativního potravního zdroje ječmene byla 7,4 g za den. Extrapolace dat na potravní preferenci hraboše polního je však obtížná, protože preferuje zelenou potravu jako listy trav *B. erectus* (Yu et al., 1980), *Poa pratensis* a *Poa annual trivialis*).

Dynamika vzcházení a živostnost obilek v půdním profilu

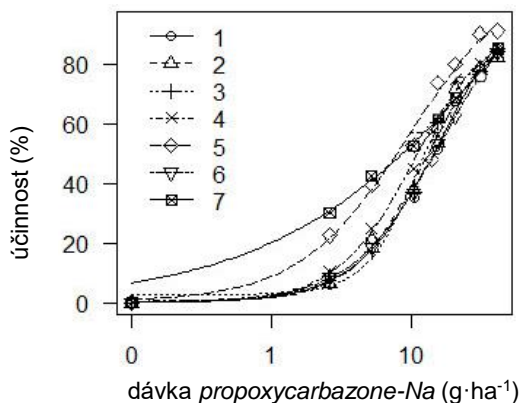
Obilky vyseté na povrchu půdy začaly klíčit o 14 dní později než obilky, které byly uloženy v hloubce 2 a 4 cm. Obilky uložené v hlubších vrstvách půdního profilu téměř nejsou schopny vzejít. Hlubší vrstvy jsou pro vzcházení limitní, ale Howard (1991) uvádí, že obilky sveřepu jalového jsou schopny klíčit i z hloubky 10 cm (5 %). Životnost obilek sveřepu jalového v půdě je velmi krátká. Froud-Williams (1981) uvádí, že je kratší než jeden měsíc. V našich experimentech vyklíčilo během této doby ve všech testovaných hloubkách přes 80 % obilek.

Konkurenční schopnost sveřepu jalového v pšenici ozimé

Hustota zaplevelení se používá k predikci výnosových ztrát, které mohou být konstantní nebo předvídatelné z roku na rok (Firbank et al., 1990). Cousens et al. (1988) v maloparcelovém pokusu odhadl, že ekonomický práh škodlivosti sveřepu jalového je již při 7 rostlinách·m⁻², v našich pokusech došlo k výraznějšímu poklesu výnosu při 82 rostlinách·m⁻². Obilky sveřepu jalového vzchází během pozdního léta a podzimu z povrchových vrstev velmi rychle, čímž působí velké problémy při jeho regulaci v porostech ozimých plodin (pšenice ozimé). Z našich pokusů vyplývá, že nejlepší termín výsevu pšenice ozimé na pozemku zapleveleném sveřepem jalovým je polovina září, jak bez aplikace, tak i s aplikací *glyphosate* v meziporostním období. Z pomocných látek byla vyšší účinnost zjištěna při použití *methyl ester* řepkového oleje (MERO).

Citlivost sveřepu jalového na vybrané herbicidy

Nejcitlivější reakce sveřepu jalového byla pozorována na účinnou látku *propoxycarbazone-Na* na lokalitě Lovčice ($ED_{50} = 9,86 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$). Naopak nejnižší citlivost měly rostliny z lokality Davle ($ED_{50} = 48,7 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$). Při použití doporučené dávky *propoxycarbazone-Na* docházelo k 85 % redukci biomasy (graf 4).



Graf 4: Účinnost *propoxycarbazone-Na* (Attribut 70 SG) na lokální populace sveřepu jalového (1 Dřemčice, 2 Opolany, 3 Třebívlice, 4 Vykáň, 5 Lovčice, 6 Kopidlno, 7 Davle; 28 dní po aplikaci)

Propoxycarbazone-Na se ukázal jako nejúčinnější z testovaných herbicidů. Má vysokou účinnost na rostliny sveřepu jalového ve všech třech růstových fázích (BBCH 11-21) již v poloviční dávce $30 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ (95 %) na lokalitě Dřemčice. Nižší účinnost byla zjištěna při konkurenci pšenice ozimé. Nesprávné načasování herbicidní ochrany může vést ke snížení účinnosti (Yelverton, 1996).

5. Závěr

V disertační práci byla sledována dormance, klíčení, dynamika klíčení, klíčení za snížené dostupnosti vody, vliv dusíku na klíčivost, vlastnosti povrchu obilek, predace obilek, vzcházení obilek sveřepu jalového, životaschopnost obilek v půdním profilu, konkurenceschopnost v pšenici ozimé a citlivost rostlin sveřepu jalového k vybraným účinným látkám.

Primární dormance obilek sveřepu jalového je velmi krátká, nebo může odeznít během několika týdnů po dozrání, pokud jsou vhodné podmínky prostředí.

Rychlost klíčení u sveřepu jalového je ovlivňována světlem, teplotou a dostupností vody.

Nedormantní obilky sveřepu jalového jsou schopny klíčit i při velmi nízkých hodnotách vodního potenciálu ($\Psi = -1,5$ MPa), kdy ale dochází ke snížení počtu vyklíčených obilek a snižuje se rychlost klíčení. S klesající teplotou a vodním potenciálem byly obilky sveřepu jalového citlivější na světelný režim a zvyšoval se rozdíl mezi hodnotami T_{50} zjištěnými za světla a ve tmě. Nízká dormance, rychlé klíčení, široké rozmezí teplot klíčení a schopnost klíčit při nízkých hodnotách vodního potenciálu dělají z tohoto druhu velmi agresivní a konkurenceschopný plevel již od počátku růstu ozimých plodin.

Výskyt fytopatogenní houby *Pyrenophora semeniperda* na obilkách sveřepu z námi pořízených sběrů v České republice nebyl potvrzen. Obilky sveřepu jalového vzcházejí nejlépe z horních vrstev půdního profilu. Životaschopnost obilek sveřepu jalového v půdním profilu je velmi krátká, obilky přežívají v půdě pouze několik týdnů.

Z výsledků vyplývá, že škodlivost sveřepu jalového vzcházejícího z povrchu půdy a z půdní zásoby může být do značné míry ovlivněna termínem výsevu pšenice ozimé a operacemi v době zakládání porostu.

Z testovaných účinných látek, registrovaných v České republice, prokazoval vyšší účinnost přípravků obsahující účinnou látku *propoxycarbazone-Na* (redukce nadzemní biomasy o 85 %) při růstové fázi sveřepu jalového BBCH 13-14 a účinnost látky *pyroxsulam* byla nižší (redukce nadzemní biomasy o 83 %). Citlivost populací pocházejících z různých lokat je rozdílná. Mezi testovanými pomocnými látkami vykazoval vyšší účinnost *methyl ester* řepkového oleje.

Tato práce potvrzuje, že sveřep jalový má vysokou přizpůsobivost prostředí, která umožňuje tomuto druhu šíření v klimaticky odlišných oblastech. Získané informace o ekologii klíčení a vzcházení sveřepu jalového mohou být použity v modelech pro časování herbicidní ochrany v ozimých plodinách v oblastech střední Evropy.

6. Seznam použité literatury

- Budd, E. G. 1981.** Survey, dormancy and life cycle of *Bromus sterilis* (Sterile Brome) in cereals, with particular reference to spring barley. Journal of the National Institute of Agricultural Botany. 15. 430-439.
- Cousens, R., Firbank, L. G., Mortimer, A. M., Smith, R. G. R. 1988.** Variability in the relationship between crop yield and weed density for winter and *Bromus sterilis*. Journal of Applied Ecology. 25. 1033-1044.
- Del Monte, J. P., Dorado, J. 2011.** Effects of light conditions and after-ripening time on seed dormancy loss of *Bromus dianthus* Roth. Weed Research. 51. 581-590.
- Firbank, L. G., Cousens, R., Mortimer, A. M., Smith, R. G. R. 1990.** Effects of soil type on crop yield-weed density relationships between winter wheat and *Bromus sterilis*. Journal of Applied Ecology. 27. 308-318.
- Froud-Williams, R. J. 1981.** Germination behavior of *Bromus* species and *Alopecurus myosuroides*. Conference on grass weeds in cereals in the United Kingdom, University of Reading, Berkshire. England. Association of Applied Biologists. Wellesbourne. Great Britain. 31-40.
- Froud-Williams, R. J. 1983.** The influence of straw disposal and cultivation regime on the population dynamics of *Bromus sterilis*. Annals of Applied Biology. 103. 139-148.
- Froud-Williams, R. J., Drennan, D. S. H, Chancellor, R. J. 1984.** The influence of burial and dry-storage upon cyclic changes in dormancy, germination and response to light in seed of various arable weeds. New Phytologist. 96. 473-481.
- Hilton, J. 1984 a.** The influence of dry storage temperature on the response of *Bromus sterilis* L. seeds to light. New Phytologist. 98. 129-134.
- Hilton, J. 1984 b.** The influence of temperature and moisture status on the photoinhibition of seed germination in *Bromus sterilis* L. by the far-red absorbing form of phytochrome. New Phytologist. 97. 369-374.

- Howard, C. L. 1991.** Comparative ecology of four brome grasses. Ph. D-thesis, University of Liverpool.
- Kneifelová, M., Mikulka, J. 2004.** Biologie a ekologie sveřepu jalového. Farmář. 6. 22-23.
- Meyer, S. E., Allen, P. S. 2009.** Predicting seed dormancy loss and germination timing for *Bromus tectorum* in a semi-arid environment using hydrothermal time models. Seed Science Research. 19. 225-239.
- Mikulka, J., Kneifelová, M., Martinková, Z., Soukup, J., Uhlík, J. 2005.** Plevelné rostliny. Nakladatelství Profi Press. s. 148.
- Peters, N. C., Atkins, H. A, Brain, P. 2000.** Evidence of differences in seed dormancy among populations of *Bromus sterilis*. Weed Research. 40. 467-478.
- Tavili, A. S., Zare, S., Moosavi, S. A., Enayati, A. 2011.** Effect of seed priming on germination characteristic of *Bromus* species under salt and drought conditions. American-Eurasian Journal Agricola and Enviromental Science. 10 (2). 163-168.
- Yelverton, F.** Strategies for Turfgrass Weed Control with Preemergence Herbicides. [online]. 1996. [cit. 2017-6-1]. Dostupné z <<http://www.turffiles.ncsu.edu/pubs/weeds/ln&Ind.html>>.
- Yu, O., Vergne, Y., Gounot, M., 1980.** Modèle d'interaction entre campagnols *Miscrotus arvalis* et prairie permanente. Revue d'Ecologie (Terre et Vie). 34. 373-426.

7. Seznam publikací autora k řešené problematice

Vědecké publikace s IF

Jursík, M., Kolářová, M., Soukup, J., **Žďárková, V.** 2016. Effects of adjuvants and carriers on propoxycarbazone and pyroxsulam efficacy on *Bromus sterilis* in winter wheat. Plant, Soil and Environment. 62. 447-452.

Valičková, V., Hamouzová, K., Kolářová, M., Soukup, J. 2017. Germination responses to water potential in *Bromus sterilis* L. under different temperature and light regimes. Plant, Soil and Environment, 63. in press.

Recenzované publikace

Žďárková, V., Hamouzová, K., Holec, J., Janků, J., Soukup, J. 2014. Seed ecology of *Bromus sterilis* L. Julius – Kühn – Archiv 443. 156-164.

Žďárková, V., Jursík, M., Holec, J., Hamouzová, K., Soukup, J. 2014. Botanická charakteristika a rozšíření významných sveřepů v ČR. Úroda. 5. 56-58.

Žďárková, V., Hamouzová, K., Soukup, J. 2015. Vliv teploty na klíčivost semen sveřepu jalového. Úroda. 2. 30-32.

Žďárková, V., Hamouzová, K., Průšová, M., Jursík, M., Soukup, J. 2016. Citlivost sveřepu jalového na vybrané herbicidy. Úroda. 4. 96-100.

Odborné publikace

Holec, J., Hamouzová, K., **Žďárková, V.** 2013. Plevelé v porostech ozimých obilnin. Farmář. 19 (8). 30-32.

Jursík, M., **Žďárková, V.**, Soukup, J. 2014. Biologie a regulace sveřepů. Agromanuál. 9 (2). 10-13.

Příspěvky ve sborníku

Jursík, M., Soukup, J., **Žďárková, V.** 2015. Jak regulovat sveřepy jako nový agresivní plevel ozimých obilnin? Příspěvek ve sborníku In: Jak dále v intenzivním pěstování obilnin? 9-16.

Košnarová, P., Hamouzová, K., **Žďárková, V.**, Soukup, J. 2016. Investigating the extent of herbicide resistance in problematic grass weeds in the Czech Republic. In: Proceedings 7th International Weed Science Congress. Prague. 19. -25. 6. 2016. p. 326.

Žďárková, V., Koprdovalá, S., Saska, P., Soukup, J. 2012. Postdisperzní predace semen druhů z čeledi *Brassicaceae* členovci. In: Zborník abstraktov z XIX. Slovenskej a českej konferencie o ochraně rastlín. Nitra. 5. - 7. 9. 2012. s. 89-90.

Žďárková, V., Novotný, D., Soukup, J. 2013. Přirozená mykobiota obiliek *Bromus sterilis* L., Abstrakt z konference bude publikován v řádném čísle Mykologických listů na podzim 2013.

Žďárková, V., Hamouzová, K., Soukup, J. 2015. Konkurenční schopnost sveřepu jalového v pšenici ozimé, Sborník abstraktů z XX. Česká a slovenská konference o ochraně rostlin. Praha 2015. 1. - 3. 9. 2015. s. 136.