AGRÁRNÍ KOMORA
České republiky

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

„Umění zemědělství
je realizace nějakého
ideálního objektu."

Albrecht Daniel Thaer

Publikace Agrární komory České republiky

POMOCNÉ PLODINY
v pěstebních systémech polních plodin

Vedoucí autorského kolektivu
Doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.

AGRÁRNÍ KOMORA
České republiky

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

POMOCNÉ PLODINY

v pěstebních systémech polních plodin

Václav Brant, Milan Kroulík, Jindřich Šmöger, Petr Zábranský,
Michaela Škeříková, Pavel Hamouz a Luděk Tyšer

Autorský kolektiv:

Doc. Ing. **Václav Brant**, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU v Praze

Spoluautoři:

Ing. **Pavel Hamouz**, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU v Praze

Doc. Ing. **Milan Kroulík**, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU v Praze

Ing. **Michaela Škeříková**, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze

Jindřich Šmöger,
Statek Bureš, s.r.o.

Ing. **Luděk Tyšer**, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. **Petr Zábranský**, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU v Praze

Publikace byla vytvořena pouze za finanční podpory
Ministerstva zemědělství ČR
(dotační titul 9.F.e. Regionální přenos informací,
Rozhodnutí reg. č. 1629/2019-14150Re)

ISBN 978-80-88351-03-0

VYDALA:
Agrární komora České republiky

Počernická 272/96, 108 00 Praha 10
Tel.: +420 296 411 180
e-mail: sekretariat@akcr.cz

www.akcr.cz, www.eagri.cz

Recenzent:
Ing. **Jiří Šilha**, Ph.D., SOUFFLET AGRO a.s.

Přílohová část:
Atlas vybraných druhů pomocných plodin

Pavel Hamouz, Luděk Tyšer, Václav Brant a Petr Zábranský

Autoři fotografií:
Václav Brant, Pavel Fuksa, Pavel Hamouz, Petr Hanáček, Jakub Slabý, Jindřich Šmöger, Luděk Tyšer, Petr Zábranský, PRO SEEDS s.r.o., Strom Praha, a.s.

Poděkování:
Výsledky zahrnuté do předkládané publikace byly získány v rámci projektů:

EIP, č. 17/005/1611a/453/00010
Půdoochranné technologie v oblasti Vysokomýtské synklinály (MZe ČR)

TH03010409
Výzkum a vývoj strojů pro precizní zonální systémy pěstování polních plodin (TAČR)

Praha, říjen 2019

OBSAH

1. Vývoj pěstebních systémů polních plodin 6
2. Struktura plodin v osevních postupech 7
3. Biotické intenzifikace 9
4. Pomocné plodiny 10
5. Historie a vývoj systémů s využitím pomocných plodin 12
5. 1. Setí do živého mulče 13
5. 2. Pásové výsevy pomocných plodin **17**
5. 2. 1 Založení pásů pomocné plodiny secím strojem 18
5. 2. 2. Založení pásů pomocné plodiny pásovým kypřičem pro mělké kypření či plečkou 20
5. 3. Souběžné pěstování pomocné a hlavní plodiny 26
5. 3. 1. Systémy cíleného rozmístění hlavní plodiny a náhodného rozmístění pomocné plodiny 27
5. 3. 2. Systémy cíleného rozmístění hlavní a pomocné plodiny 29

6. Biologické vlastnosti pomocných plodin 35
6. 1. Vlastnosti semen pomocných plodin 35
6. 2. Dynamika růstu pomocných plodin 40
6. 2. 1. Výška rostliny ve vztahu k vývojovým fázím 41
6. 2. 2. Dynamika vývoje habitu rostlin 42
6. 2. 3. Odrůdová variabilita 60
6. 2. 4. Kořenový systém 63
6. 2. 5. Kvalitativní parametry biomasy 65

7. Uplatnění pomocných plodin v pěstebních technologiích **70**
7. 1. Obilniny 70
7. 2. Mák setý 77
7. 3. Luskoviny 91
7. 4. Kukuřice setá 87
7. 5. Cukrová řepa 91
7. 6. Ozimá řepka 93

8. Agronomické přínosy a rizika systémů pomocných plodin **99**
9. Celospolečenské přínosy pomocných plodin **100**
10. Seznam literatury **101**
11. Atlas vybraných druhů pomocných plodin (seznam druhů) **109**

PŘEDMLUVA

Systémy využití pomocných plodin představují jednu z cest biotických intenzifikací v rostlinné výrobě. Využitím znalostí biologických principů umožňují eliminovat případné negativní působení zemědělství na životní prostředí při zachování stávající produktivnosti pěstebních systémů.

Cílem využití pomocných plodin je snížení energetické náročnosti při pěstování polních plodin. Omezení erozních procesů půdy a stabilizace půdní struktury, včetně optimalizace bilance organické hmoty. Pomocné plodiny lze využít i pro biologickou regulaci plevelů, chorob a škůdců, což vede ke snížení spotřeby pesticidů na jednotku plochy půdy. Obdobně jako každá technologie, je pěstování pomocných plodin spojeno i s riziky. Zejména se jedná o konkurenci pomocné plodiny vůči plodině hlavní a působení pomocné plodiny na plodinu následnou.

Hlavním cílem předkládané knižní publikace je poskytnout ucelený pohled na problematiku využití pomocných plodin v podmínkách střední Evropy, včetně modifikací této technologie pro vybrané polní plodiny, z hlediska jejich možného pozitivního a negativního působení v rámci systémů hospodaření na orné půdě a ve vztahu k celospolečenským požadavkům kladeným na funkce zemědělství.

Publikace obsahuje domácí a zahraniční poznatky o výše uvedené problematice, včetně originálních výsledků jednotlivých členů autorského kolektivu.

Z hlediska zaměření je kniha primárně určena pro zemědělskou praxi provádějící zemědělskou výrobu v rámci konvenčních a ekologických systémů hospodaření.

Autoři

ABSTRACT

Companion crops in filed crops farming systems

Biotic intensification is one of the possible solutions for the future development in agriculture. It is based on the use of positive and/or negative interactions between organisms in a habitat. In synergy with these principles, cropping systems are being developed that use simultaneous growing of the main crop and companion crop (help crop, intercrop, cover crop *sensu lato*). The aim of these technologies is in a control of soil erosion, temporal carbon dioxide fixation, reduction in pesticide use, and the decrease of amounts of mineral fertilisers applied. Another benefit of this system is in increased diversity of agrophytocoenoses (plant communities on arable land). The crucial role play legumes/pulses that can fix nitrogen from the atmosphere that is later available for the main crop. Companion crop systems are characterised by the differences between companion crop and main crop species in growth intensity through the vegetation period, and in the structure of plant spacing of main crop and companion crop. The most important factor for the future development of technologies using companion crops is the development of proper machinery for sowing. These systems are rapidly spreading across the fields with maize, sugar beet, cereals, winter oilseed rape, poppy, and legumes.

1. VÝVOJ PĚSTEBNÍCH SYSTÉMŮ POLNÍCH PLODIN

Současné trendy vývoje pěstebních systémů polních plodin zásadním způsobem reagují na potřebu zajištění trvale udržitelných systémů hospodaření na půdě a jejich přizpůsobení se především změně vláhových a teplotních podmínek krajiny. Výrazně se do jejich vývoje promítají požadavky na eliminaci negativního vlivu zemědělství na životní prostředí a na samotnou kvalitu života a zdraví člověka. Intenzivní zemědělská produkce přispívá ke globálním a místním změnám ve využívání půdy a krajiny a mnohdy je spojena s degradací ekosystémů a ztrátou ekosystémových funkcí *(např. Costanza a kol., 1997; Tilman a kol., 2002; Zhang a kol., 2017)*. *Robertson a Swinton (2005)* poukazují na skutečnost, že moderní systémy pěstování plodin se zaměřují na jednu ekosystémovou službu, na produkci obchodovatelných komodit. Zároveň uvádějí, že dlouhodobě jsou stále opomíjené mimoprodukční funkce zemědělství ve vztahu k setrvalému využívání přírodních zdrojů, jako je kvalita vody, vzduchu a půdy, zajištění využitelnosti krajiny pro volně žijící organismy, omezení rozvoje škodlivých organismů a fixace uhlíku. Ty by měly přispět k posílení pozitivní ekologické stopy vytvářené zemědělstvím. Pozitivní efekt tzv. Zelené revoluce ve vztahu k zajištění nárůstu potravin pro stále rostoucí lidskou populaci spojený především s využitím nových odrůd v kombinaci s aplikací minerálních hnojiv a pesticidů, včetně uplatnění závlah, však vedl ke ztrátě ekosystémových funkcí zemědělství, včetně sociálních a environmentálních škod *(Conway 1997; Cassman a kol., 2003; Evensonand a Gollin, 2003)*. Výrazným důsledkem tohoto vývoje byl přechod k monokulturám, vnímaným jak z prostorového, tak časového hlediska. Dlouhodobě se proto hovoří o nové Zelené revoluci, která by měla vycházet z kombinace moderních technologií a tradičních principů hospodaření za účelem systémového propojení zemědělských, sociálních a agroekologických systémů a stanovení optimalizace výše výnosů.

2. STRUKTURA PLODIN V OSEVNÍCH POSTUPECH

Rozvoj zemědělských systémů je plně spjat s vývojem osevních postupů v rámci pravých zemědělských systémů. Ty lze na rozdíl od tzv. primitivních systémů spojovat s trvalým osídlením, pravidelným obhospodařováním půdy a s potřebou udržování půdní úrodnosti. Jejich základem v Evropě je přechod od trojpolního systému hospodaření a jeho modifikací ke střídavým osevním postupům. Ty vycházely ze střídavých osevních postupů vzniklých v 18. století ve Flandrech a následně rozšířených do Anglie *(Lom, 1977)*. Historicky je vývoj střídavých osevních postupů spojen s principy střídání plodin v rámci norfolkského osevního postupu. Zavedení střídavých osevních postupů lze jednoznačně považovat za výrazný faktor vedoucí k pestrosti struktury plodin pěstovaných na orné půdě, se současným zvýšením půdní úrodnosti a výnosů. Nárůst pestrosti struktury osevních postupů v Evropě lze zaznamenat od 17. století do 60. let století 20. Následně dochází v důsledku změny druhové a odrůdové skladby plodin, využívání minerálních hnojiv a pesticidů a dalších faktorů k poklesu pestrosti osevních postupů *(Knauer, 1993; Freyer, 2003)*. Vysoký tlak na efektivitu a ekonomiku výroby, změny struktury hospodářských zvířat, globalizace trhu apod. monotónnost osevních postupů dále prohlubují. Absence výhod střídání plodin je jednou z primárních příčin negativního vlivu zemědělství na kvalitu přírodních zdrojů a jejich nahrazení vnějšími vstupy energie za účelem stabilizace bilance energie a hmoty vede ke zvýšení ekologických rizik.

Nové postupy pěstování plodin se zaměřují na zvýšení druhové pestrosti osevních sledů a samotné pestrosti struktury pěstovaných plodin na půdním bloku. Jednou z možností je dlouhodobé a systémové zařazování porostů meziplodin do stávající struktury plodin *(Freyer, 2003; Brant a kol., 2008a)*. Především v 90. letech minulého století se v Evropě jednalo o rozvoj tzv. integrovaných osevních postupů, jejichž cílem bylo na základě zvýšeného využívání meziplodin (letní, strniskové, ozimé a podsevové) zlepšit bilanci toku energie a hmoty na orné půdě a přispět ke snížení vstupů minerálních hnojiv a pesticidů, včetně eliminace monotónnosti struktury plodin na půdním bloku. Pěstování meziplodin je rovněž vnímáno jako faktor přispívající k omezení zhutnění půdy. Některé studie *(např. Brunotte a Fröba, 2007)* poukazují na skutečnost, že utužení spodní vrstvy půdy od šedesátých do devadesátých let minulého století narůstalo. S intenzivnějším nástupem bezorebného zpracování půdy, s obnovením pěstování meziplodin a se změnou konstrukce pneumatik došlo v období let 1990 – 2003 k poklesu utužení půdy v podorničí na hodnoty stanovené v šedesátých letech.

Cílené uplatnění meziplodin v pěstebních systémech se promítlo i do tzv. konceptu živého mulče, který se v globálním měřítku začíná uplatňovat v 80. letech minulého století. Je přímou reakcí nejen na pokles struktury plodin na orné půdě, ale také na nárůst chemizace zemědělské výroby. Základem konceptu je tvorba rostlinných pokryvů v meziporostním období a v porostech hlavních plodin za účelem biologického zpracování půdy, eliminace eroze, omezení rozvoje plevelů, chorob a škůdců, zajištění vstupu organické hmoty do půdy apod., včetně reakce na změny klimatu *(např. Hughes a Sweet 1979; Brandesater a kol.; 1999, Liedgens, 2001 a Hartwig a Ammon, 2002)*. Tyto koncepty se následně promítly do rozvoje systémů pěstování více hlavních plodin na půdním bloku, do systémů ekologického zemědělství, ale i do koncepcí využití pomocných plodin.

Výrazným trendem směřujícím ke zvýšení druhové pestrosti plodin na půdním bloku a v rámci střídání plodin je souběžné pěstování dvou, případně více, hlavních plodin. Jedná se o rozdílné systémy cíleně odděleného pěstování většinou dvou hlavních plodin, tzv. double-cropping. Double-cropping je výrobní systém, který využívá souběžného růstu dvou samostatných plodin v rozdílném časovém období. Ve srovnání s prostorovou monokulturou umožňuje efektivnější práci s klimatickými podmínkami prostředí a zvýšení využití půdy, včetně zvýšení intenzity práce. Dále se jedná o vzájemné pozitivní působení plodin, zvýšení dostupnosti živin a obecné využití synergických efektů mezi rostlinami *(např. Crabtree a kol., 1990; Gentry a kol., 2013; Pandey a kol., 2013 a Sandler a kol., 2015)*. Souběžné pěstování plodin je postaveno na optimalizaci struktury porostů skládajících se ze zón pěstovaných plodin, které jsou vysévány do pravidelně se střídajících víceřádků dané plodiny. Výsev plodin probíhá většinou odděleně, např. dosetí plodiny do porostu druhé, výsev před sklizní nebo okamžitě po sklizni. Technologie jsou závislé na technickém vybavení, zejména pro zakládání porostů a pro sklizeň.

Omezený počet kulturních druhů majoritně pěstovaných v zemědělství, který je do značné míry ovlivněn globalizací výroby, trhu a ekonomiky, neumožňuje jednoznačný návrat k tradičním systémům střídání plodin. Proto se pěstební systémy polních plodin zaměřují na souběžné pěstování dvou a více plodin na jednom půdním bloku, s rozdílným pěstebním cílem jejich využití, jako tzv. pomocných plodin *(např. Böhm a kol., 2017; Seidel a Gläser, 2017; Brant a kol. 2018a; Brant a kol. 2019 b a Klingenhagen 2019)*. V rámci vývoje nových a inovace stávajících pěstebních systémů se jedná zejména o řešení následujících okruhů problémů:

- omezení dodatkových vstupů energie, zejména z neobnovitelných zdrojů,
- stabilizace bilance energie a hmoty na základě fixace sluneční energie do biomasy neopouštějící půdní blok,
- zamezení degradačních procesů půdy, včetně eroze, s využitím bioefektů,
- cílené zadržení vody v půdě, zvýšení jejího využití a omezení jejího znečišťování,
- snížení vstupů pesticidů a dalších škodlivých látek na jednotku plochy půdy,
- snížení spotřeby a zvýšení efektivity využití průmyslově vyráběných hnojiv,
- stabilizace a zpestření potravní nabídky pro mikrobní společenstva v půdě a zajištění

druhové pestrosti půdní mikroflóry,
- podpora druhové pestrosti agrofytocenóz za účelem podpory volně žijících organismů ve vztahu k omezení škod škodlivými činiteli,
- zvýšení dočasné fixace oxidu uhličitého,
- zachování či zvýšení produktivity pěstebních systémů na základě využívání biotických principů,
- zvyšování pestrosti osevních postupů a využití modifikovaných principů střídání plodin ve stávajících systémech pěstování,
- propojení biotických intenzifikací a moderních technologií v návaznosti na automatiku a robotiku.

3. BIOTICKÉ INTENZIFIKACE

Nové pěstební technologie by měly využívat tzv. princip biotické intenzifikace *(Cadoux a kol., 2015)*. Biotická intenzifikace spočívá v cíleném využití pozitivních a negativních biologických interakcí mezi živými organismy na stanovišti. Zároveň se jedná o cílené ovlivnění abiotických podmínek stanoviště daným organismem (především se jedná o bakterie, houby, rostliny a některé zástupce živočichů). Na využití biotické intenzifikace z hlediska zvýšení úrodnosti půdy a při ochraně rostlin poukazují *(Doré a kol., 2011; Gaba a kol., 2014)*. Zásadní roli v rámci práce s biotickými efekty má podpora druhové pestrosti (*Vandermeed a kol., 1998; Ratnadas a kol., 2012)*. Směsné prosty rozdílných druhů plodin mohou zvyšovat produktivitu systémů, omezovat výskyt škodlivých organismů, zvyšovat fixaci CO_2 a omezovat ztráty živin *(Malézieux a kol., 2009)*. Výsledkem uplatnění biotických intenzifikací je zachování, či zvýšení, produktivnosti pěstebních systémů při současném omezení stávajících dodatkových vstupů energie a práce a snížení ekologických rizik. Z ekonomického hlediska by biotické intenzifikace měly přispět ke snižování ekonomických nákladů na celý pěstební systém. Ekonomické a ekologické hodnocení pěstebních systémů využívajících biotické intenzifikace nelze hodnotit pouze z pohledu vlivu na jednu plodinu pěstovanou v daném hospodářském roce, protože se výsledky efektu mohou projevit až v následných plodinách, nebo v produktivnosti celého pěstebního systému v delším časovém horizontu.

4. POMOCNÉ PLODINY

Jednou z možností využití principů biotické intenzifikace je uplatnění tzv. pomocných plodin v rámci pěstebních systémů. Pomocné plodiny jsou obecně vnímány jako rostliny, které napomáhají dosažení pěstebních a ekologických cílů při pěstování hlavní plodiny a mohou být využity i jako producenti hlavního produktu. Jednou z možností je využití pomocných plodin pro tvorbu mulče na povrchu půdy, který eliminuje rozvoj plevelů a umožňuje omezení použití herbicidů, včetně rozvoje systémů bez účinné látky glyphosate *(např. Böhler a Dierauer, 2017; Brant a kol. 2018 b)*. Ověřovány jsou technologie použití pomocných plodin v kukuřici seté a dalších širokořádkových plodinách za účelem zvýšení dostupnosti živin *(např. Paul, 2016 a Böhm a kol., 2017)*. Dále se jedná o systémy vyžívající pomocné plodiny v protierozní ochraně širokořádkových plodiny a v systémech omezení evaporace *(např. Brant a kol., 2017a; Klingenhagen 2019; Brant a kol. 2019a)* a v úzkořádkových plodinách, jako jsou obilniny, mák a ozimá řepka *(Seidel a Gläser, 2017; Brant a kol., 2018 b; Brant a kol., 2019 b)*. Na využití pomocných plodin jako zdroje živin a zlepšení jejich dostupnosti pro hlavní plodiny poukazují např. Seidel a Gläser (2017) či Brant a kol. (2018c).

Opomenout nelze využití pomocných plodin z hlediska omezení škodlivých činitelů. Pomocné plodiny pěstované souběžně s hlavní plodinou však přispívají ke snižování selekčního procesu výběru hostitelské rostliny hmyzem *(např. Finch a Kienegger, 1997; Theunissen a kol., 1995)*. Významnější roli hraje využití pomocných plodin při regulaci půdních patogenů. Zde se jedná o regulaci patogenních baktérií, hub a virů, včetně půdních nematod *(Farooq a kol., 2013)*. Využití alelopatických látek vůči půdním patogenům vykazuje vyšší efektivitu ve srovnání s použitím chemické ochrany *(Farooq a kol., 2011)*. Standardně je alelopatické působení plodin využíváno v osevních postupech zaměřených na pěstování cukrovky. K tomuto účelu se využívá odrůd ředkve olejné a hořčice bílé rezistentních vůči háďátku řepnému *(Lelivelt a Hoogendoorn 1993; Rühm a kol. 2003)*. V rámci rostlinné výroby se z hlediska praktického využití jedná o využití alelopatického působení druhů pěstovaných jako hlavní plodina, či jako meziplodina. Intenzivně je zkoumáno u rýže *(např. Norsworthy a kol., 2011; Bernstein a kol., 2014)*, ale existují alelopaticky působící odrůdy u ječmene a pšenice, ale také u slunečnice a ozimé řepky a dalších druhů *(např. Dhima a kol., 2008; Asaduzzaman a kol., 2014)*. Alelopatické působení vykazují i druhy vysévané jako meziplodiny: pohanka obecná, jetel nachový, hořčice bílá, hořčice černá, ředkev olejná, vikev huňatá apod. *(Jabran a kol., 2015)*. Významné alelopatické působení vykazují některé odrůdy či hybridy čiroku *(Weston a kol., 2013)*. Známé je působení rostlin z čeledi brukvovitých na základě přeměny glukosinolátů až na inhibiční isothiokyanáty *(Halkier a Gershenzon, 2006)*.

Pozitivní vliv výsevu kukuřice mezi pásy jílku vytrvalého založené na podzim z hlediska ome-

zení eroze a snížení zaplevelení popisují Brant a kol. (2017a). Využití živého mulče u obilnin popisuje např. Hiltbrunner (2005), v jehož pokusech rozteč mezi řádky obilniny činila 0,3 m. Založení porostů ozimé řepky se souběžným výsevem pomocných vymrzajících plodin (bob obecný, čočka jedlá, hrachor setý a jetel nachový) vedlo ke snížení rozvoje plevelů *(Cadoux a kol., 2015)*. Podle Branta a kol. (2018d) snižoval plošný přísev hořčice bílé při zakládání porostů ozimých forem hrachů na podzim rozvoj plevelů v jarním období.

Cílů, které mohou tyto plodiny plnit, je několik a mnohdy se vzájemně překrývají. V rámci konvenčního a ekologického zemědělství se především jedná o:

- eliminaci degradačních procesů půdy (omezení erozních procesů, podpora infiltrace a retence vody, zdroj organické hmoty, stabilizace rozkladných procesů, podpora půdní struktury apod.),
- snížení rizika zaplevelení porostů na počátku vývoje či v krizových fázích růstu, nebo po celou dobu vegetace,
- omezení rozvoje chorob a škůdců v rámci pěstované plodiny, či v plodině následné, zejména ve vztahu k půdním patogenům,
- zajištění nutričních nároků porostů - v době růstu či po jejich odumření (cílené umrtvení porostu, vymrznutí či potlačení hlavní plodinou) přispívají ke zlepšení výživného stavu hlavní plodiny (především jako zdroj N nebo P),
- zvýšení využití slunečního záření a jeho kumulaci do chemických vazeb s následnou transformací organické hmoty do půdy,
- cílené ovlivnění dynamiky vývoje nadzemních a podzemních částí hlavní plodiny a zajištění optimálního mikroklimatu přízemní vrstvy atmosféry a půdních podmínek pro vývoj hlavní plodiny,
- podpora druhové pestrosti mikrobních společenstev půdy a zvýšení potravní nabídky pro půdní organismy,
- využití principů střídání plodin na základě souběžného pěstování hlavní a pomocné plodiny, nebo vlivu pomocné plodiny na plodinu následnou.

Kromě očekávaných přínosů je však pěstování pomocných plodin spojeno možným negativním biotickým působením pomocných plodin na souběžně pěstovanou hlavní plodinu, či na plodiny následné. V rámci negativního působení se může jednat o přímé působení v době růstu na plodinu hlavní, či o následné působení umrtvené, či odumřelé pomocné plodiny, nebo jejích zbytků na souběžně pěstovanou hlavní plodinu nebo plodinu následnou. Obecně lze při využití pomocných plodin počítat s následujícími riziky:

- konkurence pomocné plodiny o hlavní vegetační faktory (voda, světlo, prostor, živiny, teplota),
- změna dynamiky růstu pomocné plodiny v závislosti na podmínkách prostředí, která povede k regulaci pomocné plodiny,
- alelopatické působení pomocné plodiny a negativní působení meziproduktů rozkladu biomasy pomocné plodiny na hlavní, či následnou plodinu,
- nevymrznutí pomocné plodiny, nebo regenerace rostlin po mechanickém zásahu,
- odolnost k herbicidům použitých v hlavní plodině za účelem regulace plevelů a pomocné plodiny,
- podpora rozvoje chorob a škůdců v souběžně pěstované, či následné hlavní plodině,

- omezení ochrany proti plevelům v hlavní plodině v důsledku malého konkurenčního tlaku pomocné plodiny.
- Výše uvedená rizika vycházejí z biologických vlastností rostlin, které jsou modifikovány aktuálními podmínkami prostředí a samozřejmě agrotechnickými postupy.

5. HISTORIE A VÝVOJ SYSTÉMŮ S VYUŽITÍM POMOCNÝCH PLODIN

Historicky je pěstování směsných kultur často využívanou technologií. V rámci evropského zemědělství jsou dlouhodobě využívány např. luskovinoobilné směsky. Jejich využití přetrvává i do dnešní doby. Standardní pěstovaní směsi hrachu a obilniny na semeno má své stálé opodstatnění v ekologických systémech *(Aufhammer, 1996)*, ale vstupuje i do konvenčního zemědělství z důvodu zvýšení konkurenceschopnosti porostů vůči plevelům při snížené spotřebě herbicidů a z důvodu plnění legislativních požadavků kladených na zemědělskou praxi, např. diverzifikace plodin. Opomenout nelze ani využití směsi hrachu a obilniny pro výživu hospodářských zvířat *(např. Brant a kol., 2008 b; Neckář a kol, 2008; Hakl a kol., 2011)*. Směsi obilnin a luskovin se ověřují i jako energetické plodiny pro produkci bioplynu *(Eberl a Lunenberg, 2017)*. Důvodem jejich pěstování je i přes nižší produkci metanu například podpora mimoprodukčních funkcí v zemědělství a podpora volně žijících opylovačů.

Návrat k původním systémům pěstování směsných kultur ve vztahu k využití jejich vzájemného pozitivního působení lze nalézt i v současných trendech výzkumu. Ověřováno je souběžné pěstování fazolu a kukuřice *(Paul, 2016)*, které vychází z historických údajů o pěstování kukuřice Indiány. V těchto systémech luskovina zajišťuje zlepšení půdní struktury, eliminaci eroze, konkurenci vůči plevelům, optimalizaci funkce mikrobních společenstev a zároveň představuje zdroj dusíku, a to jak během jejího růstu, tak po odumření. Intenzivně se zkoumá využití luskovin, a to i hrachů, z hlediska zpřístupnění fosforu v půdě pro ostatní plodiny a jako zdroje jeho dobře přístupných forem po degradaci rostlinné biomasy rostliny *(např. Di Palo a Fornara, 2015; Alamgir a Marschner, 2016)*. Výše uvedených efektů luskovin jako pomocných plodin se začíná využívat i při pěstovaní hrachů jako meziplodin a plodin, které se v podzemní části podílejí na zvýšení dostupnosti živin, a na povrchu půdy vytvářejí mulč omezující neproduktivní výpar *(Tripathi, 2009)*. Tripathi (2009) dále řadí luskoviny do kategorie organického mulče s úzkým poměrem C : N, ostatní plodiny používané pro tvorbu organického (živého, či mrt-

vého organického mulče) se řadí do kategorie se širokým poměrem C : N. Tato skutečnost je následně vnímána z hlediska degradovatelnosti organické hmoty ve vztahu k rychlosti rozkladu a uvolnitelnosti živin, včetně dusíku. Aktuální výzkum se však zaměřuje i na rizika spojená s použitím mulče luskovin, například ve vztahu k podpoře rozvoje zástupců rodu *Fusarium* spp. *(Šišić a kol., 2018)*. Obecně je množství dusíku dostupného pro následnou hlavní plodinu závislé na produkci celkové biomasy luskoviny. Hartwig a Ammon (2002) upozorňují, že využití jednoletých a víceletých luskovin poskytuje jen omezené množství dusíku pro následnou plodinu, který může snížit jeho vstupy v podobě minerálních hnojiv bez negativního vlivu na výnos hlavní plodiny.

5. 1. Setí do živého mulče

V Evropě se ověřují technologie tzv. přímého setí do živého či čerstvého mulče *(např. Ilgen, 2017; Böhler a Dierauer, 2017)*. Zde se jedná o tvorbu živého mulče většinou druhově pestrými porosty složenými z rozdílných druhů plodin (Obr. 1). Kombinovány jsou ve směsích rozdílné druhy za účelem zvýšení plasticity porostů vůči změnám povětrnostních podmínek a z důvodu zvýšení potravní nabídky pro mikrobní společenstva. Pilz a kol. (2018) ověřovali rozdílný vliv směsných porostů meziplodin vysetých pomocí technologie setí do nezpracované půdy a setí do mulče po sklizni předplodiny za účelem fixace dusíku a jeho následného uvolnění pro hlavní plodinu a z důvodu omezení rozvoje plevelů. V rámci experimentů probíhajících na farmách v rozdílných částech Německa se produkce suché nadzemní biomasy porostů na konci vegetace meziplodin pohybovala v rozmezí 1,3 až 2,8 t/ha. V průměru let 2014 až 2017 se zásoba N v nadzemní biomase rostlin pohybovala na úrovni 50 kg N/ha. Zásadní vliv mělo uplatnění meziplodin na snížení obsahu nitrátů ve srovnání s plochami bez nich. Přítomnost meziplodin na pozemku přispěla ke snížení obsahu nitrátů v půdě před nástupem podzimního a zimního promyvného režimu přibližně o 50 % vůči plochám bez meziplodiny. Použití meziplodin nevedlo k poklesu výnosů ozimé pšenice (výnosy se pohybovaly v rozmezí 7,8 až 8,0 t/ha) a jarního ječmene (přímé setí s meziplodinou 5,8 t/ha a setí do mulče s meziplodinou 6,7 t/ha) ve srovnání s variantami bez ozelenění půdy. U kukuřice se pozitivněji na výnosu projevil efekt mělkého zpracování půdy (s meziplodinou i bez ní) ve srovnání se systémy do nezpracované půdy.

Flury a kol. (2017) hodnotili výnos pšenice ozimé vyseté do živého mulče jarní formy hrachu rolního, ovsa hřebílkatého a hořčice sareptské. Ozelenění půdy před výsevem pšenice ozimé bylo provedeno ve třech termínech po sklizni předplodiny. Porosty byly během vegetace standardně ošetřovány pesticidy a hnojeny. Výnosy zrna pšenice ozimé se v roce 2015 pohybovaly na plochách s využitím hrachu rolního a hořčice sareptské vysté přímo po sklizni předplodiny kolem 7 t/ha, při setí do ovsu hřebílkatého převyšovaly hodnotu 5,5 t/ha. V roce 2016 činil výnos zrna pšenice ozimé na technologii s hrachem rolním 5 t/ha a s ovsem hřebílkatým mírně převyšoval hodnotu 1 t/ha. Posunutí termínu výsevu meziplodiny o dva až tři týdny sklizně, vedlo k výraznější redukci výnosu zrna na všech pokusných variantách. Autoři rovněž ověřovali systémy zakládání kukuřice seté do různých systémů ozelenění

půdy na jaře a na podzim. Experimenty ukázaly, že termín výsevu a volba druhu použitého k ozelenění zásadním způsobem ovlivňují výnos nadzemní biomasy silážní kukuřice.

Systémy výsevu plodin do mulče mohou mít vliv na termín výsevu, zejména u ozimých plodin, a na vývoj některých plevelů, včetně omezení použití půdních herbicidů *(Landschreiber a kol, 2017)*.

je proveden pomoci secích strojů, které umožňují vysev plodiny do nezpracované půdy, nebo konvenčními stroji pro výsev do částečně zpracované či zpracované půdy, označovány bývají jako „bio no-till“. Rozvoj těchto technologií je spojen s reakcí na případný zákaz neselektivních, či některých selektivních, herbicidů *(Böhler a Dierauer, 2017)*. Využívány jsou jak u úzkořádkových, tak širokořádkových plodin. Zároveň se zde počítá s jejich uplat-

Obr. 1: Pro systémy setí do zeleného či čerstvého mulče se využívají druhově pestré směsi *(foto Brant)*.

Tyto systémy vycházejí z principů výsevu polních plodin do mechanicky umrtveného porostu meziplodiny. Porost meziplodin je pomoci řezných válců povalen nebo mulčovačem rozdrcen v rámci samostatné operace těsně před výsevem nebo při výsevu (Obr. 2). Výsev

něním v systémech redukovaného zpracování půdy a setí do nezpracované půdy, kde se pomocná plodina podílí na biologickém zpracování půdy pro následnou plodinu *(Brant a kol, 2019 b a Schneider, 2019)*. Na velmi efektivní biologické zpracování půdy pomocí hluboce-

Obr. 2: Zakládání porostu ozimé pšenice se současným povalením porostu meziplodiny secím strojem Bednar Omega na podzim 2017 /vlevo/ a stav povrchu pozemku po zasetí /vpravo/ *(foto Šmöger)*.

-kořenících ředkví poukazuje na základě výsledků ze Severní Ameriky Cropp (2016).

Systémy setí do živého mulče a výsevy do krycích porostů umrtvených v krátké době před výsevem, či při něm, jsou však spojeny i s rizikovými faktory. Corak a kol. (1991) poukazují na skutečnost, že výsev kukuřice seté do porostu vikve huňaté byl spojen se zpomalením vývoje kukuřice v časném počátku vegetace v důsledku přesušení půdy rostoucím porostem vikve huňaté. Zároveň však uvádějí, že v důsledku omezení evaporace mulčem se po dvou až čtyřech týdnech vlhkost vyrovnala s plochami představujícími podzimní úhor a do osmého týdne od výsevu byla vlhkost v horní vrstvě půdy vyšší. Vliv vikve huňaté na výživu kukuřice seté se projevil jen na plochách s nulovým hnojením minerálním dusíkem.

Negativní reakci sóji luštinaté vysévané s provedením předseťové přípravy a přímého setí do živého a mrtvého mulče plošně vysetých pomocných plodin popisují Ubraska a kol. (2017). Porosty pomocných plodin a jejich mulč sice zajišťovaly dobrou pokryvnost půdy a ochranu proti erozi, ale v některých letech vedly až k 50% redukci výnosu sóji. Böhler a Dierauer (2017) ověřovali technologie setí kukuřice seté do porostu pomocných plodin umrtvených řeznými válci, kdy porosty byly uvaleny ve směru budoucí jízdy secího stroje. Cílem bylo omezení rozvoje plevelů a zajištění výživy pro rostliny kukuřice seté rozkladem rostlinných zbytků. Výsledky ukázaly, že ve srovnání s konvenční technologií, byly výnosy silážní kukuřice, v závislosti na použité pomocné plodině, o 7 až 25 % nižší. Přesto autoři považují technologii za efektivní. Jako hlavní výhody uvádějí zvýšení únosnosti půdy při sklizni, omezení vyplavování živin v zimním období a intenzivní podporu kapitálního systému půdy. Za nevýhody považují riziko přesušení půdy na jaře neumrtveným porostem pomocné plodiny, zamezení pronikání nízkých srážek na začátku vegetace vrstvou mulče do horní vrstvy půdy, pomalou mineralizaci mulče, omezení regulace plevelů, riziko prorůstání vojtěšky seté, jílku vytrvalého a šťovíků mulčem a zvýšené riziko výskytu slimáčků. Systémy umrtvení vegetačního krytu řeznými válci se využívají i pro pěstování zelenin, v kombinaci se závlahou, kde mulč na povrchu půdy snižuje ztráty vody z půdy evaporací (Obr. 3).

Obr. 3: Řezné válce používané k cílenému povalení a umrtvení porostu a následné pěstování plodin v připraveném mulči v kombinaci se závlahou *(foto Brant)*.

Sturm (2017) uvádí, že plošné výsevy ředkve olejné, jako plodiny zajišťující redukci zaplevelení v následně pěstované cukrové řepě, zásadním způsobem přispělo k omezení produkce nadzemní biomasy plevelů a jejich počtu na jednotku plochy do nástupu zimy. Ověřovány byly výsevy ředkve před sklizní a po sklizni pšenice ozimé. Do sedmého týdne od sklizně pšenice ozimé vykazovaly jednoznačně vyšší produkci nadzemní biomasy porosty založené pneumatickým aplikátorem hnojiv do porostů pšenice ozimé. Od dvanáctého týdne po sklizni pšenice se začala produkce mezi porosty založenými před a po sklizni pšenice ozimé vyrovnávat. Omezení rozvoje plevelů před výsevem cukrové řepy rovněž přispělo k dalšímu omezení plevelů v cukrové řepě následně provedenými podsevy.

Dalším problémem je i riziko regenerace rostlin použitých pro tvorbu živého mulče v hlavní plodině, či negativní působení na hlavní plodinu pomocí meziproduktů rozkladu jejich biomasy *(např. Hartwig a Ammon, 2002; Ubraska a kol. 2017; Brant a kol., 2018c, Pilz a kol., 2018)*.

Systémy výsevu plodin do živého či čerstvého mulče jsou intenzivně ověřovány. Na základě dosavadních zkušeností lze specifikovat jejich hlavní přínosy a rizika. Mezi jednoznačné přínosy technologie patří:

- vysoká pokryvnost půdy při plošném výsevu plodiny určené pro tvorbu mulče,
- zásadní omezení evaporace a přehřívání půdy mulčem,
- omezení větrné a vodní eroze a poškození struktury půdy,
- široká škála dostupných technických prostředků určených pro založení porostů,
- možnost výsevu vícekomponentních směsí (zejména při využití odděleného výsevu malých a velkých semen ve vztahu k hloubce uložení osiva do půdy),
- výrazná redukce plevelů v době intenzivního růstu porostů,
- intenzivní celoplošné prokořenění půdy a podpora infiltračních procesů a pozitivní vliv na vzlínání vody,
- možnost mechanické a chemické regulace porostů určených pro tvorbu mulče, i bez použití přípravků s účinnou látkou *glyphosate,*
- dostupné systémy secích strojů určené pro setí do mulče,
- zdroj živin pro hlavní plodinu při efektivní degradaci zbytků kořenových systémů a mulče na povrchu půdy.

Mezi rizikové faktory patří:

- riziko celoplošného přesušení půdy do umrtvení porostů,
- snížená průchodnost secího stroje při velkém množství biomasy porostů a při nepravidelném povalení porostu,
- pravděpodobnost regenerace rostlin v místě výsevu hlavní plodiny,
- kontakt osiva nebo vcházející hlavní plodiny s rostlinnými zbytky v místě seťového lože a negativní působení meziproduktů rozkladu,
- zvýšené riziko výskytu slimáků a hrabošů,
- omezení mechanické kultivace porostů na začátku vegetace,
- případné negativní působení meziproduktů rozkladu v blízkosti osiva,
- pomalá degradace mulče na povrchu půdy při suchých a teplých periodách a pomalé uvolňování živin z mrtvé biomasy.

5. 2. Pásové výsevy pomocných plodin

Určitou alternativou zakládání porostů do porostu neumtrvené plodiny představují pásové frézové výsevy, zejména u kukuřice seté *(Wyss, 2007; Anken a kol., 2007 a 2010)*. Zde se jedná o pásové zpracování půdy vycházející z hlubšího prokypření půdy v pásu kypřící radlicí a mělčí zpracování vrchní části pásu půdní frézou, většinou souběžně s výsevem kukuřice seté. Kypření lze provádět jak do strniště po sklizni plodin na zrno, tak krmných plodin na píci, či do porostů pícnin. Při zakládání porostů do regenerujících či rostoucích porostů pícnin, nejčastěji trav a jejich směsí s dalšími plodinami, dochází při jedné pracovní operaci k pásovému kypření půdy, výsevu a plošné či pásové aplikaci herbicidu určeného k regulaci pomocné plodiny. Primárním cílem frézového pásového zpracování půdy s využitím pomocných plodin je eliminace eroze a omezení rozvoje plevelů v meziřádku. Při provedení frézových výsevů do živých porostů méně vzrůstných pomocných plodin, lze porost v meziřádku ponechat bez regulace, aby mohl růst souběžně s hlavní plodinou. Na pozemku poté vznikají pásy zpracované půdy bez mulče na jejím povrchu, s kvalitně zapravenou biomasou do kypřeného pásu, v meziřádku se následně nachází umrtvená, či rostoucí pomocná plodina. U těchto systémů však rovněž vzniká riziko regenerace pomocných plodin v kypřeném pásu, nedošlo-li k umrtvení porostů před provedením kypření. Celoplošný výsev je rovněž spojen s přesušením půdy v budoucím kypřeném pásu. Do určité míry lze do těchto systémů přiřadit i systémy klasického či intenzivního strip till označované jako bio-strip till *(Brant a kol., 2016a)*.

Systémy bio-strip till byly do určité míry inspirací pro vznik pásových výsevů meziplodin a pomocných plodin. Primárně řeší případné negativní působení pomocných plodin v budoucím řádku hlavní plodiny. Brant a kol. (2019a) uvádějí, že princip technologie spočívá v cíleném vysetí pomocné plodiny do budoucího meziřádku či řádku hlavní plodiny. V osetém meziřádku mají tyto plodiny zajistit ochranu půdy před erozí, podpořit infiltraci vody do půdy během svého růstu a po ukončení vegetace na základě přítomnosti zbytků kořenového systému. Dále vytvořit hluboké prokořenění půdy, které je zárukou vnosu organické hmoty do půdy, a vytvořit tak dočasnou „živinovou konzervu“. Nadzemní biomasa omezuje, na základě přímé konkurence, rozvoj plevelů a po ukončení vegetace (vymrznutí, mechanické či chemické umrtvení) omezuje rozvoj plevelů jako mrtvý mulč. Za jeden z perspektivních způsobů eliminace neproduktivního výparu v oblastech s nedostatkem vody je cílené povalení porostu meziplodiny řeznými válci, které vede k zalomení jejich stonků a k následnému umrtvení porostu, ale především k tvorbě kompaktní vrstvy mulče na povrchu půdy. Mezi vhodné plodiny pro osev meziřádků lze zařadit hrachy, hořčice, ředkve, lničku setou apod. Dále se u těchto systémů předpokládá, že meziřádky nebudou před založením porostu kultivovány, aby nedošlo k přerušení kontinuity půdního profilu a porušení stávajícího stavu povrchu půdy. Proto je zde využíváno rozdílných postupů pásového zpracování půdy v budoucím řádku plodiny (konvenční strip till, mělké pásové kypření apod.) a uplatňována je pásová předseťová příprava půdy. Primárně byly pro ozelenění budoucích meziřádků využívány trávy, které byly v časném jaře umrtveny neselektivním herbicidem *(Brant a kol., 2011a a 2017a)*. Tyto technologie vycházely z použití trav pro podzim-

ní pásové osetí půdy, především jílku vytrvalého, v pěstebních systémech kukuřice seté (Obr. 4). Časně na jaře bylo provedeno celoplošné ošetření pozemku s pásy jílku vytrvalého neselektivními herbicidy s účinnou látkou *glyphosate*. Časná jarní aplikace herbicidu v kombinaci s nižšími teplotami vedla k nedostatečné translokaci herbicidu do kořenového systému jílků, a tedy jen k odumření nadzemní biomasy. Na začátku prodlužovací fáze kukuřice seté začaly rostliny jílku regenerovat a do konce vegetace vytvořily kvalitní pokryv půdy v porostech kukuřice seté. Mrtvý mulč nadzemní biomasy a následně regenerující rostliny zásadním způsobem snižovaly riziko kapkové eroze v porostech kukuřice seté. Systém pásového výsevu jílku vytrvalého vykazoval obdobné hodnoty produkce nadzemní biomasy silážní kukuřice, jako porosty založené konvenčním způsobem.

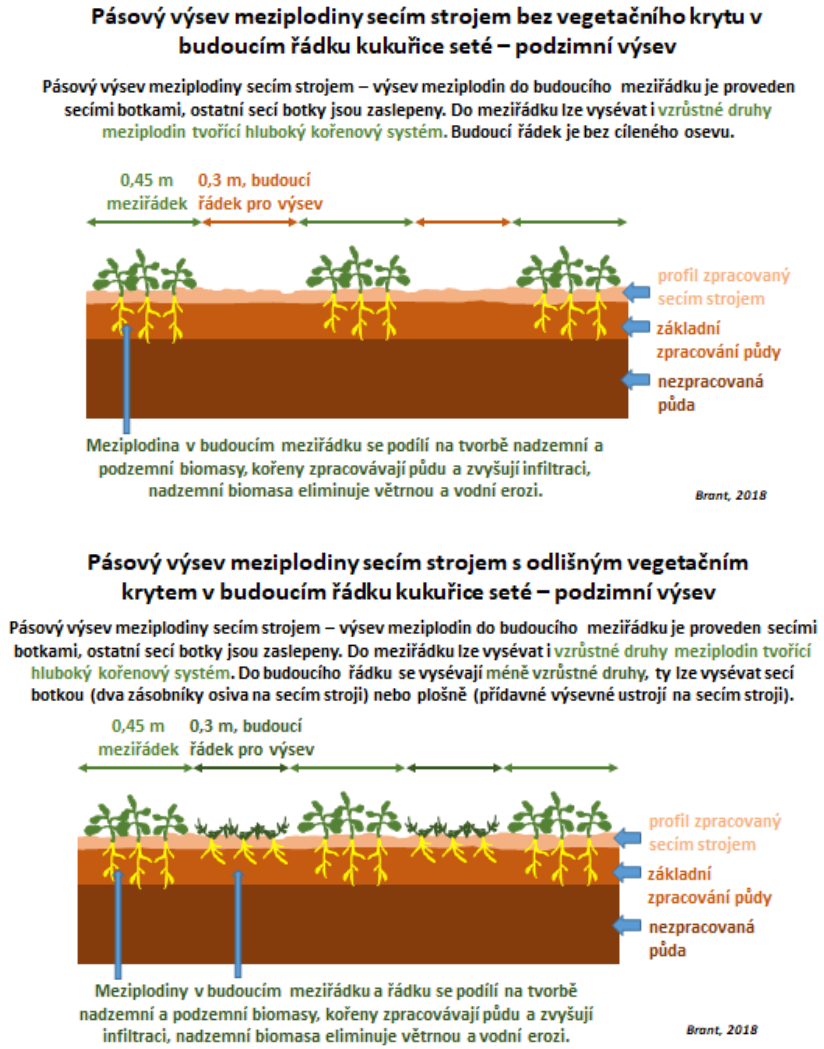
Obr. 4: Pásové výsevy jílku vytrvalého na podzim po předchozím celoplošném zpracování půdy. Porosty byly založeny secím strojem se zaslepenými secími botkami v místě budoucího pásu kukuřice seté (*foto Brant*).

V rámci vývoje systémů pásových výsevů pomocných plodin však dochází i ke vzniku nových, či modifikovaných, technických řešení pro pásový výsev. Na základě výsledků Branta a kol. (2019a) lze pro základní zpracování půdy před podzimním výsevem meziplodin využít celoplošné kypření půdy. Hloubka kypření se odvíjí od stavu půdy, předplodiny a potřeby kypření půdy pro budoucí hlavní plodinu. Po obilné předplodině je jednoznačně potřebné provedení podmítky za účelem omezení rozvoje výdrolu obilné předplodiny, který negativně ovlivňuje nejen vysetou meziplodinu, tak zásadním způsobem, u nevymrzajících obilnin, i zpracování půdy v pásu a výsev hlavní plodiny. Z technického hlediska lze pásový výsev pomocných plodin provést dvěma postupy, které se liší způsobem výsevu.

5. 2. 1. Založení pásů pomocné plodiny secím strojem

Pro výsev se využívá konvenčních secích strojů, kde je před výsevem nutné zaslepit semenovody secích botek, které budou pracovat v budoucím řádku hlavní plodiny. Na tuto skutečnost je potřebné již pamatovat při pořízení secího stroje, aby zaslepení semenovodů ve výsevní hlavě bylo z hlediska kvality výsevu rovnoměrné. U secích strojů vybavených dvěma zásobníky na osivo (či osivo a hnojivo) lze při celoplošném osevu povrchu půdy secími botkami jedoucími v budoucím meziřádku provést výsev jiného druhu. To však klade vyšší nároky na úpravu secího stroje. Nebo lze výsev budoucího řádku hlavní plodiny zajistit pomocí zásobníku s výsevním ústrojím pro plošný výsev plodin, který je namontován na secí stroj. Princip tohoto technického postupu dokumen-

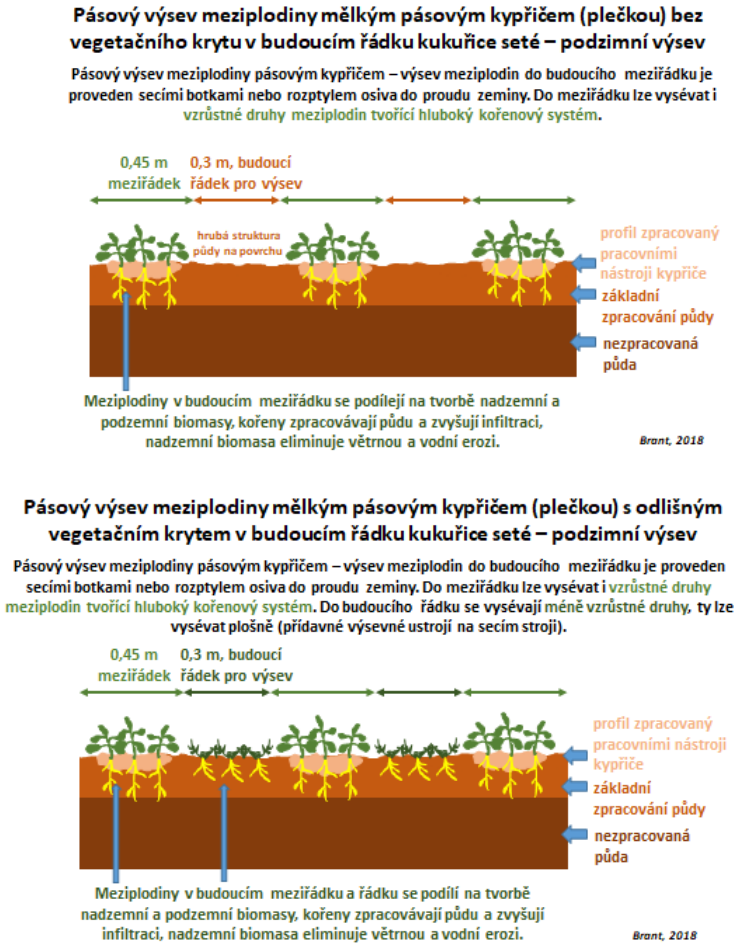
tuje obrázek 5. Rozteče řádků pro s pomocnou plodinou dokumentují pruh pokrytý nadzemní biomasou, rozteč řádků vyseté pomocné plodiny vychází z technických možností použitého secího stroje.



Obr. 5: Princip založení pásů pomocné plodiny secím strojem *(Brant a kol., 2019a)*

5. 2. 2. Založení pásů pomocné plodiny pásovým kypřičem pro mělké kypření či plečkou

Pásový výsev do meziřádku je poté proveden výsevem osiva ze zásobníku s výsevným ústrojím pro výsev plodin za pracovní nástroje kypřící půdu v budoucím meziřádku. Šířka pásu osevu je určována nastavením deflektoru usměrňující vzduchem transportované osivo a prouděním zeminy vyvolaným použitými pracovními nástroji ke kypření. Druhou možností je použití systému secích botek za pracovní nástroje kypřiče či plečky. Princip tohoto technického postupu dokumentuje obrázek 6.



Obr. 6: Princip založení pásů pomocné plodiny pásovým kypřičem pro mělké kypření či plečkou *(Brant a kol., 2019a)*.

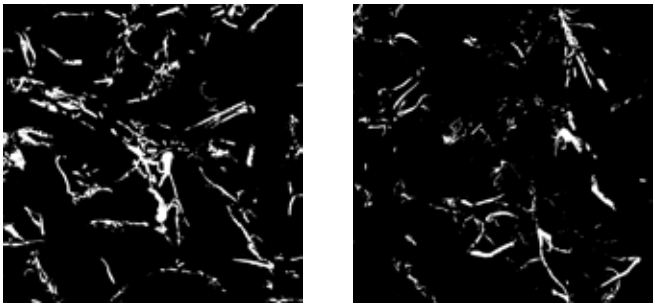
Podzimní pásové výsevy pomocných plodin a meziplodin vykazují dobrou růstovou dynamiku a dynamicky se vyvíjející se druhy (hořčice bílá a sareptská, ředkev olejná, pohanka obecná, svazenka vratičolistá apod.) dobře konkurují plevelům (Obr. 7). Slabší konkurenci vůči plevelům, ale i případnému výdrolu obilní předplodiny, je-li obilnina předplodinou, vykazují jarní formy hrachu setého a rolního, které se vůči formám ozimým vyznačují rychlejší dynamikou růstu. Za konkurenčně slabé lze považovat ozimé formy hrachů, tolici dětelovou a jetele. Především jeteloviny vykazují na začátku vegetace nižší růstovou dynamiku a vyznačují se přisedlým habitem rostlin *(např. Brant a kol. 2006a, 2009a a 2011 b)*. Z hlediska volby termínu výsevů pomocných plodin je vhodné u druhů, jejichž semena vykazují vyšší nároky na teplotu klíčení a u druhů, které velmi citlivě reagují na pokles teploty ukončením růstu (pohanka obecná, lnička setá, jednoznačně béry a čiroky) provádět časnější výsevy.

Obr. 7 Podzimní pásové výsevy ředkve olejné /na obrázku vlevo/ a hořčice bílé /na obrázku vpravo/ *(foto Brant)*.

Přestože podzimní pásové výsevy vykazují dobrou produkci nadzemní a podzemní biomasy (Tab. 1) v budoucím meziřádku pomocné plodiny, a to zejména vymrzající dynamicky rostoucí druhy, které zajišťují na podzim až 100% pokryvnost povrhu půdy osetého pásu, dochází do jara ke značné degradaci mulče na povrchu půdy. Před výsevem širokořádkových plodin v jarním období dosahuje pokryvnost povrchu půdy v meziřádku plodin v důsledku působení mikroorganismů hodnot mnohdy nižších než 6 % (Obr. 8). V důsledku nezpracování budoucího mezipásu je i při nižší pokryvnosti povrchu půdy zajištěna dobrá infiltrační schopnost půdy v důsledku působení kořenového systému a zachována je i kvalitní struktura půdy. Z hlediska platných legislativních předpisů spojených s uplatněním protierozních technologií u širokořádkových plodin, však nemusí být dosažena požadovaná pokryvnost povrchu půdy rostlinnými zbytky v termínu výsevu.

Tab. 1: Šířka pásu pokrytého vegetací, průměrná výška porostu a produkce suché nadzemní biomasy při podzimním pásovém výsevu na jednotku plochy celého pozemku na hodnocených variantách v závislosti na způsobu výsevu dne 6. 11. 2018. Rozdílné indexy dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 95 % *(ANOVA)*. **Výsev byl proveden 7. 9. 2018.**

rostlinný druh	způsob výsevu	šířka pásu pokrytého biomasou (m)	průměrná výška porostu (m)	produkce suché nadzemní biomasy (kg/ha)
oves nahý	secí stroj	0,311 d	0,092 abc	132,5 a
oves nahý	plečka	0,121 a	0,101 bc	148,6 a
peluška ozimá forma	secí stroj	0,306 d	0,070 ab	126,7 a
peluška ozimá forma	plečka	0,111 a	0,059 a	163,4 a
peluška jarní forma	secí stroj	0,310 d	0,157 ef	126,7 a
peluška jarní forma	plečka	0,110 a	0,141 de	163,4 a
svazenka vratičolistá	plečka	0,248 b	0,150 e	425,8 b
ředkev olejná	secí stroj	0,375 e	0,109 cd	531,6 b
ředkev olejná	plečka	0,254 bc	0,151 e	493,3 b
hořčice bílá	secí stroj	0,389 e	0,138 de	469,9 b
hořčice bílá	plečka	0,290 cd	0,190 f	435,1 b



Obr. 8. Pokryvnost povrchu půdy rostlinnými zbytky vymrzlé hořčice bílé v budoucím meziřádku kukuřice seté: 12. 3. 2019. Na podzim dosahovala míra pokrytí povrchu půdy porostem téměř 100 % *(Brant)*.

Obr. 9: Horizontální profil porostů pomocných plodin založených na jaře pásovým výsevem před založením hlavní širokořádkové plodiny *(Brant)*

Z důvodu zajištění dobrého pokryvu povrchu půdy v budoucím meziřádku v termínu výsevu širokořádkových plodin a zajištění aktivní funkce živého mulče v meziřádku širokořádkových plodin se začínají ověřovat jarní pásové výsevy pomocných plodin. Jejich cílem je založení pásů pomocných plodin v časném jaře či těsně před výsevem širokořádkových plodin. Zasetí pomocné plodiny do pásů eliminuje rizika případné vzájemné konkurence mezi pomocnou plodinou a plodinou hlavní. Termínem výsevu lze zásadním způsobem řídit vývoj porostu pomocné plodiny v řádku, i když vývoj porostu bude primárně závislý na vláhových podmínkách v půdě a na srážkové dotaci během vývoje. Mezi pásy vyseté pomocné plodiny vznikne pás půdy nepokrytý vegetací, který zajistí optimální podmínky pro výsev hlavní plodiny (Obr. 9). Před výsevem hlavní plodiny lze provést mělké, či hlubší zpracování budoucího pásu hlavní plodiny, které zajistí nejen mechanickou regulaci plevelů, tvorbu seťového lože,

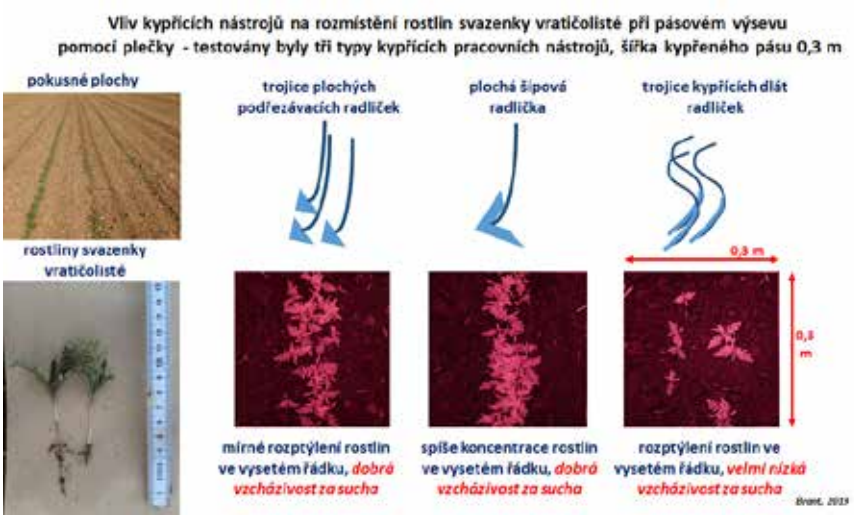
Obr. 10: Založení jarních pásových výsevů pomocných plodin pomocí plečky vybavené zásobníkem osiva a systémem jeho transportu za kypřící sekce. Stejný stroj lze použít i pro pásovou přípravu půdy v budoucích pásech určených pro výsev hlavní plodiny *(foto Brant)*.

ale i případné zonální hnojení. V rámci zakládání pásových výsevů pomocných plodin na jaře je vhodné výsev provést pomocí plečky (Obr. 10), či pásového kypřiče pro mělké pásové kypření. Důvodem je eliminace utužení půdy v jarním období v budoucím pásu určeném pro výsev hlavní plodiny, ke kterému může docházet při použití secích strojů s pěchovacími válci, či diskovými kypřícími sekcemi.

Dynamika růstu porostů pomocných plodin založených jako pásové výsevy je závislá na termínu výsevu, vláhových a teplotních podmínkách půdy, vývoji teploty vzduchu a roli hrají i samotné biologické vlastnosti rostlinného druhu, včetně biologických vlastností osiva. Velmi dobrý růst a tvorbu biomasy v budoucím meziřádku vykazují rostliny svazenky vratičolisté, hořčice bílé, pohanky seté apod. (Obr. 11). Pomalejší dynamiku opět vykazují luskoviny a jeteloviny. Dynamiku růstu a prostorové vlastnosti vegetačního pokryvu v osetém mezipásu ovlivňuje i způsob uložení osiva do půdy. Rozdílný vliv kypřících nástrojů, za které je ukládáno osivo, na šířku osetého pásu a na dynamiku vývoje rostlin dokládá obrázek 12. Ukládání osiva za šípové radličky je spojeno s lepší tvorbou dna seťového lože, ale v důsledku soustředného toku zeminy za slupicí, lze pracovat i s vyšším soustředěním osiva do pásu a následně tak s etiolizačním efektem. V důsledku vyšší koncentrace rostlin v užším pásu dochází k jejich intenzivnějšímu prodlužovacímu růstu, čímž dochází i k tvorbě křehčích lodyh, které jsou snáze zalomeny například řeznými válci. Při využití kypřících dlát je osivo více rozloženo v nakypřené půdě a může být rozptýleno i do širšího pásu. Nerovnoměrná hloubka uložení osiva, či horší příprava dna seťového lože, se může v suchých podmínkách projevit pomalým vzcházením, či etapovitým vzcházením rostlin.

Obr. 11: Jarní pásové výsevy svazenky vratičolisté /nahoře/ a hořčice bílé /dole/ *(foto Brant)*.

Pro jarní výsevy lze uvažovat o rozdílných skupinách plodin. Jedním faktorem pro jejich dělení může být dynamika růstu. U dynamicky rostoucích druhů lze rychle zajistit dobrý vegetační kryt mezipásu, ale je nutné zohlednit o jejich včasnou regulaci z důvodu omezení případné konkurence vůči hlavní plodině. Druhy s pomalejší dynamikou růstu mohou být v některých případech ponechány v porostu po celou dobu její vegetace, ale pomalá dynamika růstu může být spojena s nižší pokryvností půdy



Obr. 12: Vliv kypřících nástrojů, za které je ukládáno osivo, na šířku osetého pásu a na dynamiku vývoje rostlin svazenky vratičolisté *(Brant)*

na začátku vegetace, s omezenou konkurencí vůči plevelům apod. Dalším faktorem je požadavek pomocných plodin na teplotu půdy při klíčení a pro růst. Tyto vlastnosti budou rovněž následně určovat případný termín založení porostu. Kromě hodnocení dynamiky tvorby nadzemní biomasy je potřebné věnovat pozornost i tvorbě biomasy podzemní. Obrázek 13 dokumentuje habitus rostlin při jarním pásovém výsevu.

- Systémy pásových výsevů představují jednu z nejnovějších technologií využívající efektů pomocných plodin. Její širší využití je podmíněno dostupností strojů pro rychlé a efektivní zakládání pásů pomocných plodin, které jsou již na trhu dostupné, zde se

Obr. 13: Habitus rostlin využitých pro jarní pásové výsevy pomocných plodin *(Brant)*

jedná o plečky a mělké pásové kypřiče vybavené zásobníkem osiva a systémem jeho transportu za kypřící sekce. K dispozici jsou již i systémy pro pásový výsev při celoplošném zpracování půdy. Přínosy a rizika praktického uplatnění se intenzivně ověřují, přesto je lze již v současné době specifikovat. Mezi jednoznačné přínosy technologie patří:

- zajištění vysoké pokryvnosti půdy v budoucím meziřádku hlavní širokořádkové plodiny a tvorba vegetací nepokrytého pásu pro budoucí výsev hlavní plodiny,
- omezení evaporace a přehřívání půdy mulčem při jeho dobrém pokryvu v meziřádku,
- omezení větrné a vodní eroze a poškození struktury půdy,
- zásadní eliminace rizika vzájemné konkurence mezi pomocnou plodinou a plodinou hlavní, i při regeneraci pomocné plodiny,
- možnost výsevu vícekomponentních směsí, včetně diferencovaného celoplošného porytí povrchu půdy při podzimních výsevech,
- kombinace se systémy pásové aplikace herbicidů, fungicidů a pesticidů,
- možnost cílené mechanické regulace pomocné plodiny v meziřádku,
- intenzivní prokořenění půdy a podpora infiltračních procesů a pozitivní vliv na vzlínání vody v meziřádku hlavní plodiny,
- zdroj živin pro hlavní plodinu po správné degradaci zbytků kořenových systémů a mulče na povrchu půdy,
- založení pásů pomocné plodiny do nezpracované i zpracované půdy,
- eliminace rizika celoplošného přesušení půdy v důsledku růstu pomocné plodiny.

Mezi rizikové faktory patří:

- rychlá degradace nadzemní biomasy vymrzlé, či na podzim umrtvené plodiny, a následná malá pokryvnost půdy rostlinnými zbytky u podzimních výsevů,
- je nutné počítat s vyšším erozním tlakem v neosetém meziřádku a uvažovat o orientaci řádků ve vztahu k odtokovým liniím vody na svažitých pozemcích,
- zatím omezenější vybavenost zemědělských subjektů stroji pro pásové výsevy,
- výskyt slimáků a hrabošů je závislý na systému základního zpracování půdy před výsevem pomocné plodiny do pásů,
- pomalá degradace mulče na povrchu půdy při suchých a teplých periodách a pomalé uvolňování živin z mrtvé biomasy.

5. 3. Souběžné pěstování pomocné a hlavní plodiny

Technologie souběžného pěstování pomocné a hlavní plodiny je obecně považována za perspektivní směr. Technologie vychází ze souběžného pěstování pomocné plodiny po předem stanovenou dobu, kdy biotické efekty poskytuje rostoucí pomocná plodina, či její umrtvená či odumřelá biomasa. Doba setrvání živé pomocné plodiny v porostu plodiny hlavní může být velmi rozdílná a může se lišit i v rámci shodné technologie v závislosti na podmínkách daného ročníku. Za primární výhodu technologie je považována skutečnost, že výsev pomocné plodiny probíhá souběžně s výsevem plodiny hlavní při jedné pracovní operaci, což snižuje náklady na a spotřebu času na pěstební technologii. Obdobně jako u technologií souběžného pěstování více hlavních plodin na pozemku, má zásadní vliv na efektivitu technologie optimalizace struktury porostu *(např. Gao a kol., 2010; Echarte a kol., 2011)*. Jedná se o prostorové rozmístění hlavní plodiny a pomocné plo-

diny a počet jedinců dané plodiny na jednotku plochy pro danou strukturu.

V rámci rozmístění hlavních a pomocných rostlin na jednotce plochy lze rozlišit dvě základní strukturální schémata. Prvním je cílené prostorové rozmístění hlavní plodiny a náhodné rozmístění plodiny pomocné. Druhý způsob pracuje s cíleným prostorovým rozmístěním rostlin hlavní i pomocné plodiny. V systémech využívajících dva a více pomocných rostlin se lze setkat se schématem smíšeným, která spočívá většinou v přesném cíleném rozmístění hlavní a vzrůstné (dominantní) pomocné plodiny a druhá pomocná plodina je rozmístěna náhodně.

5. 3. 1. Systémy cíleného rozmístění hlavní plodiny a náhodného rozmístění pomocné plodiny

Technologie je využívána především u plodin vysévaných do užších řádků. Výsev hlavní plodiny probíhá konvenčními secími stroji a pomocná plodina je zakládána před výsevem hlavní plodiny, souběžně s ní, nebo je dosévána následně po vzejití hlavní plodiny. Nejčastěji používanými systémy je cílený výsev hlavní plodiny do řádků a plošný výsev pomocné plodiny na povrch půdy před různé pracovní sekce secího stroje (kypřící sekce, utužovací sekce apod.). Společný výsev je z hlediska efektivnosti práce a ekonomiky technologie nejvhodnější. Ověřovány byly i možnosti plošné aplikace pomocné plodiny na povrch půdy před výsevem hlavní plodiny a k jejímu zapravení do půdy došlo při řádkovém setí plodiny hlavní. V praxi častěji využívaným systémem je plošný přísev např. meziplodin, či jiných plodin, do porostů obilnin před sklizní. Zde poté tvoří pomocnou plodinu obilnina, která působením mikroklimatu zlepšuje podmínky pro plošně dosetou plodinu.

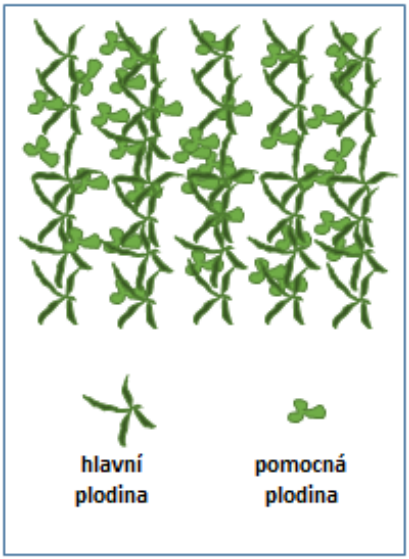
Pro souběžný výsev plodin jsou využívány konvenční secí stroje, které jsou doplněny přídavným zásobníkem na osivo s dávkovačem a transportním systémem s rozdílným zakončením rozptylu osiva na povrch půdy, či k nástrojům pracovních sekcí secího stroje (Obr. 14). Zakládání dvou a vícekomponentních směsí

Obr. 14: Jednokomorový secí stroj pro výsev úzkořádkových plodin vybavený přídavným zařízením pro plošný výsev pomocné plodiny *(foto Hanáček)*.

plodin systémem dvojího setí s kolmým provedením jízd lze v současné době z hlediska rizika zhutnění půdy a nárůstu nákladů na založení porostů považovat za nevhodnou technologii. Tyto postupy rovněž neumožňují cílené vzájemné rozmístění plodin na ploše. V současnosti jsou však tyto systémy uplatňovány pro výsev hrachů, bobů a vikví jako pomocných plodin do ozimé řepky.

Náhodné rozmístění pomocné plodiny při jejím plošném výsevu však s sebou přináší některé problematické faktory. Zásadním problémem je vysoká pravděpodobnost uložení osiva pomocné plodiny do těsné blízkosti osiva plodiny hlavní. Tím může docházet k nežádoucí konkurenci mezi rostlinami již v počátku klíčení semen a při vzcházení rostlin. Obrázek 15 dokumentuje schéma struktury porostu při cíleném výsevu hlavní a náhodném výsevu pomocné plodiny.

Plošné výsevy pomocných plodin nejsou jednoznačně vhodné pro plodiny s většími semeny a pro druhy, které špatně vzcházejí z povrchu půdy (hrachy, lupiny, boby apod.). Omezujícím faktorem výsevu velkosemenných druhů je většinou i kapacita přídavného zásobníku pro výsev pomocné plodiny. Problematické je rovněž vysévání vícekomponentních směsí s rozdílnou velikostí semen jednotlivých druhů z důvodu segmentace směsi v zásobníku a v semenovodech při pneumatickém transportu.



Obr. 15: Schéma struktury porostu při cíleném výsevu hlavní a náhodném výsevu pomocné plodiny *(Brant)*

Významným problémem při náhodném výsevu pomocné plodiny je případná možnost regulace pomocné plodiny, např. při jejím nevymrznutí či regeneraci. Nepravidelné rozmístění pomocné plodiny v porostu, tedy i v řádku hlavní plodiny limituje možnosti mechanické kultivace i v obilninách a v ozimé řepce založených do širších řádků. Často využívanou pomocnou plodinou od ozimé řepky jsou například vikve (Obr. 16). Vikve se však obecně vyznačují velmi rozdílnou růstovou charakteristikou, především v závislosti na povětrnostních podmínkách *(Brant a kol., 2017 b)* a rizikem nevymrznutí. Na problém se zaplevelujícími rostlinami vikve v ozimé řepce, které přes zimu nevymrzly, upozorňují i *Seidel a Gläser (2017)*.

Obr. 16: Porost ozimé řepky s přísevem směsi vikví /náhodné rozmístění/ před nástupem zimy *(foto Brant)*.

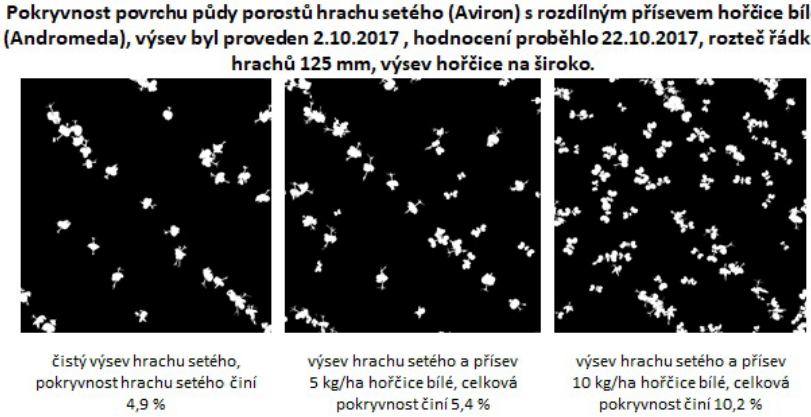
Systémy nepravidelného rozmístění pomocné plodiny v plodině hlavní lze použít především v případech, kdy se jedná o méně vzrůstné druhy pomocných plodin, nebo při pozdějších termínech výsevu vzrůstných druhů, které však vykazují velmi nízkou schopnost přezimovat (např. pohanka obecná, lnička setá, svazenky, jarní formy hrachu setého a rolního a za určitých podmínek i hořčice bílá). Obrázek 17 dokumentuje strukturu porostu hrachu setého s plošným přísevem hořčice bílé při založení na podzim. Hořčice bílá byla vyseta za účelem regulace plevelů v porostech hrachu setého v ekologickém zemědělství a za účelem eliminace erozních procesů.

5. 3. 2. Systémy cíleného rozmístění hlavní a pomocné plodiny

Za sofistikovanější technologické postupy jsou dnes považovány technologie cíleného výsevu hlavní a pomocné plodiny. Tato systémy jsou uplatnitelné při pěstování úzkořádkových i širokořádkových plodin.

Plodiny vysévané do úzkých řádků

Uplatnění technologií je však podmíněno dostupností secích strojů určených pro výsev úzkořádkových plodin vybavených dvoukomorovým zásobníkem na osivo a systémem dife-



Obr. 17: Struktura porostu a pokryvnost povrchu půdy na ploše 0,25 m2 rostlinami hrachu setého a hrachu setého s hořčicí bílou 22.10.2017, černá barva představuje povrch půdy, bíle jsou znázorněny rostliny hrachu setého a hořčice bílé *(Brant a kol., 2018d)*

Obr. 18: Secí stroj se dvěma nezávislými zásobníky na osivo umožňující nezávislý výsev dvou plodin pomocí secích botek *(foto Brant)*

rencovaného transportu osiva k secím botkám, které umožňují nezávislý výsev dvou plodin, či směsí plodin (Obr. 18). Následný algoritmus struktury porostu je dán úpravou distribuce osiva ze zásobníků k daným secím botkám. Některé secí stroje se vyznačují i volbou změny přítlaku na secí botky, dle požadavku na hloubku setí dané plodiny.

Dovybavením secího stroje s dvoukomorovým zásobníkem zařízeným pro plošný, či řádkový, výsev třetí plodiny, či aplikaci hnojiva, včetně umístění navigačního systému na secí stroj, který následně řídí pracovní trajektorie tažného prostředku, včetně automatického vypínání krajních secích botek, lze zajistit nezávislý výsev třech plodin, ale i návaznost střídání se řádků hlavní a jedné pomocné plodiny (Obr. 19).

Cílem těchto technologických postupů je záměrné rozmístění hlavní plodiny a plodiny pomocné tak, aby byla eliminována jejich vzájemná konkurence po dobu souběžného růstu na půdním bloku. Za další výhodu těchto systémů lze považovat skutečnost, že při využití širších řádků obilnin, řepky ozimé, ale i některých luskovin, lze provést mechanickou regulaci pomocné plodiny vyseté do meziřádku. Nesporným přínosem výše uvedených technických řešení se možnost variabilní hloubky setí ve vztahu k velikosti osiva a biologickým

Obr. 19. Secí stroj s dvoukomorovým zásobníkem na osivo a přídavným zásobníkem pro výsev třetí plodiny. Traktor je pomocí automatického řízení veden proti svahu tak, aby s maximální přesností vedl krajovou botku v předchozí jízdě, čímž je dosaženo pravidelného střídání setých plodin a dodržení meziřádkové vzdálenosti *(foto STROM Praha)*.

vlastnostem rostlinného druhu. Dvoukomorové zásobníky standardně se nacházející na secím stroji zajišťují díky své kapacitě i efektivní výsev velkosemenných druhů.

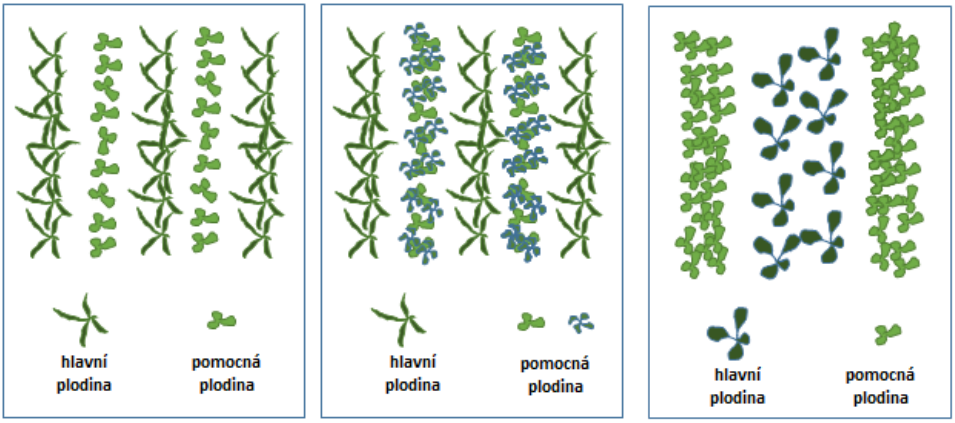
Struktura porostu poté odpovídá stanoveným požadavkům ve vztahu k zajištění biotických funkcí pomocné plodiny. Schématické znázornění rozdílných struktur porostů při cíleném rozmístění hlavní a pomocné plodiny dokládá obrázek 20. Poslední schéma v obrázku 20 znázorňuje možnost výsevu ozimé řepky do dvojřádků (většinou s roztečí 250 mm) a osetím meziřádku pomocnou plodinou (za optimální rozteč meziřádku lze z hlediska plečkování považovat 500 mm).

Praktické zkušenosti a polní experimenty při cíleném výsevu hlavní a pomocné plodiny dokládají u obilnin s hrachem jako pomocnou plodinou *Brant a kol. (2018a, 2018c) a Brant a Šmöger (2019c)*. Uplatnění pomocných plodin v máku, kde byl jako pomocná plodina využit jarní ječmen, popisuje *Brant a kol. (2019 b)*. U ozimé řepky pěstované s pomocnými luskovinami poté *Epperlein a kol. (2018)*.

Cílené výsevy pomocných plodin jsou většinou spojeny s nárůstem rozteče řádků hlavní plodiny, především u obilnin, kde se jedná o rozteč řádků 250 mm a více a *(Brant a kol, 2018a a 2018c)*, u ozimé řepky a máku rovněž 250 mm a více *(Brant a kol., 2019 b a Epperlein a kol., 2018*. V rámci využití pomocných plodin v obilninách, řepce, máku, ale i v luskovinách je proto nutné pracovat i s optimalizací počtu jedinců hlavní plodiny na jednotku plochy.

Širokořádkové plodiny

Cílené výsevy širokořádkových plodin se vyznačují širší variabilitou technických řešení, ale také technickými improvizacemi vytvořenými samotnými zemědělci. Širokořádkové plodiny umožňují rovněž vhodnější podmínky pro



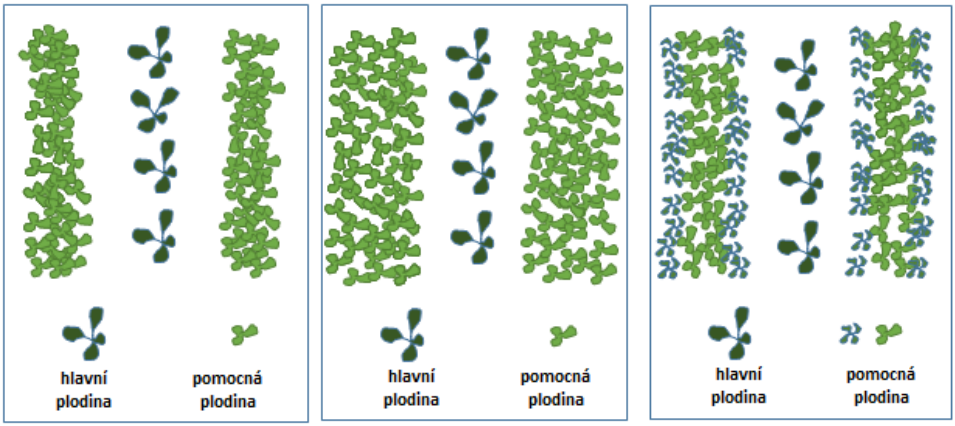
Obr. 20: Rozdílné příklady schémat prostorového rozmístění hlavní a pomocné plodiny při cíleném výsevu *(Brant)*

Obr. 21: Struktura porostu ozimé pšenice při souběžném cíleném výsevu pomocné plodiny /hrách rolní – ozimá forma/. *Foto Brant*

případné dosetí pomocné plodiny (lze hovořit o podsevech). Historicky uplatnění pomocných plodin v širokořádkových plodinách vychází ze systémů využití podsevů v ekologickém zemědělství, které měly omezit rozvoj plevelů *(např. Dierauer a Stöppler-Zimmer, 1994)*. Termín založení podsevů pomocných plodin byl určován především z důvodu omezení vzájemné mezidruhové konkurence mezi hlavní plodinou a podsevem. U kukuřice seté je vhodné podsevy zakládat od 6. pravého listu kukuřice, někdy je doporučováno založit výsevy v době, kdy kukuřice setá dosáhne výšky 0,3 m.

Mezi širokořádkové plodiny lze samozřejmě zařadit kukuřici setou, slunečnici roční a cukrovou řepu, ale také sóju luštinatou, čiroky, řepku ozimou a mák setý pěstované v systémech širších řádků. Specifickou kategorii hrají brambory, kde se systémy souběžného pěstování pomocných plodin ověřovaly již v 80. letech min. století. Tyto systémy se však z důvodů technologických problémů spojených s konkurencí o vodu, problémy se sklizní apod. v praxi neprosadily. V rámci technických možností zakládání pomocných plodin do širokořádkových plodin lze využít systémy současného výsevu. Zde se jedná o kombinaci konvenčních secích strojů pro přesné setí s meziřádkovým výsevem (plošným či řádkovým) pomocné plodiny. U ozimé řepky vysévané do řádků s roztečí 450 mm a více jsou využívány většinou systémy výsevu pomocné plodiny při základním zpracování půdy, např. při strip till, do meziřádku se souběžným výsevem ozimé řepky.

Z důvodu eliminace konkurence pomocné plodiny a hlavní plodiny je však přísev pomocné plodiny prováděn po vzejití hlavní plodiny. Zde se jedná o značnou škálu technických řešení, z nichž je však většina dostupná jako doplňkové vybavení strojů pro kultivaci půdy (plečky, plecí brány apod.) Ověřena jsou i technická řešení pro zakládání podsevů pomocných plodin pomocí secích botek, kdy se jedná o modifikované secího stroje umožňující řádkový výsev pomocné plodiny od založení porostu, až do vzrostlého porostu, včetně kukuřice seté.



Obr. 22: Rozdílné příklady schémat prostorového rozmístění hlavní a pomocné plodiny v širokořádkových plodinách *(Brant)*.

V rámci širokořádkových kultur ovlivňuje schéma rozmístění rostlin i možnosti regulace růstu pomocné plodiny. Přesné meziřádkové umístění pomocné plodiny umožňuje provedení cílené mechanické regulace (plečkování) a pásové aplikace herbicidu za účelem umrtvení pomocné plodiny. Ověřeny byly i možnosti meziřádkového mulčování porostů, kdy mulčování vede k omezení růstu plevelů a tvorbě generativních orgánů plevelných rostlin, ale zároveň umožňuje ponechání živého porostu pomocné plodiny v meziřádku. Ověřeny jsou však i systémy, kde se kromě termínu založení, jako faktoru ovlivňujícího vývoj pomocné plodiny, využívá k regulaci vývoje pomocné plodiny snížených dávek herbicidů *(např. Brant a kol, 2017a; Klingenhagen, 2019)*.

Schéma struktury porostu širokořádkové plodiny může být následně založeno na přesném výsevu plodiny hlavní a na meziřádkovém plošně necíleném výsevu plodiny pomocné. Druhou možností je provedení meziřádkového cíleného výsevu pomocné plodiny. Dalším faktorem je variabilita v šířce osetého pásu v meziřádku hlavní plodiny (Obr. 22). U prostorově cílených výsevů pomocné plodiny se začínají ověřovat i technická řešení pro cílené prostorové výsevy rozdílných druhů pomocných plodin, např. ve vtahu k dynamice růstu, hloubce prokořenění, konkurenci vůči hlavní plodině apod. (Obr. 22). Při cíleném i náhodném výsevu je vhodné dodržet ochranou izolační vzdálenost mezi řádkem hlavní plodiny a řádky či pásy pomocné plodiny min. 150 mm u řádků hlavní plodiny s roztečí 450 - 750 mm. Důvodem je jednak omezení vzájemné konkurence rostlin, a u podsevů, které budou v době vegetace hlavní plodiny mechanicky regulovány dobré podmínky pro páci plečky.

Obr. 23: Prostorově cíleně založený porost jetele plazivého v porostech kukuřice seté *(foto Brant)*.

Velmi často využívanými druhy pomocných plodin do širokořádkových plodin jsou jetelovi-ny a trávy. Z jetelovin se jedná o jetel plazivý, tolici dětelovou, jetel šípovitý, jetel podzemní, jetel luční apod. *(Brant a kol., 2008c)* a jejich směsi (Obr. 23). U trav se jedná velmi často o jílek vytrvalý (Obr. 24) a kostřavu červenou. Není-li požadavek na ponechání podsevu do dalšího roku, jako hlavní plodiny, lze využít i jí-lek mnohokvětý, ten se však vyznačuje vyšší růstovou dynamikou.

Ověřovány byly rovněž jednoleté druhy, jako svazenky, pohanka obecná, hrachy apod. U jednoletých druhů je vždy nutné řešit otázku jejich vstupu do generativní fáze a riziko zaple-velení půdy semeny pomocné plodiny a rovněž počítat se skutečností, že se vyznačují vysokou dynamikou růstu.

O způsobu založení prostu rozhoduje sa-mozřejmě i velikost osiva a jeho schopnost vzcházet z povrchu půdy. To předem rozhoduje o způsobu založení porostu. U velkosemen-ných druhů je vhodnější výsev provádět výs-evní botkou, nebo za šípové radličky plečky při výsevu. Drobnosemenné druhy lze ukládat i na povrch půdy, nebo je zapravit plecími branami, ale za sucha je však u semen výrazněji limito-ván proces klíčení a následně vzcházení, včet-ně omezení vývoje vzcházejících rostlin.

Obr. 24: Podsev jílku vytrvalého na podzim po sklizni kukuřice seté na siláž *(foto Brant)*.

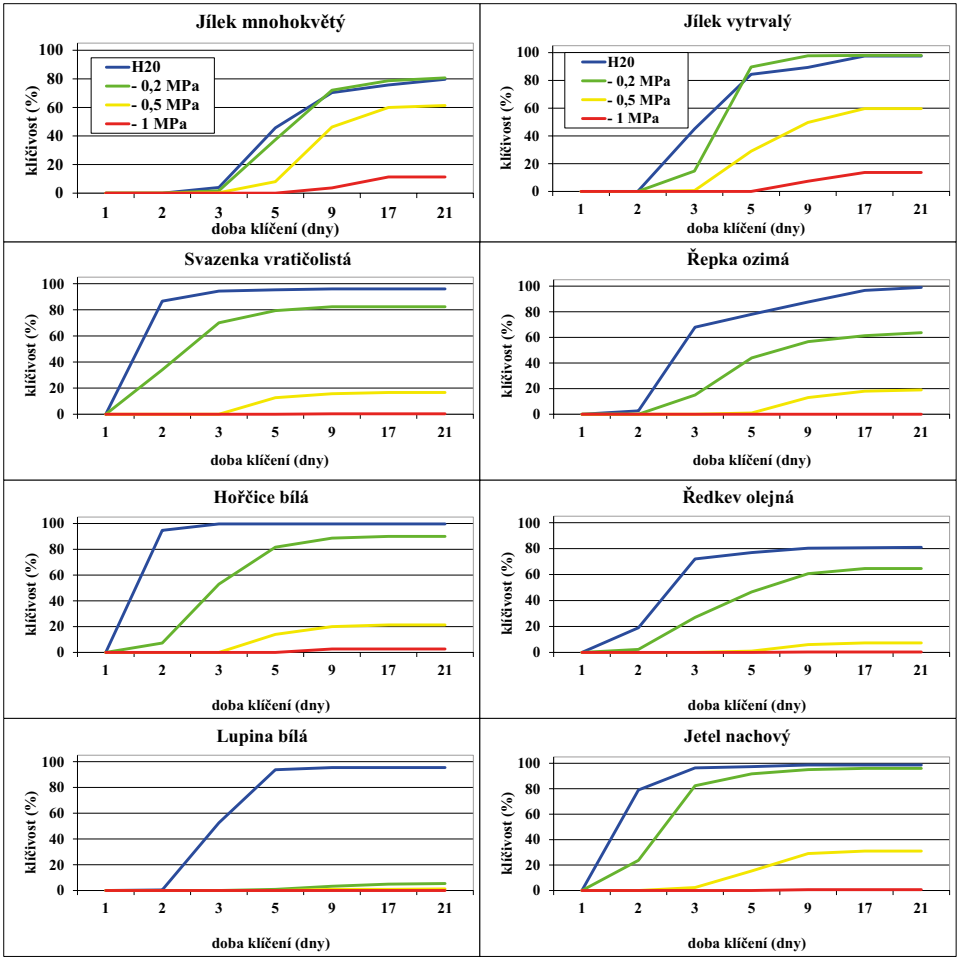
6. BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI POMOCNÝCH PLODIN

Biologické vlastnosti pomocných plodin zásadním způsobem ovlivňují jejich využití v porostech hlavní plodiny. V rámci náhledu na jednotlivé druhy je však potřebné rozlišovat jejich rodové a druhové odlišnosti z hlediska semen, klíčních a vzcházejících rostlin a rostlin nacházející se ve fázi plného růstu až do generativní fáze. Především u rostlin ve fázi intenzivního růstu až do fáze jejich senescence je potřebné hodnotit i kvalitativní a kvantitativní parametry podzemní a nadzemní biomasy.

Z hlediska principů pomocných plodin je potřebné znát chování odumřelé, či umrtvené, nadzemní a podzemní biomasy mulče. Zde se nejedná pouze o barvu mulče, chemické složení, rychlost degradace apod., ale je třeba sledovat i některé mechanické a specifické vlastnosti jako jsou: tuhost stonků, schopnost vytvářet kompaktní a propojené rostlinné zbytky, pevnost spojení nadzemní a podzemní biomasy s kořenem a další.

6. 1. Vlastnosti semen pomocných plodin

Primárními faktory, které rozhodují o využitelnosti druhu, jako pomocné plodiny jsou biologické vlastnosti semen. Mezi nejdůležitější vlastnosti lze považovat nároky na vodu a teplotu při klíčení. Vláhové nároky jsou závislé na schopnosti semen přijímat vodu, aby po fázi bobtnání mohla nastat fáze klíčení. Schopnost pronikání vody do semena je dána vzájemnými interakcemi mezi půdním prostředím a povrchem semene, kdy se zjednodušeně jedná o rozdíl hodnot vodního potenciálu půdy a vodního potenciálu povrchu semene. Pokles hodnot vodního potenciálu půdy pod hodnoty vodního potenciálu semen vede k inhibici klíčení *(Copeland a McDonald, 1995)*. Springer (2005) považuje pokles vodního potenciálu za primární faktor snižující klíčení semen a vzcházení rostlin. Významnou roli při získávání vody z půdy semeny hraje rovněž kontakt mezi semenem a půdou *(Wuest, 2002)*. Na počátku bobtnání dosahuje hodnota vodního potenciálu semene nižších hodnot než – 40 až – 60, MPa, což je výrazně nižší hodnota, než běžná hodnota vodního potenciálu půdy. V této době semena dobře přijímají vodu a bobtnají. Při dosažení požadovaného množství vody v semeni nastává váze klíčení. Klíčivá semena se z hlediska příjmu vody chovají jako rostliny, takže jejich schopnost přijímat vodu z půdního prostředí je omezena přibližně hodnotou vodního potenciálu půdy -1,5, MPa. Je-li tato hodnota v půdě nižší, může docházet k omezení příjmu vody klíčícími semeny a klíčenci, včetně vzcházejících a dospělých rostlin. Nedostatek vody v půdě je také například spojován s možností vzniku sekundární dormance u semen ozimé řepky *(Pekrun a Claupein, 2001)*.



Graf 1: Vliv snížené dostupnosti vody vyjádřený pomocí vodního potenciálu roztoku polyethylenglykolu /MPa/ na klíčivost /%/ vybraných druhů v laboratorních podmínkách při teplotě 20°C, které lze využít jako pomocné plodiny *(Neckář a kol., 2006b)*

Klíčivost semen druhů využívaných jako pomocné plodiny při nedostatku vody je velice odlišná. Dobrou klíčivost při nedostatku vody v půdě vykazují travní druhy mírného pásma a některé jeteloviny *(Brant a kol., 2005)*. Velni dobrá klíčivost při snížené dostupnosti vody v půdě je typická pro čiroky, béry a proso, a to i při vysokých teplotách půdy. Při nižších hodnotách vodního potenciálu půdy (pod hranici -0,5, MPa) obtížně vzcházejí druhy z čeledi brukvovitých. U luskovin je reakce na nedostatek vody rozdílnější, protože významnou roli hraje velikost osiva a samotná potřeba vody pro nabobtnání semen. Obecně jsou však považovány za druhy, které pro klíčení vyžadují dostatek vody v půdě. Dobře za sucha vzchází lnička setá a svazenky. Opomenout nelze ani skutečnost, že rozdílnou schopnost klíčivosti v závislosti na vodě vykazují i odrůdy v rámci druhu *(např. Neckář a kol., 2006a)*. Zpomalení klíčení vysetých semen v důsledku nedostatku vody přispívá ke zkrácení doby růstu meziplodiny na stanovišti, které vede, obdobně jako opožděné termíny výsevu, ke snížení produkce biomasy *(Lütke Entrup a Oehmichen, 2000)* a nízké pokryvnosti porostů. Graf 1 dokládá vliv snížené dostupnosti vody vyjádřený pomocí vodního potenciálu roztoku polyethylenglykolu na klíčivost vybraných druhů v laboratorních podmínkách při teplotě 20 °C, které lze využít jako pomocné plodiny *(Neckář a kol., 2006b)*. Je potřebné upozornit na skutečnost, že s poklesem teplot se i při nedostatku vody stává inhibičním faktorem klíčení teplota. Protože jsou některé pomocné plodiny vysévány v průběhu vegetace, tedy v období, kdy se půda nachází v suchém stavu, nelze opomenout ani rizika spojená s indukcí sekundární dormance. Sekundární dormance je typická především pro olejniny. Vysokou náchylnost k indukci sekundární dormance popisuje Hlavičková a kol. (2005) u ozimé řepky, střední u lničky seté a ředkve olejné a nízkou u hořčice bílé.

Dalším faktorem ovlivňujícím klíčivost semen je teplota. Většina druhů mírného pásma se vyznačuje klíčivostí při teplotách mezi 2 – 3 °C. Dynamika klíčení je však pomalá. Za nižších teplot dobře vzchází hořčice bílá a ředkev olejná. Vyšší teploty kolem 7 °C preferují např. mastňák habešský, lnička setá a dobrou dynamiku klíčení vykazuje rovněž pohanka obecná a svazenka vratičolistá. Teplota pro klíčení nad 5 °C je vyhovující pro běžné trávy a jeteloviny. U teplomilných druhů jetelovin, třeba jako je jetel podzemní, jsou pro rychlé vyklíčení semen vhodné vyšší teploty. Obecně dobou klíčivost při nízkých teplotách vykazují i luskoviny. Semena hrachu setého a rolního začínají klíčit při 3 °C, ale z hlediska zkrácení doby vzejití je optimální teplota nad 10 °C *(Lahoda a kol., 1990)*. Obdobně je tomu i u bobu obecného, který vzchází již při 1 °C, ale s nízkými teplotami se prodlužuje doba od výsevu do vzejití porostu. Rostliny typu C4, jako jsou čiroky, béry a prosa, vyžadují pro klíčení výrazně vyšší teploty. Obecně se uvádí, že pro čiroky a béry je optimální teplota půdy pro klíčení a vzcházení asi 20 °C. U kulturních druhů pěstovaných v podmínkách střední Evropy jsou dostupné odrůdy či hybridy, které klíčí již při teplotě půdy kolem 12 – 15 °C *(Brant a kol, 2019d)*.

Dalšími faktory jsou samozřejmě dostupnost kyslíku, který je potřebný pro štěpné reakce zásobních látek při klíčení. O dostupnosti kyslíku samozřejmě rozhoduje i obsah vody v půdě.

Obr. 25: Pro zakládání druhově pestrých směsí s rozdílnou velikostí semen jsou využívány stroje provádějící řádkový výsev větších semen a menších semen na široko *(foto Brant)*.

Difuze kyslíku do půdního vzduchu je několikanásobně vyšší, než jeho pronikání do půdní vody. Otázka dostupnosti světla pro klíčení je faktorem ovlivňujícím klíčivost některých druhů trav.

Podmínky pro klíčení semen jsou samozřejmě určovány způsobem výsevu, tedy uložením osiva do půdy, a stavem půdy při zakládání porostů. U pomocných plodin se jedná jak o výsevy na povrch půdy nebo na povrch půdy se zapravením pomocí prutů či zamačkávacích válců. Dále se využívá systémů ukládání do půdy za různé kypřicí nástroje, které vytvářejí mezi kypřenou a nekypřenou půdou dno seťového lože, a osivo je zakryto proudem zeminy obtékající kypřící nástroj. Z hlediska požadavku na přesnost prostorového rozmístění pomocných rostlin se intenzivně rozvíjejí systémy využívající pro setí standardní, nebo modifikované secí botky. Systémy dokonaléhо uložení osiva pomocných plodin do půdy, spojené i s optimalizací tvorby seťového lože, se z důvodu nedostatku vody preferovanými. Další důležitou vlastností semen je jejich schopnost klíčit a následně vzcházet z povrchu půdy. Vzcházivost rostlin z povrchu půdy je většinou spojena s rizikem nižší vzcházivosti z důvodu nízké dostupnosti vody na povrchu půdy a s procesy rychlého přeschnutí horní vrstvy půdy po dešti. Výsevy na povrch půdy jsou rovněž spojeny s navyšování výsevku, což zvyšuje ekonomické náklady na založení porostu pomocné plodiny. Výsevy na povrch půdy jsou rovněž limitující pro výsevy vícekomponentních směsí, které se skládají z velikostně odlišných semen použitých plodin. Pro výsevy směsí s velikostně diferencovaným osivem jsou vyvíjeny systémy odděleného setí veko- a malosemenných druhů. Druhy s velkými semeny jsou ukládány například cíleně do těsné blízkosti paty výsevní radličky, čímž je zajištěna větší hloubka setí, a malosemenné druhy jsou transportovány do proudu zeminy vytvářeného radličkou (Obr. 25). V rámci modifikací odděleného výsevu velkosemenných a malosemenných druhů lze pro meziřádkové výsevy a přísevy využít pro výsev velkých semen

Obr. 26: Oddělený výsev velkosemenných a malosemenných druhů lze u meziřádkových výsevů a přísevů použít pro velká semena klasické secí botky a nad ně zajisti transport drobných semen /vlevo/. Pro výsevy do částečně zpracované či nezpracované půdy jsou využitelné řezné šikmé disky, ke kterým je pod nadzvednutou půdu ukládáno osivo /vpravo/. *(Foto Brant)*

klasické secí botky a nad ní zajisti transport drobných semen, kdy práce secí botky přispěje k částečnému uložení malých semen do půdy (Obr. 26 vlevo). Zde se jedná o systémy výsevu plodin do meziřádků do zpracované půdy. Při potřebě založení pomocných plodin do meziřádků hlavní plodiny, např. v systémech setí do částečně zpracované či nezpracované půdy, lze využít efektivně pracující řezné šikmé disky, ke kterým je pod nadzvednutou půdu ukládáno osivo (Obr. 26 vpravo).

Hodnocení vlivu způsobu uložení osiva do půdy při setí dokumentuje tabulka 2 *(Brant a kol., 2017c)*. Druhy jako hořčice bílá, svazenka vratičolistá a ředkev olejná lze bez problému vysévat oběma způsoby. Podíváme-li se však na varianty se směsí hořčice bílé a svazenky vratičolisté, kdy jednou byla do řádků vyseta hořčice bílá a jednou svazenka vratičolistá

Tab. 2: Průměrná suchá hmotnost nadzemní části rostliny (g) v závislosti na způsobu uložení do půdy při výsevu a ve vztahu ke složení vyseté směsi, lokalita Šumice - Uherský Brod. Termín hodnocení 5. 9. 2017, termín výsevu 4. 8. 2017. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci mezi průměry (α = 0,05, Tukey, ANOVA). Červeně jsou označeny druhy, které byly vysety na povrch půdy před secí botky *(Brant a kol., 2017c)*

způsob výsevu		průměrná suchá hmotnost nadzemní části rostliny (g)		
druh vysetý secí botkou – hlavní zásobník	druh vysetý na povrch půdy před secí botky – zásobník na přísev	hořčice bílá	svazenka vratičolistá	pohanka obecná
hořčice bílá	svazenka vratičolistá	0,328 ab	0,061 ab	0,196 a
pohanka obecná	svazenka vratičolistá		0,044 a	
pohanka obecná	hořčice bílá	0,218 a		0,223 a
svazenka vratičolistá	hořčice bílá	0,424 b	0,073 b	
svazenka vratičolistá + pohanka obecná	hořčice bílá	0,355 ab	0,057 ab	0,200 a

a druhý druh byl uložen na povrch půdy, lze předpokládat, že u svazenky vratičolisté je výhodnější výsev pomocí secí botky. Při plošném výsevu byl stanoven statisticky průkazně nižší počet rostlin na jednotku plochy vůči výsevu secí botkou, u hořčice bílé nebyl vliv výsevu na počet rostlin prokázán. S nižším počtem rostlin svazenky vratičolisté byl spojen i nižší podíl hmotnosti na jednotku plochy z celkové produkce nadzemní biomasy. Při hodnocení suché nadzemní biomasy (Tab. 2) byla u svazenky vratičolisté stanovena vyšší průměrná hmotnost rostliny při výsevu secí botkou, vůči plošnému setí. Rozdíly mezi průměrnými hodnotami však nebyly statisticky průkazné. U hořčice bílé tomu bylo naopak (Tab. 2). Důvodem obráceného výsledku u hořčice bílé mohla být právě vyšší vnitrodruhová konkurence mezi rostlinami při výsevu do řádku.

Výsevu pomocných plodin pomocí secí botky, či za výsevní radličku, jsou spojeny nejen s lepším vzcházením osiva a tím i dosažením požadovaného počtu rostlin, ale také s možností výrazného snížení výsevku, a to až o 60 % vůči plošným výsevům. Pozitivní reakci na výsev pomocí secí botky lze čekat u svazenky vratičolisté, lničky seté, pohanky seté, jetelovin a samozřejmě u velkosemenných druhů semen.

Morfologie semen projevující se jejich velikostí a tvarem rovněž rozhoduje o transportovatelnosti semen semenovody a samozřejmě o samotném chování osiva a směsí osiv v zásobnících osiva, včetně dávkovacích ústrojích. Nelze opomenout ani skutečnost, že při využití rozdílných deflektorů určujících směr dopadu osiva na povrch půdy, či za kypřící nástroj, může v době mezi opuštěním osiva ze semenovodu a dopadem na půdu docházet k negativnímu ovlivnění trajektorie osiva větrem. Jednoznačně se zde jedná o malosemenné druhy, jako kritická hodnota rychlosti větru ve vztahu o ovlivnění kvality rovnoměrnosti výsevu a cíle dopadu se považuje rychlost větší než 3 m/s.

6. 2. Dynamika růstu pomocných plodin

Vývoj porostů pomocných plodin je nutné hodnotit především na změně biometrických parametrů nadzemní a podzemní biomasy. Kromě samotné změny habitu nadzemní biomasy, který je potřebné vnímat jak z horizontálního a vertikálního pohledu na rostlinu, je potřebné věnovat i pozornost době vývoje jednotlivých orgánů na rostlině ve vztahu k růstové fázi a jejich hmotnostnímu podílu na rostlině. Poměr mezi hmotností orgánů na rostlině (stonek, list a plod) neovlivňuje jen celkovou produkci nadzemní biomasy, ale také kvalitativní parametry rostlin, jako je obsah živin a jejich poměry, ale také např. degradovatelnost biomasy v půdě či na jejím povrchu.

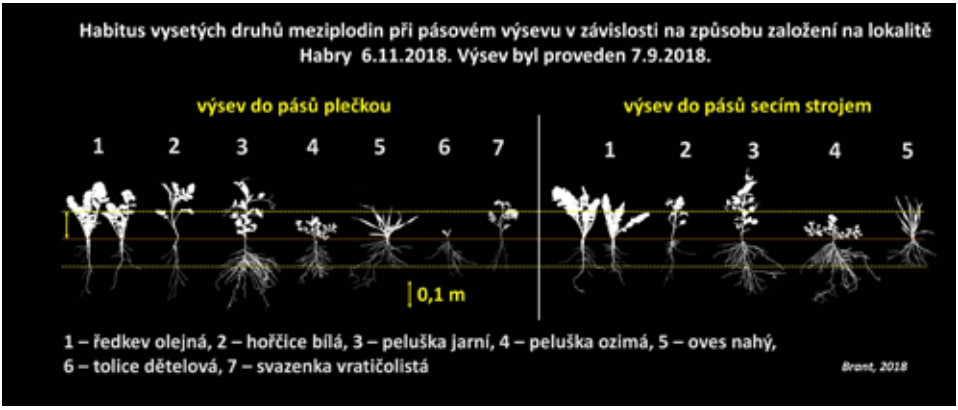
Opomenout nelze ani dynamiku vývoje kořenového systému, která je rovněž mezidruhově specifická a během vývoje porostů se mění. Z hlediska působení pomocných plodin je nutné znát i tvarové rozmístění kořene v půdním prostředí a případnou prostorovou interakci mezi kořeny pomocné a hlavní plodiny. Za velmi důležitý lze považovat hmotnostní poměr mezi nadzemní a podzemní biomasou pomocných plodin z důvodu stanovení celkové produkce organické hmoty, včetně kvalitativních parametrů podzemní biomasy.

Mezi zásadní parametry hodnocení dynamiky růstu nadzemní biomasy patří:

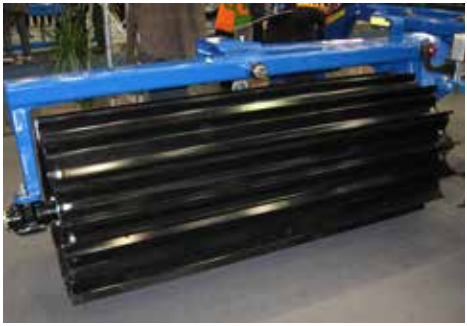
6. 2. 1. Výška rostliny ve vztahu k vývojovým fázím

Tento parametr je samozřejmě důležitý pro posouzení případné vzájemné konkurence mezi hlavní a pomocnou plodinou. Zásadním způsobem je ovlivněn strukturou porostu a hustotou výsevu pomocné plodiny. Při vyšší koncentraci rostlin a při neomezení vegetačních faktorů (voda, živiny a teplota) dochází k tzv. etiolačnímu efektu, tedy k situaci, kdy se rostliny při cestě ke slunečnímu záření prodlužují. Ten je spojen nejen s navyšováním délky rostliny, ale také s omezenější tvorbou listů, nebo jejich časnějším odumíráním, ve spodních částech rostliny. Obrázek 27 znázorňuje habitus nadzemní a podzemní části rostlin hodnocených druhů na pokusných plochách. Kromě výše uvedeného etiolizačního efektu se spon rostlin podílí i na modifikaci kořenového systému. Zejména u ředkve olejné omezovalo hustější rozmístění rostlin tvorbu ztloustlých kůlových kořenů. Hrách rolní dle dosavadního hodnocení vykazoval při hustějším výsevu omezenější rozvoj kořenového systému *(Brant a kol., 2019a)*. Etiolizační efekt je výhodný pro systémy, kde se počítá s povalením porostů pro tvorbu mulče. Křehčí stonky jsou lépe povaleny, dobře se zalamují, čímž je omezena regenerace. Při povalení pásových výsevů před výsevem širokořádkových plodin přispívá menší počet listů ve spodní části rostliny a menší větvení rostlin k dobré tvorbě pásů mulče. U etiolizovaných porostů lze pro dobé povalení dostatečné využít konvenčních řezných válců (Obr. 28), bez nutnosti použití řezných válců s ostrou náběžnou hranou řezných lišt (Obr. 3)

Opačným příkladem je naopak snížení počtu rostlin na jednotku plochy, nebo kombinace vzrůstných druhů v menším početním zastoupení na jednotku plochy s méně vzrůstnými druhy. Příkladem je poté tvorba nižších, mnohdy keříčkovitých, habitů rostlin. To je typické pro některé brukvovité, pro více odnožující odrůdy obilnin, ale také pro luskoviny. Typic-



Obr. 27: Habitus nadzemní a podzemní části rostlin hodnocených druhů na pokusných plochách s pásovým výsevem *(Brant a kol., 2019a)*.



Obr. 28: U etiolizovaných porostů lze pro dobé povalení dostatečné využít konvenčních řezných válců *(foto Brant)***.**

kým příkladem mohou být rostliny hrachu rolního. Při standardním pěstování a při pěstování ve směsích určených na produkci biomasy vytvářejí lodyhy o délce kolem 1,5 m. To přispívá k riziku polehnutí rostlin *(Brant a kol., 2017d)*. Obrázek 29 dokládá habitus rostlin hrachu rolního (odrůda Arvika) při nízkém počtu rostlin na jednotku plochy při pásovém výsevu a při pásovém výsevu v kombinaci s plošným výsevem svazenky vratičolisté.

Druhové rozdíly ve výšce rostlin využitelných jako pomocné plodiny v době nástupu generativní fáze při monokulturním pěstování při šířce řádků 205 mm v letech 2015 a 2016 dokumentují tabulky 3 a 4 *(Brant a kol., 2015 a 2017d)*. Výsledky lze vnímat jako potenciální výšky rostlin pěstovaných za optimálních podmínek v monokultuře. Obrázek 30 znázorňuje výšky porostů vybraných rostlin využitelných jako pomocné plodiny na základě fotografie.

6. 2. 2. Dynamika vývoje habitu rostlin

V rámci vývoje rostlin v interakci s abiotickými a biotickými podmínkami prostředí dochází

Obr. 29: Habitus rostlin hrachu rolního /odrůda Arvika/ při nízkém počtu rostlin na jednotku plochy /vlevo/ při pásovém výsevu a při pásovém výsevu v kombinaci s plošným výsevem svazenky vratičolisté /vpravo/. *(Foto Brant)*

i k modifikaci jejich habitu. Variabilita habitu nadzemní biomasy rostlin je však primárně určována rodovými, druhovými a samozřejmě i odrůdovými vlastnostmi rostlin. Za zásadní faktor působící u pomocných plodin na změnu genotypu lze považovat strukturu porostu ve vztahu k počtu všech jedinců rostlin na jednotku plochy, schéma jejich prostorového roz-

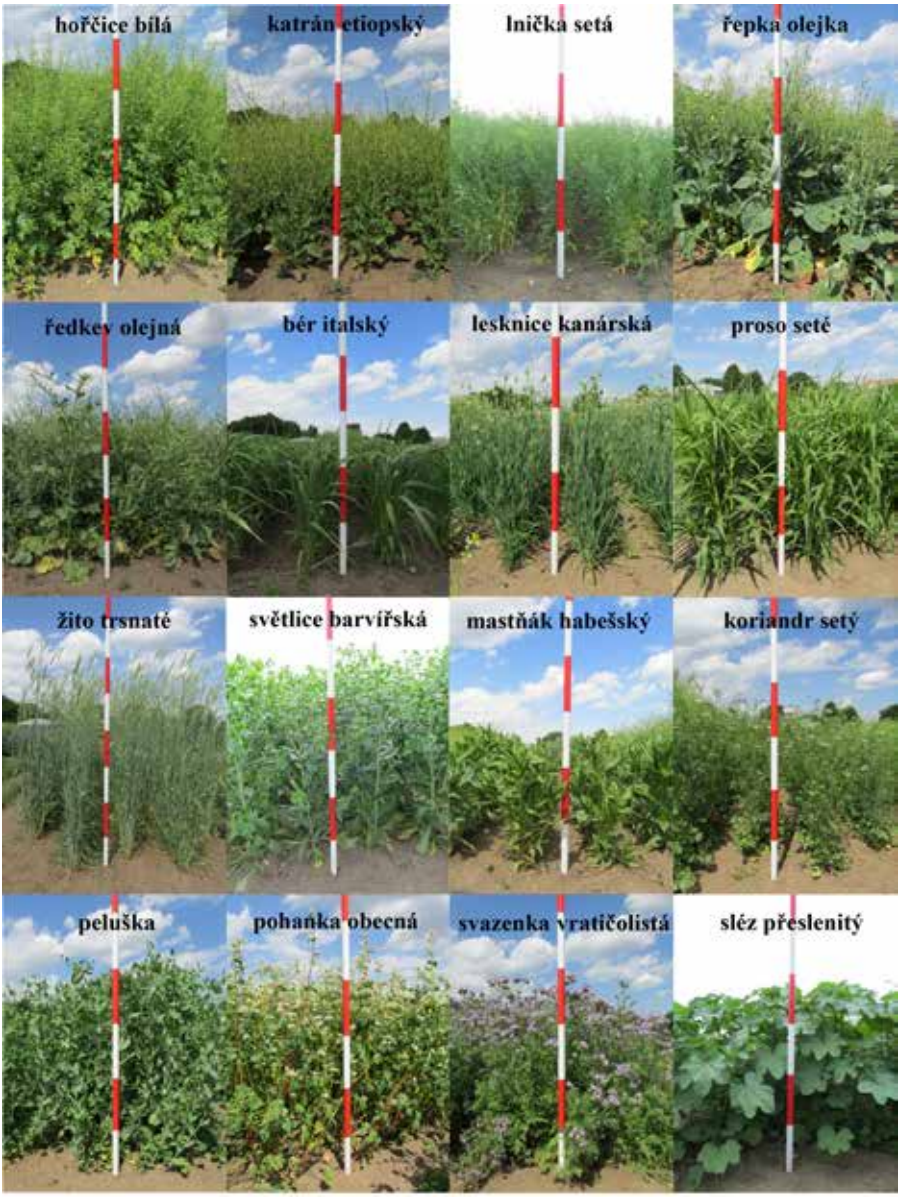
Tab. 3: Průměrné výšky porostů vybraných meziplodin stanovené 26. 6. 2015, tj. 65 dní po výsevu. Rozdílné indexy v rámci sloupce dokumentují statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti (α = 0,05, ANOVA, Tukey) - (*Brant a kol. 2015).***

rostlinný druh	výška porostu (m)		výšková kategorie (m)
jetel nachový	0,138	a	0 ≤ 0,25
jílek vytrvalý	0,170	a	
kostřava červená	0,185	a	
jílek mnohokvětý	0,187	a	
srha laločnatá	0,275	b	
lupina žlutá*	0,332	b	0,25 ≤ 0,5
vikev panonská	0,427	c	
bér italský	0,505	cd	
čirok obecný	0,507	cd	0,5 ≤ 0,75
mastňák habešský	0,558	d	
lnička setá	0,767	e	
lesknice kanárská	0,790	ef	
proso seté	0,797	ef	
katrán etiopský	0,828	efg	0,75 ≤ 1
koriandr setý	0,867	fg	
sléz přeslenitý	0,873	ghi	
svazenka vratičolistá	0,902	hi	
slunečnice roční	0,955	ij	
peluška	0,998	jk	
řepka olejka	1,002	jk	
světlice barvířská	1,053	kl	
pohanka obecná	1,063	kl	> 1
ředkev olejná	1,095	l	
žito trsnaté	1,398	m	
hořčice bílá	1,402	m	

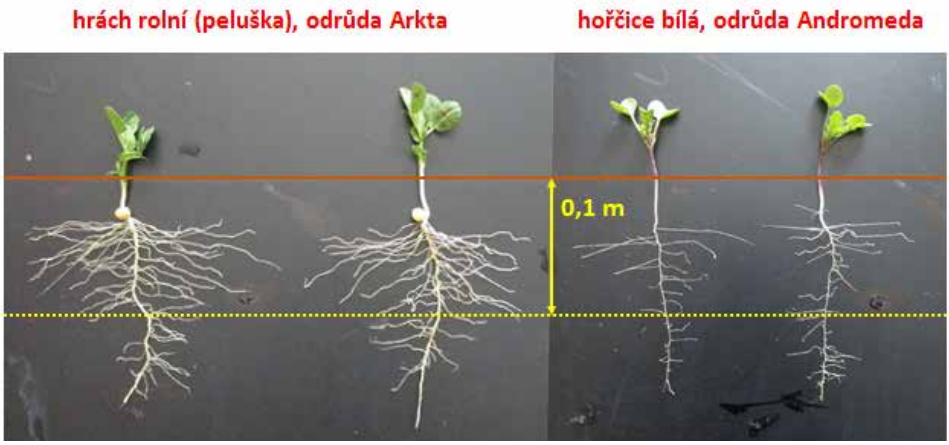
* vývoj rostlin byl negativně ovlivněn vysokou hodnotou pH

Tab. 4: Průměrná délka vybraných druhů rostlin pěstovaných jako meziplodiny v době nástupu generativní fáze, tj. před dozráním semen. Hodnocení proběhlo v roce 2016 na lokalitě Praha – Suchdol *(Brant a kol. 2017d)*.

rostlinný druh	výšková kategorie	délka rostliny (m)
lupina žlutá	do 0,5 m	0,45
kostřava červená		0,48
jílek vytrvalý		0,67
jetel nachový	0,5 do 1 m	0,73
lnička setá		0,84
srha laločnatá		1,02
pohanka obecná		1,05
čirok zrnový		1,08
katrán habešský		1,15
lesknice kanárská		1,17
vikev panonská	1 až 1,5 m	1,24
žito trsnaté		1,29
světlice barvířská		1,31
peluška		1,36
mastňák habešský		1,40
proso seté		1,45
ředkev olejná	1,5 až 2 m	1,51
bér vlašský		1,59
sléz přeslenitý	nad 2 m	2,17
čirok dvousečný		2,27



Obr. 30: Stav porostů vybraných druhů meziplodin 65 dní po výsevu /26. 6. 2015/ – *(Brant a kol. 2015)*.



Obr. 31: Srovnání kořenového systému hrachu rolního /Arkta/ a hořčice bílé /Andromeda/ 27. 4. 2016. Výsev byl proveden 27. 3. 2016 – lokalita Červený Újezd *(Brant a kol., 2017b)*.

místění a samotné parametry dynamiky růstu rostlin společenstva. Při hodnocení dynamiky vývoje pomocných plodin nelze vždy využít informace získané při hodnocené konvenčních porostů a monokultur porostů pěstovaných na produkce semen či biomasy. Důvodem je totiž zásadní změna struktury porostu, počtu jedinců na plochu a interakce mezi druhy při pěstování pomocných plodin.

Brukvovité

U brukvovitých druhů dochází na začátku vegetace k prokořenění půdy jemnějším kořenovým vlášením, v pozdějších růstových fázích je prokořenění půdy ovlivněno rozvojem kůlového kořene. Intenzita prokořenění půdy u brukvovitých druhů na začátku vývoje porostů je samozřejmě určována dynamikou růstu, ale také počtem rostlin na jednotku plochy. Srovnání kořenových systémů hořčice bílé a hrachu rolního dokumentuje obrázek 31. Dalším faktorem rozhodujícím o vlivu pomocné plodiny na následnou plodinu je například ztloustnutí kořene *(Brant a kol., 2017d)*, které je typické např. pro rostliny ředkve olejné (Obr. 32). Tvorba ztloustlého kořene je však spojena s rizikem nevymrz-

Obr. 32: U rostlin ředkve olejné dochází k tvorbě ztloustlých kořenů /vlevo/, které se mohou pomaleji rozkládat v půdě a zvyšují riziko nevymrznutí rostlin, např. v systémech setí cukrové řepy do vymrzající ředkve jako strniskové meziplodiny /vpravo, SRN jaro 2016/ – *(zdroj Brant a kol. 2017d.)*

nutí rostlin, neboť podzemní část není mrazem zničena a dochází k následné regeneraci rostlin na jaře. Obrázek 33 dokumentuji regeneraci rostlin ředkve olejné po přezimování v porostech

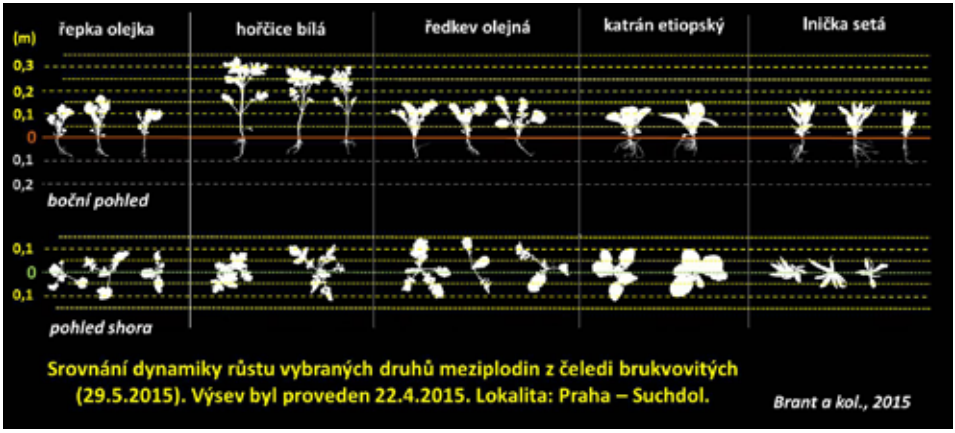
Obr. 33: Rostliny ředkve olejné v porostech přenice ozimé /rozteč řádků pšenice 250 mm/ před nástupem zimy /vlevo/ a v březnu následného roku /vpravo/. U rostlin ředkve olejné se ztloustlými kořeny docházelo k regeneraci *(foto Brant)*.

Obr. 34. Stav porostů hořčice bílé při suchém průběhu počasí /vlevo/ a při dostatku srážek /vravo/ *(foto Brant)*.

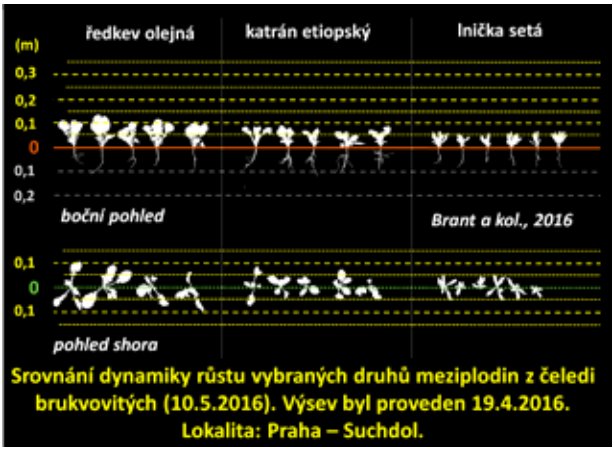
ozimé pšenice, kde byla využita jako pomocná plodina v meziřádcích pšenice ozimé. Přestože se jednalo o výsev ředkve olejné do řádku, který v důsledku vyšší koncentrace rostlin ve vysetém řádku a tím i k nárůstu vnitrodruhové konkurence vedl k omezení tloustnutí kořene, docházelo u vzrůstných rostlin k omezenému vymrznutí a k následné regeneraci (Obr. 33).

Habitus dospělých rostlin většiny brukvovitých druhů je zásadním způsobem ovlivněn strukturou porostu, tedy rozmístěním rostlin v prostoru vůči rostlinám daného druhu, či ostatním rostlinám. Zvýšení hustoty porostu je spojeno s rychlejším prodlužováním rostlin a omezenější tvorbou listů ve spodních částech stonku. U druhů vyznačujících se výraznějším větvením, dochází při vysoké hustotě rostlin k omezenému větvení. Řídké porosty, nebo kombinace brukvovitých s méně vzrůstnými druhy, vede ke vzniku tzv. keříčkovitého habitu rostlin. Rostliny intenzivně větví a snižuje se jejich výška. Habitus rostlin samozřejmě ovlivňuje následnou práci s nadzemní biomasou, možnost povalení, rozřezání válci, zaklopení při zpracování či průchodnost rostlinných zbytků secím strojem apod. V neposlední řadě je habitus rostlin u brukvovitých druhů ovlivněn průběhem počasí, kdy při nedostatku vody porosty rychle omezují dynamiku růstu a předčasně vstupují do generativní fáze. Nástup rostlin do fáze kvetení je obecně spojen s ukončením růstu nadzemní a podzemní biomasy (Obr. 34). Určitým omezením při využití nematocidních druhů, zejména u hořčice bílé, je skutečnost, že rostliny pomocné plodiny v rámci doby pobytu na stanovišti nemusejí dojít do fáze kvetení, čímž je jejich efekt na háďátka omezen.

Obrázky 35 a 36 dokumentují habitus vybraných rostlin z čeledi brukvovitých v počátečních fázích vývoje. V rámci hodnocení habitu je potřebné sledovat nejen habitus z bočního pohledu na rostlinu, ale také z ptačí perspektivy, kde se jedná především o hodnocení pokryvu půdy.



Obr. 35: Růstová dynamika podzemní a nadzemní biomasy meziplodin z čeledi brukvovitých /hodnocení proběhlo pět týdnů po výsevu/ – lokalita Suchdol *(Brant a kol. 2015)*.



Obr. 36: Habitus nadzemní a podzemní biomasy a velikost listové plochy rostliny pokrývající půdu vybraných druhů meziplodin z čeledi brukvovitých na lokalitě Praha – Suchdol v roce 2016 *(Brant a kol., 2017d)*.

Bobovité

Výrazné rozdíly v habitu rostlin jsou u zástupců druhů z čeledi bobovitých. Zástupci rodu jetel se obecně vyznačují nízkým vzrůstem a pomalou dynamikou růstu. Konkurence porostů se zvyšuje až s tvorbou lodyh, čímž dochází k nárůstu pokryvnosti půdy a následně k prodlužo-

vacímu růstu. Ten však nelze při jejich založení jako strniskových meziplodin, či v podzimním období, příliš očekávat *(Brant a kol., 2006a)*. Porosty jetele nachového vytvářejí v pozdější fázi vývoje výškově vzrůstné porosty dobře konkurující plevelům a jsou schopny se při větším podílu ve směsi prosadit i ve výcekomponentních směsích vzrůstných meziplodin. Při podzimních výsevech nelze s nástupem prodlužovací fáze lodyh počítat. Rozdílný habitus ve srovnání se standardně pěstovanými jeteli vykazují například rostliny jetele podzemního, které dobře pokrývají povrch půdy a vytváří husté a plně zapojené porosty. Jeho vlastnost zavrtávat květní hlávky po odkvětu pod zem (Obr. 37), kde následně dochází k dozrání semen, zajišťuje nejen tvorbu hustých porostů při víceletém pěstování, ale i dlouhověkost porostu na stanovišti. Tato schopnost tento druh jednoznačně zvýhodňuje při dlouhodobějším pěstování na stanovišti v suchých oblastech.

Rozdílná dynamika růstu je typická i pro zástupce rodu vojtěška. Jednou z možností práce s ovlivněním habitu a dynamiky růstu zástupců rodu vojtěška je využití konkurenční schopnosti hlavní plodiny, zejména na principu zastínění, a kombinace redukčního vlivu herbicidů využitých do hlavní plodiny, které zpomalují rostliny vojtěšky v růstu. Tyto systémy se rozvíjejí především v porostech ozimé řepky, kde se vojtěška využívá jako pomocná plodiny a zároveň jako podsev, pro založení pícních porostů v dalším roce. Při plánování výsevů zástupců rodu vojtěška je nutné uvažovat i o způsobu výsevu, protože zástupci rodu vojtěška, obdobně jako některé ostatní jeteloviny, se vyznačují značnou vnitrodruhovou konkurencí. Díky ní dochází v době vzcházení k silné redukci rostlin na stanovišti. Z tohoto důvodu je nutné omezit blízký kontakt mezi rostlinami, zejména při výsevech do řádku.

Opomenou nelze ani méně vzrůstné jeteloviny zavedené do kultury, jako např. štírovník růžkatý a tolici dětelovou. Ověřovány byly úspěšně podsevy tolice dětelové do porostů kukuřice seté. Tolice dětelová je středně tolerantní k zastínění a vyznačuje se pomalou dynamikou růstu na začátku vegetace a samo-

Obr. 37: Rostliny jetele podzemního dobře pokrývají povrch půdy /vlevo/. Jeho vlastnost zavrtávat květní hlávky po odkvětu pod zem /vpravo/ zajišťuje i dlouhověkost porostu na stanovišti *(Brant a kol. 2017d)*.

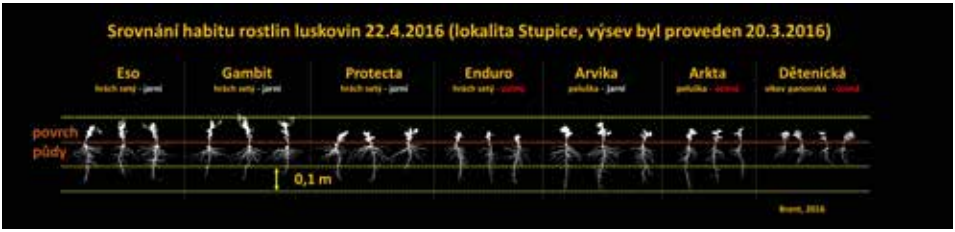
Obr. 38: Stav porostů tolice dětelové založených pásovým výsevem na podzim do budoucího meziřádku kukuřice seté po přezimování /březen, vlevo/, prokořenění půdního profilu v meziřádku /uprostřed/ a habitus rostlin /vpravo/ *(foto Brant)*.

zřejmě tedy i nižší konkurencí vůči plevelům. Při podzimních výsevech pokrývají rostliny tolice dětelové dobře povrch půdy a dobře přezimují, intenzivně však prokořeňují půdu (Obr. 38). U pásových výsevů do budoucího meziřádku kukuřice seté na podzim, lze výsev kukuřice provést i do neumrtvených pásů tolice dětelové.

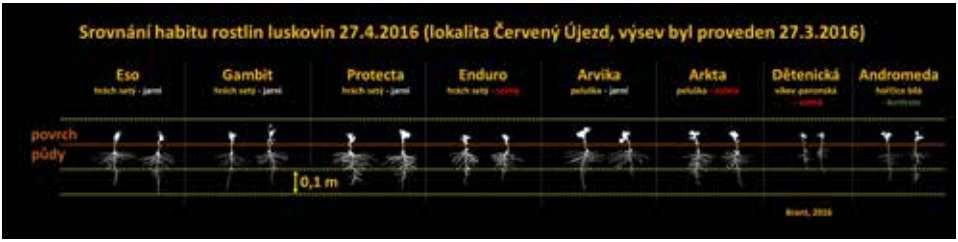
Důležitou roli jako pomocné plodiny z čeledi bobovitých zaujímají rody hrách, vikev, bob, ale i sója, lupina a cizrna. Druhy se vyznačují ve srovnání s ostatními plodinami větší velikostí osiva, což zvyšuje nároky na velikost zásobníků osiva u secích strojů a na hloubku setí. U bobu obecného jsou proto preferovány tzv. malosemenné formy. Velmi často jsou jako pomocné plodiny využívány hrách setý a rolní a bob obecný *(Brant a kol., 2018c; Epperlein a kol., 2018)*. V rámci druhů a jejich forem lze počítat s výraznými rozdíly v habitu rostlin a dynamice růstu.

Zásadní rozdíl v dynamice růstu na počátku vegetace vykazují ozimé a jarní formy hrachu setého a rolního. Ozimé formy se na začátku vegetace vyznačují pomalejší tvorbou nadzemní biomasy *(Brant a kol., 2017d)* a to jak při podzimních, tak jarních výsevech. Jarní výsevy ozimých forem lze úspěšně provádět nejen při využití jako pomocné plodiny, ale také pro produkci osiva, kdy výnosová úroveň zůstává zachována, ale dochází k poklesu velikosti semen.

Obrázky 39 a 40 dokumentují habitus podzemní a nadzemní biomasy rostlin hrachu setého a rolního v počátečních fázích vývoje. Z obrázků je patrný rozdíl v dynamice růstu mezi jarními a ozimými formami. Mezi listovými a úponkovými typy hrachu setého (jarní formy) nebyly rozdíly v dynamice vývoje rostlin na počátku vegetace prokázány. Produkci nadzemní a podzemní biomasy rostlin rodu hrách na dvou hodnocených lokalitách dokumentu-



Obr. 39: Habitus rostlin /22. 4. 2016/ hodnocených druhů doplněný o rostliny vikve panonské /Dětenická/ na lokalitě Stupice. *(Zdroj: Brant a kol., 2017e)*.



Obr. 40: Habitus rostlin /27.4.2016/ hodnocených druhů doplněný o rostliny vikve panonské /Dětenická/ a hořčice bílé /Andromeda/ na lokalitě Červený Újezd. *(Zdroj: Brant a kol., 2017e)*.

Tab. 5: Průměrná hmotnost suché nadzemní a podzemní biomasy rostliny (g) a poměr mezi nadzemní a podzemní biomasou rostliny (nadzemní/podzemní) stanovené 22. 4. 2016 (Stupice) a 27. 4. 2016 (Červený Újezd). Rozdílné indexy mezi průměry dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry v rámci sloupců (ANOVA, α = 0,05, Tukey) *(Brant a kol., 2017e)*.

	Stupice			Červený Újezd		
	průměrná hmotnost kořene (g)	průměrná hmotnost nadzemní biomasy rostliny (g)	poměr nadzemní a podzemní biomasy (nadzemní/podzemní)	průměrná hmotnost kořene (g)	průměrná hmotnost nadzemní biomasy rostliny (g)	poměr nadzemní a podzemní biomasy (nadzemní/podzemní)
Eso	0.043 ab	0.110 bcd	2.64 a	0.048 c	0.088 bc	1.86 ab
Gambit	0.056 b	0.135 d	2.85 a	0.036 ab	0.059 ab	1.68 ab
Protecta	0.052 ab	0.121 cd	2.34 a	0.063 d	0.117 c	1.91 ab
Arvika	0.043 ab	0.095 abc	2.26 a	0.060 bc	0.076 c	1.28 a
Arkta	0.028 a	0.078 ab	2.79 a	0.020 a	0.034 a	1.80 ab
Enduro	0.040 ab	0.073 a	2.00 a	0.036 bc	0.080 ab	2.39 b

je tabulka 5. Důležitým údajem pro výpočet vlivu pomocné plodiny na bilanci živin je samozřejmě poměr mezi nadzemní a podzemní produkcí biomasy rostliny.

Obecné předpoklady o vysoké náročnosti semen zástupců rodu hrách na obsah vody při klíčení výsledky z praxe zcela nepotvrzují. Je potřebné si uvědomit, že při testech klíčení je kontakt semene s plochou přivádějící vodu k semeni na klíčidle, z níž čerpá vodu, zcela odlišný než v půdě. Na základě literárních údajů nepřesahuje kontaktní plocha semene s půdou hodnotu 10 %. Proto lze předpokládat, že hrachy přijímají dobře vodu i z půdního vzduchu a jsou za vhodných podmínek, pokud dojde k poklesu teploty vzduchu v půdě pod hodnotu rosného bodu, schopny klíčit i při sní-

Tab. 6: Biometrické parametry rostlin na hodnocených variantách: suchá biomasa rostliny (g), hmotnostní podíl lodyhy s listy a lusky na celkové hmotnosti rostliny (%), hmotnostní podíl 1. větve s listy a lusky na celkové hmotnosti rostliny (%), hmotnostní podíl lodyhy bez listů a lusků vůči listům na lodyze, hmotnostní podíl 1. větve bez listů a lusků vůči listům na 1. větvi, hmotnostní podíl lusků na celkové hmotnosti rostliny (%) a hmotnostní podíl lodyhy a 1. větve vůči listům na rostlině - 20. 6. 2016, Stupice. Rozdílné indexy dokumentují statisticky průkazný rozdíl mezi průměry v rámci sloupců (ANOVA, α = 0,05, Tukey).
1 obvyklý výsevek a 2 je snížený výsevek (snížení o 30 %) *(Brant a kol., 2017e)*.

odrůda/ výnos	hmotnost rostliny (g)	podíl lody-hy s listy a lusky na celkové hmotnosti rostliny (%)	podíl 1. větve s lis-ty a lusky na celkové hmotnosti rostliny (%)	podíl lodyha/ listy	podíl 1. větev/ listy	podíl hmot-nosti lusků na celkové hmot-nosti rostliny (%)	hmot-nostní podíl lodyha a 1. větev/ listy na rostlině
Eso 1	10.47 abcd	95.92 c	4.08 a	3.67 c	3.26	25.52 c	3.66 c
Eso 2	15.12 de	93.70 c	6.30 a	3.36 c	3.91	21.77 c	3.35 c
Gambit 1	8.85 abc	97.53 c	2.47 a	3.49 c	3.32	26.84 c	3.48 c
Gambit 2	14.78 de	96.12 c	3.88 a	3.64 c	3.84	19.25 bc	3.63 c
Protecta 1	11.28 bcd	86.02 bc	13.98 ab	2.16 a	2.22	22.94 c	2.18 a
Protecta 2	19.55 e	64.08 ab	35.92 bc	1.82 a	1.93	25.18 c	1.84 a
Arvika 1	5.48 a	76.48 abc	23.52 abc	2.00 a	1.77	1.85 a	1.99 a
Arvika 2	8.11 ab	59.05 a	40.95 c	1.88 a	1.85	10.53 ab	1.86 a
Arkta 1	6.32 ab	73.56 abc	26.44 abc	1.84 a	2.14	5.51 a	1.90 a
Arkta 2	5.39 a	66.56 ac	33.44 bc	2.40 ab	2.50	2.59 a	2.38 ab
Enduro 1	7.90 ab	75.42 abc	24.58 abc	3.04 bc	3.26	19.61 bc	3.09 bc
Enduro 2	14.06 cd	60.07 a	39.93 c	3.54 c	3.57	28.99 c	3.59 c

žené dostupnosti vody v půdě. Jsou-li jejich semena uložena na povrchu půdy, je vzcházivost velice nízká. Dodržení hloubky setí je zásadní nejen u hrachů, ale především u velkosemenných bobů a u lupiny bílé.

S následným vývojem porostů se začíná do dynamiky tvorby nadzemí dynamiky biomasy projevovat vliv typu u hrachu setého (listové a úponkové formy) a rozdíly mezi hrachem setým a rolním. Listové typy a úponkové typy hrachu setého se však zásadním způsobem neliší v hodnotě indexu listové plochy. Listové typy se však vyznačují schopností větší tvorby postranních větví. Zástupci rodu hrachu rolního (pelušky) se při standardním výsevu vyznačují výrazným dlouživým růstem a rizikem polehání. Tabulka 6 dokumentuje biometrické parametry rostlin vybraných odrůd rodu hrách v době nalévání semen v luscích.

V evropském měřítku však nelze opomenout význam bobu obecného. Z historického hlediska bylo jeho pěstování v podmínkách České republiky zaměřeno především na produkci biomasy a semen. Současné trendy v rámci využití pomocných plodin ukazují, že z důvodu velikosti semen (hloubka výsevu, kombinace do směsí, obsah zásobníků apod.) jsou preferovány malosemenné formy bobů, který jsou však dostupné pouze ze zahraniční provenience (Francie, Polsko a Německo). Bob obecný je jednou z luskovin, jejíž habitus se vyznačuje tvorbou olistěné lodyhy bez postranního větvení a s minimálním rizikem poléhání, včetně eliminace poškození hlavní či další pomocné plodiny. Bob obecný je dobře regulován i mechanicky (plečkování, povalení rozdílnými typy válců) a vytváří díky rychlé dynamice vysokou produkci nadzemní biomasy.

Zajímavým druhem jsou zástupci a jejich odrůdy u rodu vikev. Zde se jedné o velice pestrou druhovou a odrůdovou škálu z hlediska jarních a ozimých forem, tak dynamiky růstu. Zásadním problémem při využití vikví jako pomocných plodin je schopnost jejich vymrznutí, která je velmi diskutabilní ve vztahu k růstové fázi rostlin na podzim a ve vztahu k podmínkám počasí. Rostliny vikve velmi dobře reagují na podmínky prostředí a velice efektivně zvětšují svůj habitus. To však ze zástupců rodu vikev činí velmi nevyzpytatelný druh, který vyžaduje důslednou práci agronoma spojenou s kontrolou a řízením pomocné plodiny. Dobrá dostupnost osiva a dobrá vitalita rostlin v polních podmínkách (optimální velikost semen, menší hmotnost tisíce semen a růstový potenciál) jsou důvodem pro další výzkum možností využití vikví.

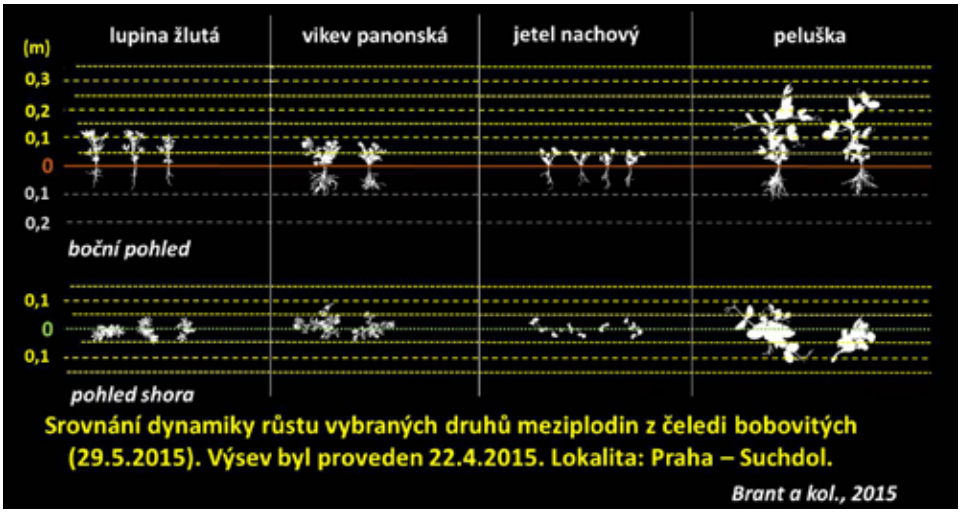
Opomenout nelze ani využití sóji luštinaté, ta je využívána jako tzv. předinokulační rostlina před samostatným výsevem sóji luštinaté jako hlavní plodiny. Jedná se o podzimní výsevy sóji luštinaté před jarním výsevem sóji jako hlavní plodiny (plošné, nebo do pásků) za účelem produkce biomasy a stimulace rozvoje hlízkových baktérií v půdě. Tyto systémy jsou zatím v České republice z důvodu nižšího zastoupení sóji luštinaté v osevních postupech z hlediska fytosanitárních rizik možné.

Specifickou skupinou pomocných luskovin jsou lupiny. Jedná se o lupinu bílou, žlutou a úzkolistou (Obr. 41). Jednotlivé druhy se liší velikostí osiva. Největší osivo má lupina bílá. Dynamika růstu nebyla zatím mezi druhy zásadním způsobem hodnocena. Obecně leze druh považovat za plodinu vhodnou do oblastí

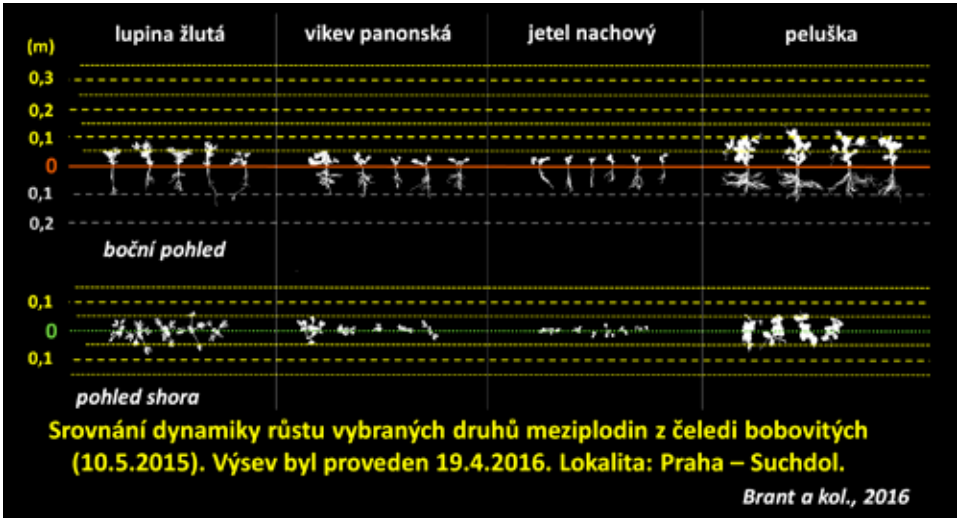
Obr. 41: Rostliny lupiny bílé /vlevo/, lupiny žluté /uprostřed/ a lupiny úzkolisté /vpravo/ *(foto Brant)*.

s nedostatkem srážek a s minimálním rizikem poléhání. Omezením v pěstebních technologiích je negativní reakce lupiny na neutrální pH, která se projevuje omezeným růstem rostlin. Dostupné informace z praxe hovoří o využití lupin jako pomocných vymrzajících plodin do porostů obilnin.

Růstovou dynamiku vybraných druhů z čeledi bobovitých dokumentují obrázky 42 a 43.



Obr. 42: Růstová dynamika podzemní a nadzemní biomasy meziplodin z čeledi bobovitých /hodnocení proběhlo pět týdnů po výsevu/ v roce 2015 – lokalita Suchdol *(Brant a kol. 2015)*.

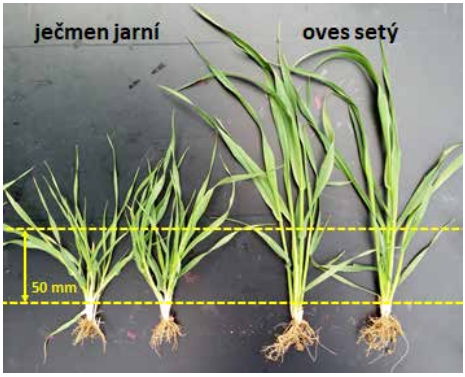


Obr. 43: Růstová dynamika podzemní a nadzemní biomasy meziplodin z čeledi bobovitých /hodnocení proběhlo pět týdnů po výsevu/ v roce 2016 – lokalita Suchdol *(Brant a kol. 2017d)*

Lipnicovité

Důležitou skupinou pomocných plodin jsou zástupci z čeledi lipnicovité. Zde je nutné pomocné plodiny rozdělit na skupinu typických obilnin středního pásma (rod pšenice, žito, oves a ječmen, včetně triticale) a na skupinu „teplomilnějších" druhů spadajících dle fotosyntetického aparátu do skupiny rostlin C 4 (rod čirok, bér, lesklice, ježatka apod.). Samostatnou skupinou jsou poté trávovité druhy zastoupené rody jílek, kostřava, srha apod.

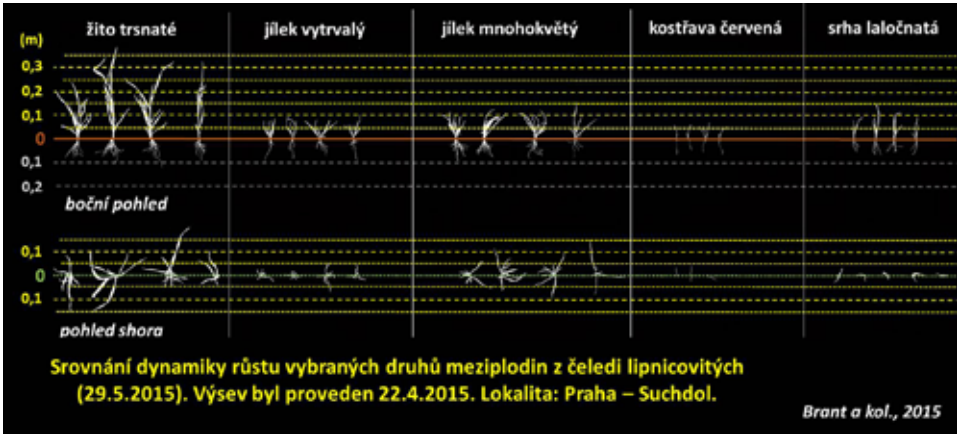
Habitus klasických obilnin je dobře zmapován, ale většinou se jedná o specifikaci rozdílů mezi druhy či odrůdami v generativní fázi. Primárním kritériem je vývoj po zasetí, kde lze za významný znak považovat dynamiku odnožování a vstup do prodlužovací fáze. Vysokou schopnost odnožování po vzejití vykazuje samozřejmě ječmen (jarní a ozimý). Proto se využívá pro tvorbu rychlého pokryvu půdy



Obr. 44: Habitus rostlin ječmene jarního /vlevo/ a ovsa setého /vpravo/ při využití jako pomocné plodiny v porostech máku setého *(foto Brant)*.

v meziřádcích pomocné plodiny, např. v máku setém *(Brant a kol. 2019 b)*. Pro ječmen setý je ve srovnání s ovsem setým typický pomalejší vstup do fáze sloupkování (Obr. 43). Oves setý se naopak vyznačuje pomalou dynamikou odnožování, čím je eliminováno riziko vzájemné konkurence s hlavní plodinou při využití ovsa setého jako pomocné plodiny v meziřádkových výsevech. Rostliny ovsa ve většině případů i spolehlivě vymrzají. Při využití klasických obilnin jako pomocných plodin je však možné ještě pracovat s odrůdovou variabilitou.

výsevů) do fáze sloupkování. V některých systémech je využívána schopnost regenerace trav po seči či mulčování. Zde se jedná o podsevy trav do kukuřice, které jsou během růstu kukuřice v meziřádku mulčovány. Problémem travovitých druhů je vysoké riziko regenerace po mechanické a chemické regulaci. Obdobným způsobem jsou využívány i žito trsnaté a oves hřebílkatý vyznačující se vyšší růstovou dynamikou. Obrázek 44 dokumentuje habitus vybraných druhů trav a žita trsnatého na počátku vývoje rostlin.

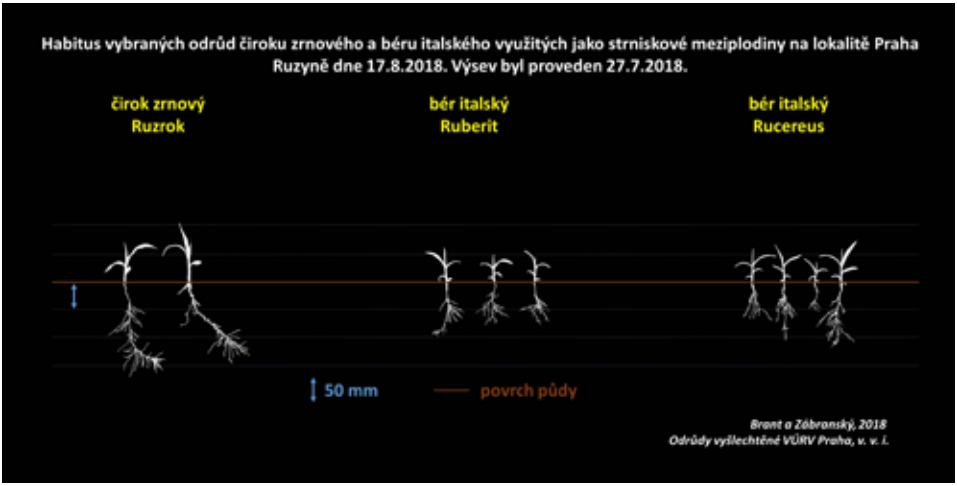


Obr. 45: Růstová dynamika podzemní a nadzemní biomasy meziplodin z čeledi lipnicovitých /hodnocení proběhlo pět týdnů po výsevu/ – lokalita Suchdol *(Brant a kol. 2015)*.

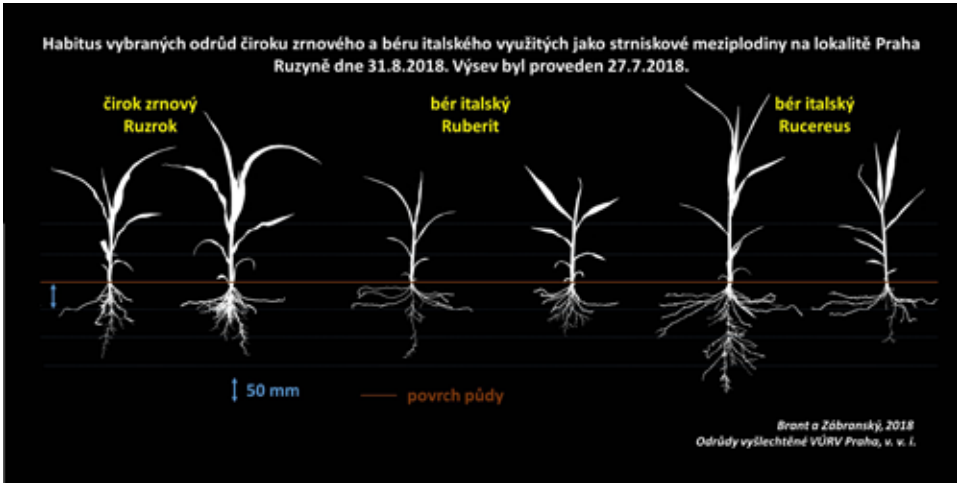
Především v pěstebních technologiích kukuřice seté se setkáme s využitím trav jako pomocných plodin. Zde se jedná o rostliny jílku vytrvalého, jílku mnohokvětého, kostřavu červenou a případně i o srhu laločnatou. Travovití druhy se vyznačují na počátku vegetace pomalejší dynamikou růstu, ale vykazují dobré prokořenění horní vrstvy půdy. Po ukončení fáze odnožování přecházejí (mimo podzimních

Obecně jsou zástupci rodu čirok, bér, proso a ježatka považovány za tolerantní k vodnímu stresu, např. ve srovnání s kukuřicí setou nebo travovitými druhy ze skupiny rostlin C3. Dále se vyznačují vyššími nároky na teplotu půdy při klíčení a vzcházení rostlin a následně i během vegetace. Tyto faktory však následně rozhodují o jejich růstové dynamice. Obecně se uvádí, že optimální teplota půdy pro klíčení a vzchá-

zení těchto druhů je 20 °C. U kulturních druhů čiroku a béru pěstovaných v podmínkách střední Evropy jsou dostupné odrůdy či hybridy, které klíčí již při teplotě půdy kolem 12 – 15 °C *(Brant a kol., 2019d)*. U čiroku je uváděna optimální teplota vzduchu pro růst mezi 27 – 30 °C, za minimální poté 21 °C. Druhy se vyznačují od nástupu do prodlužovací fáze rychlou dynamikou růstu a samozřejmě kratší dobou vegetace potřebnou pro dosažení generativní fáze. Dynamiku růstu čiroku zrnového a vybraných odrůd béru italského dokumentují obrázky 46 – 48. U druhů bér a čirok lze rovněž hovořit o velmi dobé intenzitě prokořenění půdy. Při nízké teplotě půdy a vzduchu je vývoj rostlin výrazně omezen. Obrázek 49 dokumentuje srovnání vlivu ročníku na dynamiku růstu vybraných teplomilných druhů z čeledi lipnicovité. Posunutí výsevu těchto druhů v našich podmínkách do časného léta je samozřejmě výhodné z důvodu prodloužení vegetace, kterou většinou ukončí příchod nízkých teplot na konci léta a na začátku podzimu. Časné jarní výsevy a pozdní letní a podzimní výsevy nelze z důvodu negativního vlivu teploty na vývoj druhů doporučit. Obecně se uvádí, že např. vzcházející rostliny čiroku jsou po dobu třech týdnů od vzejití odolnější vůči nižším teplotám, než rostliny nacházející se v pozdější vývojové fázi.

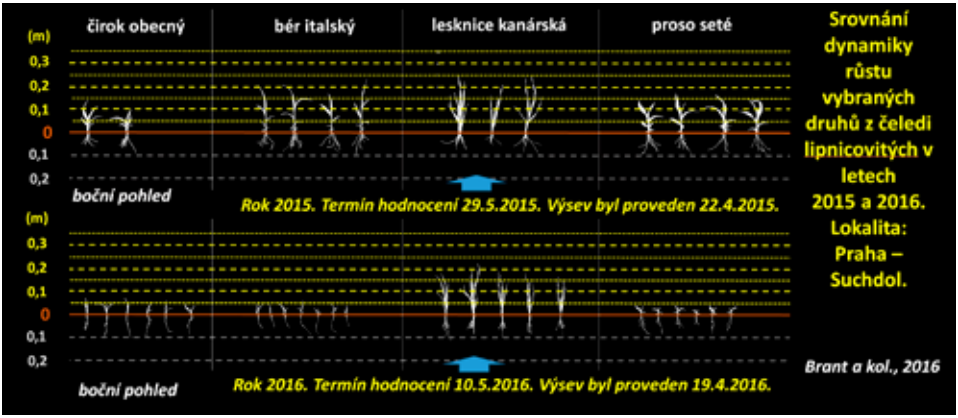


Obr. 46: Habitus vybraných odrůd čiroku zrnového a béru italského využitých jako strniskové meziplodiny na lokalitě Praha – Ruzyně dne 17. 8. 2018. Výsev byl proveden 27. 7. 2018 /22 dnů od výsevu/, *(Brant a kol., 2019d)*



Obr. 47: Habitus vybraných odrůd čiroku zrnového a béru italského využitých jako strniskové meziplodiny na lokalitě Praha – Ruzyně dne 31. 8. 2018. Výsev byl proveden 27. 7. 2018 /36 dnů od výsevu/ *(Brant a kol., 2019d)*

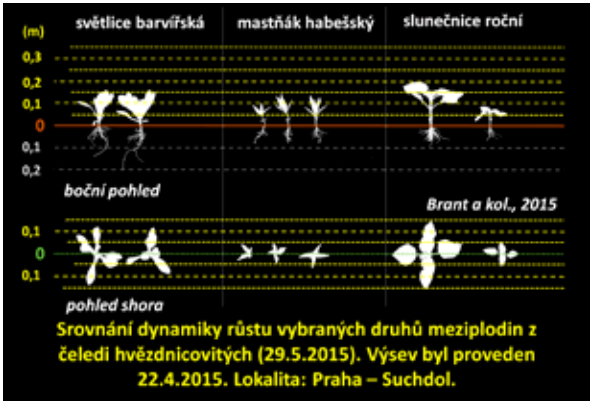
Obr. 48: Habitus vybraných odrůd čiroku zrnového a béru italského využitých jako strniskové meziplodiny na lokalitě Praha – Ruzyně dne 14. 9. 2018. Výsev byl proveden 27. 7. 2018 /55 dnů od výsevu/ *(Brant a kol., 2019d)*



Obr. 49: Habitus podzemní a nadzemní části rostlin čeledi lipnicovité na počátku vývoje rostlin v roce 2015 a 2016 na lokalitě Praha – Suchdol *(Brant a kol., 2017d)*

Hvězdnicovité

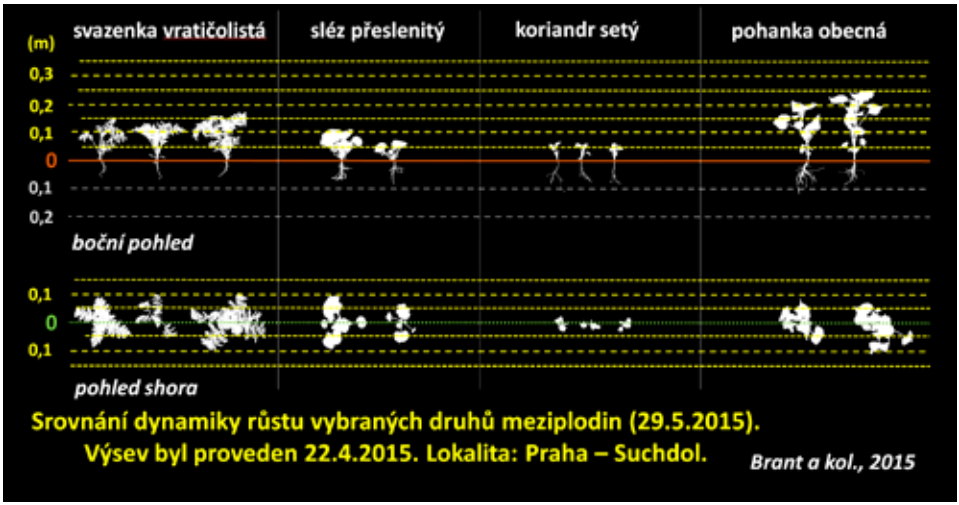
Své využití jako pomocné plodiny nacházejí i některé kulturní druhy z čeledi hvězdnicovité. Nejširší uplatnění lze pozorovat u mastňáku habešského. Mastňák habešský je teplomilnějším druhem, který dobře vzchází při uložení osiva do půdy. Habituálně se ve většině případů vyznačuje menším větvením a rostliny jsou do nástupu fáze kvetení dobře zalamovány řeznými válci. Světlice barvířská je na základě dosavadních literárních údajů jako pomocná plodina zatím spíše opomíjena. Je využívána obdobně jako slunečnice setá jako komponent do druhově pestrých směsí využívaných v systémech setí do živého, či čerstvě umrtveného mulče. Obrázek 50 dokumentuje habitus vybraných druhů z čeledi hvězdnicovité na počátku vývoje porostu.



Obr. 50: Růstová dynamika podzemní a nadzemní biomasy meziplodin z čeledi hvězdnicovitých /hodnocení proběhlo pět týdnů po výsevu/ – lokalita Suchdol *(Brant a kol. 2015)*.

Ostatní druhy

Významnou roli mezi pomocnými plodinami zaujímají svazenka vratičolistá a shloučená. Oba druhy se vyznačují dobrou dynamikou růstu a intenzivním prokořeněním půdy. Habitus rostlin je zásadním způsobem ovlivněn strukturou porostu a počtem rostlin na jednotku plochy. Při dostatku prostoru jsou svazenky schopny vytvářet vzrůstné porosty. Při vyšší koncentraci rostlin (monokulturní i směsné rostliny se vyznačují dobrou dynamikou růstu a biomasa je dobře mechanicky zpracovatelná. Problémem pohanky obecné je riziko zaplevelení pozemku v důsledku přežití nevzešlých semen. Rostliny dobře vymrzají. Využitelné jsou například i miříkovité druhy, především jako doplňkový komponent směsí a nemají zásadní zastoupení ve směsi. Habitus dalších druhů využitelných jako pomocné plodiny dokumentuje obrázek 51.



Obr. 51: Růstová dynamika podzemní a nadzemní biomasy vybraných druhů meziplodin /hodnocení proběhlo pět týdnů po výsevu/ – lokalita Suchdol *(Brant a kol. 2015)*.

pěstování) na jednotku plochy vykazuje dobrý etiolizační efekt. Jemná struktura nadzemní části a kořenů (do nástupu generativní fáze) umožňuje kvalitní povalení či rozdrcení nadzemní biomasy a zpracování půdy. Oba druhy se vyznačují dobrou schopností vymrzat. Dobře využitelným druhem je i pohanka obecná, její

6. 2. 3. Odrůdová variabilita

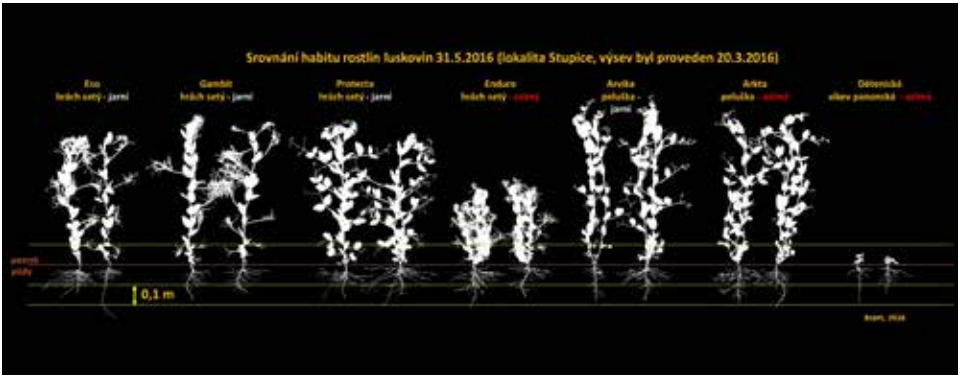
Protože jsou jako pomocné plodiny využívány i běžné polní plodiny, u nichž se setkáváme s vysokým počtem odrůd, je v rámci systémů pěstování pomocných plodin možné pracovat i s odrůdovou variabilitou. Dostupnost infor-

mací o odrůdové variabilitě druhů, zejména od fáze vzcházení do fáze kvetení, je velmi omezená. Odrůdová variabilita však má zásadní vliv na odnožování u obilnin, na poměr jednotlivých orgánů na rostlině, na velikost semen a samozřejmě i na kvalitativní parametry biomasy.

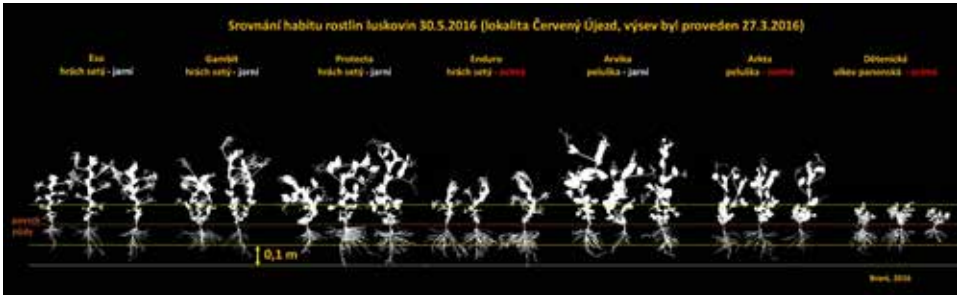
Velkou variabilitu vykazují například hrachy. Zde se jedná nejen o variabilitu ve výšce rostlin, ale také v produkci nadzemní biomasy, podílu listů na rostlině apod. Obrázky 52 a 53 dokládají variabilitu odrůd v rámci rodu hrách. Vyšší habitus vykazují úponkové typy, listové typy naopak pozitivně reagují na snížený výsevek větvením *(Brant a kol, 2017f)*.

Vysokou nabídku odrůd lze samozřejmě nalézt i u ovsa setého a nahého. Z hlediska využití rostlin rodu oves jako pomocných plodin je proto sledována i odrůdová variabilita (Obr. 54 a 55). Mezi odrůdami jsou rozdíly na počátku vegetace v počtu odnoží na rostlině, ve výšce rostliny a také v hmotnosti suché nadzemní biomasy, tyto rozdíly se následně mohou promítnout až do nástupu generativní fáze, jako příklad je uvedena tabulka 7 a obrázek 56.

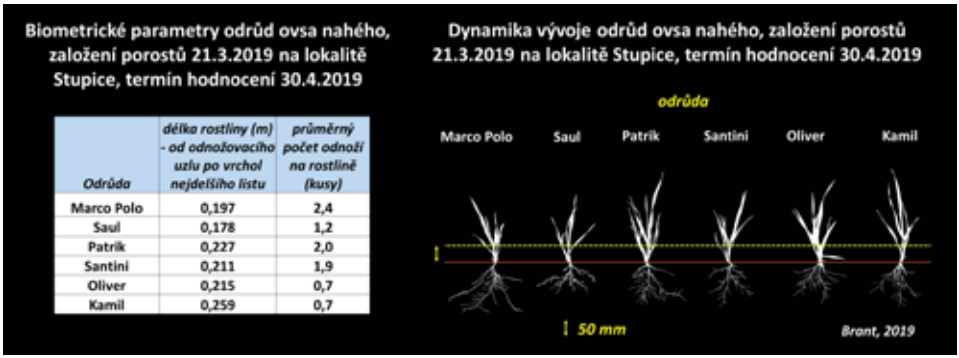
V rámci práce autorského kolektivu byla sledována i odrůdová variabilita u vybraných odrůd hořčice bílé. V rámci hodnocení probíhajících v roce 2018 na třech pokusných lokalitách v České republice, nelze u sledovaných odrůd hovořit o zásadních rozdílech. Nutné je však podotknout, že hodnocen byl jen malý sortiment odrůd a potvrzen byl i vliv lokality.



Obr. 52: Habitus rostlin /31. 5. 2016/ hodnocených druhů doplněný o rostliny vikve panonské /Děčínská/. Hodnocení bylo provedeno na plochách s obvyklým výsevkem. *(Brant a kol., 2017e)*.

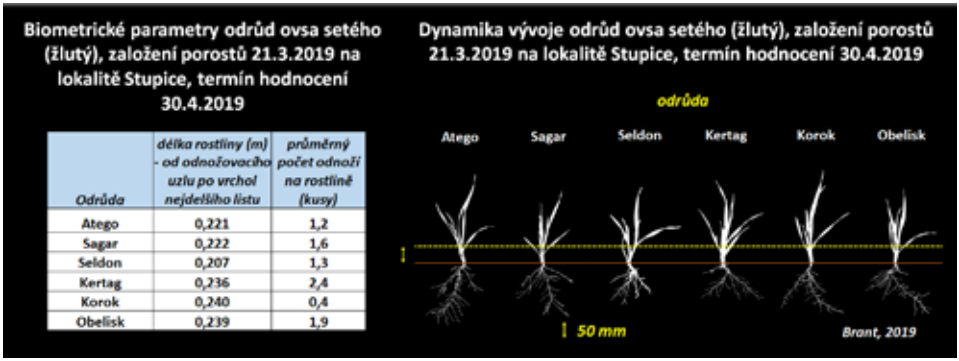


Obr. 53: Habitus rostlin /30. 5. 2016/ hodnocených druhů doplněný o rostliny vikve panonské /Dětenická/. Hodnocení bylo provedeno na plochách s obvyklým výsevkem. *(Brant a kol., 2017e)*.



Odrůda	délka rostliny (m) - od odnožovacího uzlu po vrchol nejdelšího listu	průměrný počet odnoží na rostlině (kusy)
Marco Polo	0,197	2,4
Saul	0,178	1,2
Patrik	0,227	2,0
Santini	0,211	1,9
Oliver	0,215	0,7
Kamil	0,259	0,7

Obr. 54: Dynamika vývoje odrůd ovsa nahého, založení porostů 21. 3. 2019 na lokalitě Stupice, termín hodnocení 30. 4. 2019.

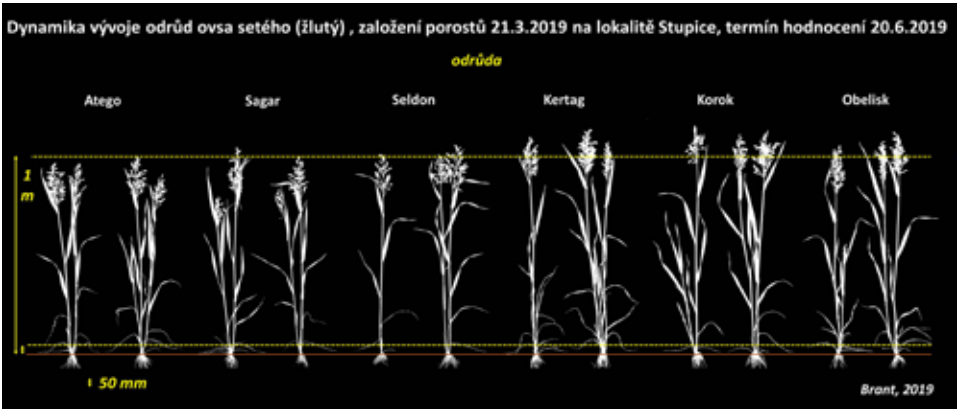


Odrůda	délka rostliny (m) - od odnožovacího uzlu po vrchol nejdelšího listu	průměrný počet odnoží na rostlině (kusy)
Atego	0,221	1,2
Sagar	0,222	1,6
Seldon	0,207	1,3
Kertag	0,236	2,4
Korok	0,240	0,4
Obelisk	0,239	1,9

Obr. 55: Dynamika vývoje odrůd ovsa setého /žlutý/, založení porostů 21. 3. 2019 na lokalitě Stupice, termín hodnocení 30. 4. 2019.

Tab. 7: Biometrické parametry odrůd rostlin ovsa setého žlutého (počet lat na rostlině a výška rostliny) stanovené 20. 6. 2019. Výsev byl proveden 21. 3. 2019. Lokalita Stupice. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci mezi průměry na hladině významnosti α = 0,05 *(ANOVA, Tukey)*.

odrůda	suchá hmotnost stébla (g)	suchá hmotnost laty (g)	suchá hmotnost listů (g)	suchá hmotnost rostliny celkem (g)	hmotnostní podíl stébla na hmotnosti rostliny (%)	hmotnostní podíl laty na hmotnosti rostliny (%)	hmotnostní podíl listů na hmotnosti rostliny (%)
Atego	2,149 a	2,049 a	0,447 a	4,645 a	46,8 a	43,4 b	9,9 a
Kertag	2,556 a	1,743 a	0,512 a	4,811 a	53,6 c	35,0 a	11,5 a
Korok	2,221 a	1,980 a	0,469 a	4,670 a	47,4 ab	42,5 b	10,0 a
Obelisk	1,973 a	1,337 a	0,407 a	3,716 a	52,4 bc	36,5 ab	11,2 a
Sagar	2,012 a	1,626 a	0,426 a	4,064 a	49,7 abc	38,9 ab	11,4 a
Seldon	1,922 a	1,331 a	0,348 a	3,601 a	54,9 c	34,9 a	10,3 a



Obr. 56: Dynamika vývoje odrůd ovsa setého /žlutý/, založení porostů 21. 3. 2019 na lokalitě Stupice, termín hodnocení 20. 6. 2019.

6. 2. 4. Kořenový systém

Zásadní roli v biotickém působení pomocných plodin hraje kořenový systém. Ten se podílí přímým působením na změnu půdních vlastností, ale zároveň může ovlivňovat i vývoj kořenového systému plodiny hlavní, především při souběžném pěstování. Informace o habitu, hloubce

Obr. 57: Habitus nadzemní a podzemní biomasy vybraných druhů meziplodin, lokalita Šumice - Uherský Brod, termín hodnocení 5. 9. 2017, termín výsevu 4. 8. 2017 *(Brant a kol., 2017c)*.

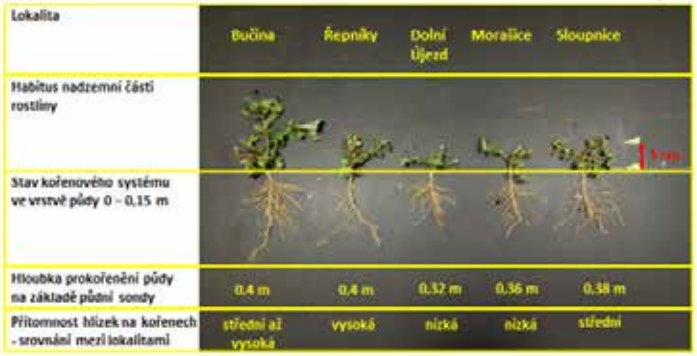
druh/ specifikace	hořčice bílá	ředkev olejná	lnička setá	vikev panonská	jetel inkarnát	pohanka obecná	oves setý	tritikale	svazenka vratičolistá	mastňák habešský
habitus										
čeleď	brukvovité	brukvovité	brukvovité	bobovité	bobovité	rdesnovité	lipnicovité	lipnicovité	hvězdnicovité	hvězdnicovité
typ kořene	kůlový	kůlový	kůlový	kůlový	kůlový	kůlový	svazčitý	svazčitý	kůlový	kůlový
tvar kořenového systému										
poměr nadzemní a podzemní biomasy	velký	velký/ střední	velký	malý	malý	velký	malý/ střední	malý/ střední	velký	velký
růstová dynamika podzemní biomasy	střední/ velká	střední/ velká	malá	velká	velká	střední/ velká	velká/ střední	velká/ střední	malá	malá
růstová dynamika nadzemní biomasy	velká	střední/ velká	malá/ střední	malá	malá	velká/ střední	střední/ velká	střední/ velká	malá	malá/ střední
konkurenceschopnost na počátku růstu	velká	střední/ velká	malá	malá	malá	velká	střední/ velká	střední/ velká	malá/ střední	malá
nástup generativní fáze	rychlý	střední	střední/ pomalý	pomalý	pomalý	rychlý	pomalý	pomalý	střední	střední

Obr. 58: Biologická charakteristika vybraných druhů plodin při jejich využití jako strniskových meziplodin *(Brant a kol., 2017c)*.

prokořenění půdy, hmotnosti podzemní biomasy apod. při využití plodin jako pomocných jsou opět omezené. Částečně lze využít informace o vývoji kořenového systému daného druhu, ale ty nezahrnují interakční efekty mezi pomocnou a hlavní plodinou. Za vhodné lze považovat informace o vývoji kořenového systému stanovené při pěstování meziplodin. Obrázek 57 dokumentuje vývoj podzemní a nadzemní biomasy meziplodin, které lze využít i jako pomocné plodiny, včetně habitu kořenového systému.

Z hlediska hodnocení kořenového systému pomocných plodin je nutné vycházet z obecných biologických vlastností kořenových systémů daných plodin, jako je jejich rozložení v půdě, hloubka prokořenění, poměr nadzemní a podzemní biomasy apod. (Obr. 58).

Obr. 59: Vývoj kořenových systémů ovsa setého a ječmene jarního použitých jako pomocných plodin v porostech máku setého



Obr. 60: Stav rostlin ozimé formy hrachu rolního /Arkta/ jako pomocné plodiny v pšenici ozimé na hodnocených lokalitách 20. 3. 2019.

Přestože lze primárně vycházet z obecných informací specifikujících biologické vlastnosti kořenových systémů rostlin, zásadní roli hraje při využití pomocných plodin agrobiologická kontrola porostů, včetně kořenů pomocné a hlavní plodiny. Obrázek 59 dokumentuje vývoj kořenových systémů ovsa setého a ječmene jarního použitých jako pomocných plodin v porostech máku setého. Hodnocení kořenových systémů podává rovněž informace o dané lokalitě. Obrázek 60 dokumentuje vývoj kořenových systémů hrachu rolního na různých lokalitách, kde byl ověřován jeho vliv jako pomocné plodiny na výnosové a kvalitativní parametry ozimé pšenice. Z obrázku není patrný jen rozdíl v habitu nadzemní a podzemní biomasy, ale také rozdíly v počtu hlízek symbiotických baktérií na kořenech.

Kořenový systém je v půdě výrazně modifikován abiotickými a biotickými faktory, které jsou ovlivněny antropogenním působením při agrotechnických operacích. Z praktického hlediska lze pro kalkulaci produkce biomasy pomocných plodin použít poměry hmotnosti nadzemní a podzemní biomasy rostlin. Na základě výsledků Branta a kol. (2017c) vykazují nejužší poměr mezi nadzemní a podzemní biomasou zástupci z čeledi lipnicovité a bobovité, nejširší poté svazenka vratičolistá a lnička setá (Tab. 8).

6. 2. 5. Kvalitativní parametry biomasy

Mezi primární faktory určující kvalitativní parametry biomasy pomocných plodin lze samozřejmě považovat obsah živin a energie v nadzemní a podzemní biomase. Z hlediska biotického působení nelze opomenout ani obsahy látek, které se podílejí na alelopatickém působení rostlin, či jejich odumřelé bioma-

Tab. 8: Průměrný poměr nadzemní a podzemní biomasy (nadzemní/podzemní) u hodnocených druhů meziplodin, lokalita Šumice - Uherský Brod. Termín hodnocení 5. 9. 2017 a 22. 9. 2017, termín výsevu 4. 8. 2017. Odlišné průměry v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci mezi průměry (α = 0,05, Tukey, ANOVA). Zeleně jsou označeny hodnoty s nejnižším poměrem, červeně s nejvyšším.

druh	poměr suché nadzemní a podzemní biomasy (nadzemní/podzemní)	
	5. 9. 2017	22. 9. 2017
tritikale	1,545 a	1,718 a
jetel nachový	2,357 a	3,602 ab
oves setý	2,403 a	2,800 ab
vikev panonská	3,156 ab	4,057 ab
mastňák habešský	4,759 abc	7,445 b
pohanka obecná	5,748 bc	6,783 ab
hořčice bílá	6,674 c	5,159 ab
ředkev olejná	7,409 c	3,768 ab
lnička setá	10,621 d	7,314 b
svazenka vratičolistá	11,727 d	17,417 c

sy apod.

Chemické složení biomasy pomocných plodin je primárně ovlivněno druhem a samozřejmě se mění ve vztahu k růstové fázi. Rozdíly v obsahu živin v biomase jsou typické jak pro podzemní, tak nadzemní biomasu. Rozdíly jsou však i v rámci jednotlivých orgánů rostliny. Tak jako při pěstování konvenčních meziplodin, kde lze obsah živin v biomase ovlivnit hnojením porostů *(Kolbe a kol., 2011)*, lze u pomocných plodin očekávat změny v obsahu živin v závislosti na hnojení hlavní plodiny. Do určité míry představuje po dobu svého růstu pomocná plodina konkurenta soupeřícího o živiny s hlavní plodinou. To může mít stimulační efekt na hlavní plodinu, ale při neprovedení optimalizace výživy hlavní plodiny i efekt negativní. Po umrtvení se pomocná plodiny stává zdrojem živin. Proces rozkladu organické hmoty a transformace živin do přijatelných forem pro hlavní plodinu je však ovlivněn biologickou aktivitou půdy a počasím a nastává se zpožděním. Proto je vhodné deficit živin vzniklý odběrem pomocné plodiny po jejím umrtvení doplnit v minerální výživě hlavní plodiny.

Podle Branta a kol. (2016a) lze rychlejší biodegradaci rostlinných zbytků očekávat při jejich intenzivnějším rozdrcení, které přispívá ke zvýšení plochy aktivních povrchů pro působení mikroorganismů. Při využití pomocných plodin lze rozdrcení nadzemní biomasy pomocné plodiny provést v systémech setí do živého mulče, či při kultivaci meziřádku s pomocnou plodinou. Dynamika rozkladu je rovněž závislá na poměru C : N. V tabulce 9 jsou uvedeny hodnoty poměru C:N u vybraných druhů meziplodin, které jsou využitelné i jako pomocné plodiny, v závislosti na hnojení N. Hnojení porostů strniskových meziplodin po obilní předplodině je jedním z faktorů, který přispívá k dosažení vyšší produkce nadzemní biomasy. Absence N hnojení je samozřejmostí při výsevu meziplodin po luskovinách. U strniskových meziplodin je rovněž důležitým faktorem poměr mezi listy a ostatními částmi rostliny (lodyha a stéblo), protože se listy vyznačují užším poměrem C:N (Tab. 9).

Z hlediska stanovení vlivu pomocné plodiny na bilanci živin v pěstebním systému je samozřejmě důležitá znalost obsahu živin v nadzemní a podzemní biomase. V tabulkách 10 a 11 je uveden obsah vybraných makro a mikroelementů v nadzemní biomase vybraných rostlinných druhů použitelných jako pomocné plodiny. Tabulka 12 dokumentuje obsahy makroelementů v podzemní biomase rostlin. Obsahy vybraných živin v nadzemní a podzemní biomase hrachu rolního (odrůda Arkta) využitého jako pomocné plodiny v ozimé pšenici dokumentuje tabulka 13. S nárůstem produkce biomasy lze počítat i se zvýšením produkce živin na jednotku plochy půdy a následně s vyšším potenciálem jejich uvolnění z biomasy pomocné plodiny pro plodinu hlavní.

Tab. 9: Poměr C: N u vybraných rostlinných druhů pěstovaných jako meziplodiny *(upraveno dle Kolbe a kol., 2011)*. **Průměrné hodnoty ze tří stanovišť stanovené na konci vegetace** *(Spolková republika Německo)*.

rostlinný druh	stonek	listy		
	nehnojeno N	hnojeno N	nehnojeno N	hnojeno N
žito seté	42 – 44 : 1	34 – 61 : 1	18 – 21 : 1	15 – 21 : 1
oves setý	44 – 61 : 1	44 – 61 : 1	18 – 23 : 1	16 – 25 : 1
slunečnice roční	40 – 88 : 1	40 – 75 : 1	14 – 15 : 1	13 – 14 : 1
hořčice bílá	41 – 55 : 1	41 – 54 : 1	12 – 15 : 1	11 – 14 : 1
pohanka obecná	42 – 58 : 1	32 – 42 : 1	17 – 19 : 1	15 – 17 : 1
konopí seté	41 – 52 : 1	37 – 58 : 1	14 – 16 : 1	12 – 16 : 1

Tab. 10: Obsahy makroelementů v nadzemní biomase meziplodin (%), *upraveno podle Branta a kol. (2008a).*

rostlinný druh	obsah makroelementů (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
hořčice bílá	2,243 - 2,967	0,256 - 0,495	1,376 - 5,762	0,090 - 2,049	0,084 - 0,433
jetel nachový	3,141 - 3,625	0,248 - 0,359	1,507 - 2,672	0,583 - 1,460	0,170 - 0,345
jetel podzemní	2,084 - 3,105	0,257 - 0,306	1,580 - 1,766	0,397 - 0,988	0,106 - 0,172
jílek mnohokvětý	2,064 - 2,221	0,251 - 0,620	1,430 - 4,783	0,225 - 2,035	0,143 - 0,268
jílek vytrvalý	2,022 - 2,645	0,279 - 0,548	1,823 - 4,805	0,189 - 0,562	0,104 - 0,212
lupina bílá	2,791 - 3,337	0,239 - 0,534	1,890 - 3,840	0,862 - 1,410	0,211 - 0,228
ředkev olejná	2,591 - 3,341	0,386 - 0,573	1,447 - 5,833	1,401 - 4,954	0,161 - 0,369
řepka ozimá	2,785 - 3,283	0,321 - 0,584	2,051 - 3,238	1,172 - 3,536	0,191 - 0,321
svazenka vratičolistá	2,677 - 2,814	0,348 - 0,542	1,611 - 5,685	1,144 - 4,738	0,191 - 0,345

Tab. 11: Obsahy mikroelementů v nadzemní biomase meziplodin (mg/kg1), *upraveno podle Branta a kol. (2008a)*.

rostlinný druh	obsah mikroelementů (mg/kg)					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
hořčice bílá	3 - 37	2 - 13	156 - 2666	18 - 94	0,7 - 2,8	20 - 96
jetel nachový	23 - 61	4 - 11	1299 - 8480	56 - 216	0,5 - 3,3	24 - 41
jetel podzemní	10 - 22	3 - 8	266 - 955	55 - 140	0,1 - 1,1	16 - 23
jílek mnoho-květý	9 - 28	4 - 10	1260 - 2650	77 - 299	0,3 - 1,9	20 - 61
jílek vytrvalý	4 - 20	4 - 8	359 - 3330	40 - 105	0,5 - 1,9	16 - 31
lupina bílá	29 - 52	7 - 9	1125 - 1273	68 - 1494	3,1 - 3,6	22 - 43
ředkev olejná	29 - 52	2 - 17	284 - 2056	32 - 87	0,7 - 1,7	14 - 40
řepka ozimá	20 - 50	2 - 15	172 - 3970	35 - 118	0,3 - 1,3	18 - 50
svazenka vrati-čolistá	21 - 46	4 - 17	163 - 2038	31 - 90	0,6 - 2,3	11 - 121

Tab. 12: Obsahy makroelementů v biomase kořenů meziplodin (%), *upraveno podle Branta a kol. (2008a).*

rostlinný druh	obsah makroelementů (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
hořčice bílá	2,007	0,445	1,911	1,008	0,291
jetel nachový	2,912	0,313	1,750	0,595	0,192
jetel podzemní	2,905	0,313	1,750	0,595	0,192
jílek mnohokvětý	1,870	0,550	2,023	0,212	0,136
jílek vytrvalý	1,755	0,442	1,656	0,115	0,098
lupina bílá	2,120	0,630	1,632	0,256	0,164
ředkev olejná	2,363	-	-	-	-
řepka ozimá	2,208	0,524	1,750	0,875	0,192
svazenka vrati-čolistá	2,363	0,695	1,685	1,521	0,183

Tab.13: Obsahy vybraných prvků (%) v nadzemní a podzemní biomase hrachu rolního (ozimá forma, odrůda Arkta) využitého jako pomocné plodiny v porostech ozimé pšenice (termín odběru biomasy: 12. 3. 2019) – lokalita Nabočany *(Brant a Šmöger, 2019c)*.

biomasa/ prvek	K	Ca	P	N	S	B	Mo
nadzemní	2,20	1,16	0,53	3,83	0,31	20,26	1,27
kořeny	3,10	0,70	0,70	3,31	0,87	17,05	2,43

Důležitou roli hraje samozřejmě využití pomocných plodin i z hlediska stabilizace energetické bilance na půdním bloku. Primárně je produkce energie pomocnými plodinami spojena s fixací slunečního záření a se zabudováním této energie do chemických vazeb rostlinné biomasy. Podle Branta a kol. (2008a) se může využití sluneční energie u druhů využitelných jako pomocných plodin pohybovat v rozmezí od 0,02 až 0,47 %. Vše však závisí na produkci biomasy a délce vegetace.

U pomocných plodin nejsou zatím dostupné hodnoty vypovídající o produkci energie. Vos a van der Putten (1997) uvádějí, že produkce 1,12 g sušiny výnosu meziplodiny odpovídá množství akumulované energie 1 MJ globálního záření a to bez ohledu na roční dobu, druh, termín výsevu a zásobení dusíkem. Ercoli a kol. (1999) zastávají názor, že celková produkce energie obsažená v biomase na stanovišti pozitivně koreluje s celkovou produkcí biomasy. Množství energie na stanovišti je závislé na energii uložené v rostlinách, resp. na energetickém obsahu látek, ze kterých jsou tvořeny. Kromě vlivu fotosyntézy se na energetické hodnotě biomasy podílí i genotyp a vnější prostředí *(Hansen a Diepenbrock 1994; Kocourková a kol., 2004)*. Obecně se uvádí, že 1 kg sušiny rostlinné biomasy obsahuje v průměru 16,74 MJ. Obsah energie je závislý na části rostliny a mění se i v průběhu vegetace. U pomocných plodin nevstupujících do generativní fáze lze předpokládat, že obsah energie v nadzemní a podzemní biomase zásadním způsobem kolísat nebude. V tabulce 14 je uveden obsah energie v nadzemní biomase meziplodin využitelných jako pomocné plodiny.

Tab. 14: Obsahy energie (MJ/kg) v nadzemní biomase druhů využitelných jako pomocné plodiny *(upraveno podle Branta a kol., 2011b)*.

rostlinný druh	MJ/kg
jílek mnohokvětý	17,8
jílek vytrvalý	17,6
svazenka vratičolistá	16,2
ředkev olejná	16,2
hořčice bílá	17,3
jetel nachový	17,7
jetel podzemní	16,9

7. UPLATNĚNÍ POMOCNÝCH PLODIN V PĚSTEBNÍCH TECHNOLOGIÍCH

V rámci dosavadního vývoje technologických postupů s využitím pomocných plodin dochází k jejich uplatňování a praktickému využití především v porostech obilnin, zejména pšenice ozimé, ozimé řepky a kukuřice seté. V rámci České republiky se jedná i o technologie pěstování máku setého. Menší praktické zkušenosti jsou s využitím pomocných plodin v cukrové řepě a ve slunečnici. Stranou však nezůstává ani zájem o využití pomocných plodin v porostech luskovin.

7. 1. Obilniny

Dlouhodobější zkušenosti využití pomocných plodin jsou v rámci systémů setí do zeleného mulče. Technologie jsou ověřovány v Německu a ve Francii, včetně České republiky. V rámci vývoje secích strojů pro souběžný výsev dvou a více plodin a v důsledku ověření pěstování obilnin v širších řádcích začínají na významu nabývat postupy souběžného řádkového výsevu obilniny a pomocné plodiny. Zásadní roli má využití pomocných plodin v porostech ozimé pšenice. Obecně se souběžné pěstování pomocných plodin využívá v porostech ozimých obilnin. Důvodem je především využití podzimní části vegetace pro rozvoj pomocné plodiny a možnost jejího umrtvení mrazem. U jarních obilnin je z důvodu rychlé dynamiky růstu obilniny po zasetí práce s pomocnou plodinou problematičtější a jarní obilniny si primárně ponechávají roli krycích plodin pro porosty víceletých pícnin.

Nejčastěji využívanou pomocnou plodinou u pšenice ozimé jsou luskoviny. Jedná se jak o jejich jarní formy (hrách setý a rolní, bob obecný a lupiny), tak i o ozimé formy hrachu setého a rolního. Vikve z důvodu velmi rozdílné dynamiky růstu nebyly v porostech obilnin ověřovány. V osevních postupech se standardním zastoupením luskovin jsou jako pomocné plodiny v obilninách využívány i jiné druhy (např. ředkev olejná a hořčice bílá). Pomocné plodiny vyseté současně s ozimou pšenicí mohou zajišťovat následující funkce *(Brant a Šmöger, 2019c)*:

- Ukládají na počátku vývoje ozimé pšenice do své podzemní a nadzemní biomasy živiny, které jsou po umrtvení pomocné plodiny mrazem, či na jaře herbicidně nebo plečkováním, přístupné pro vyvíjející se porost pšenice.
- Svojí přítomností v meziřádku pšenice ozimé omezují rozvoj plevelů, nebo snižují klíčivost semen plevelů v jarním období, kdy začínají působit inhibiční látky uvolněné z jejich odumřelé biomasy, což je typické především pro brukvovité rostliny.
- Prokořeněním půdy pomocnou plodinou

dochází k obohacení půdy o kvalitní organickou hmotu, ke zvýšení stability půdní struktury a omezení vzniku půdního škraloupu, ale také k intenzivnější infiltraci vody do půdy v době vývoje porostu pšenice.

- Zvýšením pokryvu půdy v meziřádku (živé rostliny či jejich odumřelé zbytky) omezují nejen větrnou a vodní erozi, ale v době růstu se podílejí na zvýšení využití energie slunečního záření a na jejich transformaci do vytvořené biomasy a následně do půdy.

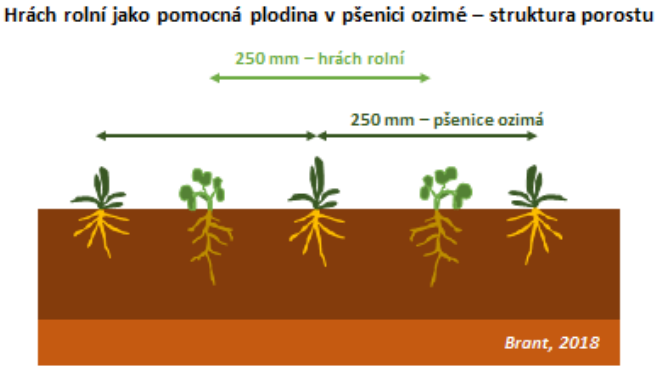
Z hlediska uplatnění luskovin jako pomocných plodin v ozimé pšenici jsou spíše preferovány ozimé formy luskovin, zejména zástupci hrachu setého a rolního. Ty se na rozdíl od jarních forem luskovin vyznačují pomalejší dynamikou růstu a tvorbou nadzemní a podzemní biomasy ještě v jarním období. Na rozdíl od vymrzajících jarních forem je na jaře nutná jejich chemická, či mechanická regulace v meziřádku. Kultivace meziřádku s nevymrzající luskovinou je využitelná především v systémech ekologického zemědělství při rozteči řádků obilniny větší než 250 mm. Nevymrzlé či ozimé formy hrachů jsou v konvenčním zemědělství hubitelné většinou herbicidů určených pro jarní ošetření.

Brant a kol. (2018c) poukazují na pozitivní korelaci mezi výnosem zrna pšenice ozimé a počtem rostlin hrachu rolního (ozimá forma) na jaře na jednotku plochy při jejich využití jako pomocné rostliny. Na základě stanovení regresní funkce, vykazovaly vůči kontrole bez hrachu rolního vyšší výnos porosty, kde počet rostlin hrachu rolního byl roven či vyšší než 64 kusů na m^{2}. Tito autoři dále uvádějí, že vliv na výnos pšenice mohl hrát i druh, kdy rostliny hrachu rolního vykazovaly na jaře vyšší růstovou dynamiku než ozimé formy hrachu setého (Obr. 61). Pozitivní korelace byla stanovena i mezi výší výnosu zrna u odrůdy ozimé pšenice Julie ve vztahu k produkci nadzemní, podzemní a celkové biomasy ozimých forem hrachů před herbicidním umrtvením na jaře. Nejtěsnější korelace byla stanovena mezi produkcí podzemní biomasy hrachů a výnosem pšenice. Vliv kořenového systému však nelze spojovat jen se samotnou produkcí biomasy a následným uvolněním živin z biomasy, která je uložena v půdě, ale také s působením kořenů na půdní vlastnosti a s funkcí rostlinných společenstev.

Obr. 61: Stav porostů 21. 3. 2017, vlevo rostliny hrachu setého Aviron, vpravo rostliny hrachu rolního Arkta v porostu ozimé pšenice Julie *(foto Brant)*.

Přímá funkce luskovin jako pomocných plodin během růstu spočívá i ve zvýšení dostupnosti fosforu pro okolní rostliny a ve stabilizaci mikrobních společenstev. Po odumření biomasa vyznačující se úzkým poměrem C:N dobře podléhá biologické degradaci a představuje tak zdroj dusíku a přístupného fosforu. Na počátku vývoje se rostliny vyznačují pomalejší dynamikou tvorby nadzemní biomasy, což snižuje rizika konkurence luskovin vůči druhé plodině, ale i vůči plevelům. V počátcích růstu se vyznačují úzkým poměrem mezi produkcí nadzemní a podzemní biomasy. To znamená, že dochází k intenzivnímu rozvoji kořenového systému v horní vrstvě půdy, včetně produkce podzemní biomasy *(Brant a kol., 2018c)*. Efekt prokořenění půdy se následně projevuje i po umrtvení rostlin, kdy biomasa kořenů je nejen zdrojem potravy pro půdní mikroflóru a po rozkladu zdrojem živin pro ostatní rostliny, ale po rozpadu přispívá rovněž k tvorbě porézního systému, a to i v kategorii makropórů, a půdní struktury.

Základem technologie využití pomocných luskovin v pšenici ozimé je pěstování kompenzačních odrůd v širších řádcích v kombinaci se sníženým výsevkem od 70 do 120 kg/ha. Nejčastěji používanou roztečí řádků obilniny při pěstování pšenice ozimé s pomocnou plodinou je rozteč 250 mm. Do meziřádků je následně vyseta secí botkou luskovina. Výsev lze zajistit secím stroje se dvěma zásobníky a pšenici s pomocnou plodinou vysévat ob secí botku (Obr. 62). Změnou tlaku na botky vysévající pomocnou plodinu je možné zajistit i optimální hloubku setí dle velikosti osiva pomocné plodiny. Semena hrachu rolního a ozimých forem hrachu setého vykazují ve srovnání s jarními formami hrachu setého menší velikost, což je výhodné nejen z hlediska dodržení hloubky setí, ale také z důvodu snížení potřeby velikosti zásobníku pro pomocnou plodinu. Výše výsevku u ozimých forem hrachu setého a rolního by se z důvodu zajištění požadovaného množství rostlin pomocné plodiny a samozřejmě také produkce jejich biomasy měla pohybovat v rozmezí 70 – 90 kg/ha. Náklady na osivo hrachu by měly být pokryty úsporou na osivu obilniny a snížením dávek dusíku. Produkce nadzemní biomasy hrachu rolního se na jaře se při výsevku 80 kg/ha pohybovala na základě našich výsledků v rozmezí od 200 do 700 kg/ha. Podzemní biomasa poté odpovídá ½ až 1/3 produkce nadzemní biomasy *(Brant a Šmöger, 2019c)*.

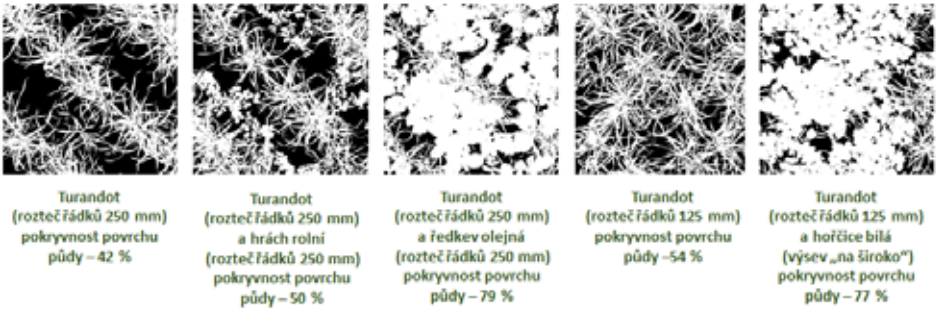


Obr. 62: Struktura porostu při využití výsevu pomocné plodiny *(hrách rolní – peluška)*.

Pomocná plodina se rovněž podílí na zvyšování pokryvnosti půdy, což není spojeno jen se snížením erozních rizik, ale i se zvýšením využití slunečního záření. Obrázek 63 dokumentuje stav porostů ozimé pšenice s rozdílnou strukturou řádků obilniny a s uplatněním odlišné pomocné plodiny. Na obrázku 64 je dokumentována pokryvnost povrchu půdy sledovanými porosty před nástupem zimního období. Z hlediska hodnocení vlivu pomocné plodiny nelze opomenout ani rozvoj kořenového systému pomocných plodin (Obr. 65).

V rámci dosavadních experimentů byl ověřován i meziřádkový výsev ředkve olejné do porostů pšenice ozimé. Ředkev olejná dobře vzchází a vytváří dobrý pokryv meziřádku. Problémem je však riziko nevymrznutí rostlin a jejich následná regulace (Obr. 66). Ověřovány byly i plošné přísevy hořčice bílé do porostů pšenice ozimé. Systémy jsou však závislé na časném příchodu chladného počasí a mrazíků, které zajistí umrtvení rostlin hořčice bílé (Obr. 67).

Obr. 63: Stav porostů pšenice ozimé /odrůda Turandot/ v závislosti na struktuře porostu a použité pomocné plodině na lokalitě Nabočany 13. 11. 2018. *(Brant, 2018)*



Obr. 64: Pokryvnost povrchu půdy v porostech pšenice ozimé /odrůda Turandot/ v závislosti na struktuře porostu a použité pomocné plodině na lokalitě Nabočany 13. 11. 2018, plocha snímku má rozměr 0,5 x 0,5 m, umístění snímku „na koso" řádků. *(Brant. 2018)*

Obr. 65: Habitus rostlin pšenice ozimé /odrůda Turandot/ a pomocné plodiny v závislosti na struktuře porostu na lokalitě Nabočany 13. 11. 2018. *(Brant, 2018)*

Obr. 66: Stav porostů ozimé pšenice vyseté do řádků 250 mm s mezířádkovým výsevem ředkve olejné na jaře dokumentuje riziko nevymrznutí rostlin ředkve olejné.

Dosavadní výsledky polních experimentů hodnotí samozřejmě i výnosové parametry porostů ozimé pšenice s využitím pomocné plodiny. Tabulka 15 dokumentuje hodnoty výnosotvorných prvků a výnosy zrna pšenice ozimé odrůdy Julie pěstované s pomocnou plodinou hrachem setým a rolním na lokalitě Budihostice. Předplodinou byla ozimá řepka. Porosty byly v rámci výživy hnojeny pouze regenerační dávkou dusíku ve výši 60 kg/ha. Porosty s pomocnou plodinou hrachem rolním vykazovaly vyšší výnosovou úroveň než kontrolní varianta bez pomocné plodiny.

Obr. 67: Stav porostů ozimé pšenice na jaře. Pšenice byla vyseta do řádků 125 mm. Vlevo je kontrolní plocha bez plošného přísevu hořčice bílé a vpravo s přísevem po vymrznutí a rozložení nadzemní biomasy hořčice bílé. *(Brant, 2019)*

Tab. 15: Hodnoty výnosotvorných prvků porostů ozimé pšenice s pomocnou plodinou (ozimé formy hrachu setého a rolního) v termínu sklizně porostů 20. 7. 2017. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci mezi průměry v rámci odrůdy (P-value 0,05; ANOVA). * hrách setý, ** hrách rolní *(upraveno Brant a kol., 2018c)*.

varianta	počet rostlin pšenice ozimé na m², 21. 3. 2017	pomocná plodina (výsev kg/ha)	počet klasů na m² (kusy)	objemová hmotnost (g/l)	HTZ (g)	výnos zrna (t/ha, 100% sušina a čistota)
1	186	Aviron* (40)	478	805,8 ab	47,2 a	6,923 a
2	168	Aviron* (80)	451	807,5 ab	48,3 a	6,985 a
3	130	Aviron* (80)	412	796,2 a	47,8 a	7,041 a
4	174	bez výsevu hrachu	454	807,3 ab	49,7 a	7,582 ab
5	194	Arkta** (80)	464	806,3 ab	49,4 a	7,702 ab
6	86	Arkta** (70)	458	799,3 ab	49,4 a	7,687 ab
7	208	Arkta** (110)	491	808,6 b	49,3 a	8,250 b

Tab. 16: Porosty ozimé pšenice s pomocnou plodinou na lokalitě Nabočany (hospodářský rok 2018 - 2019) - demonstrační plochy na výstavě Naše pole 2019. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci mezi průměry v rámci odrůdy (P-value 0,05; ANOVA). Statistické vyhodnocení je v termínu 22. 7. 2019 provedeno pro jednotlivé odrůdy.

varianta/struktura porostu	specifikace	12.3.2019			10.6.2019		22.7.2019		
		průměrný počet odnoží na rostlinu pšenice (kusy)	počet rostlin pšenice ozimé na m2 (kusy)	počet rostlin pomocné plodiny na m2 (kusy)	počet plod-ných od-noží na rostlině (kusy)	počet klasů pšenice na m2 (kusy)	výška porostu (m)	výnos zrna (100 % sušina a čistota) t/ha	výnos slámy (100 % sušina) t/ha
rozteč řádků pšenice 250 mm, rozteč hra-chu rolního 250 mm	obilnina 120 kg/ha (Julie), 80 kg/ha (peluška Arkta)	6,6 bc	198 a	76 a	3,1 a	661 a	1,010 a	9,724 a	9,995 a
rozteč řádků pšenice 250 mm	obilnina 120 kg/ha (Julie)	6,6 bc	212 a		3,6 acb	648 a	0,996 a	9,332 a	10,144 a
rozteč řádků pšenice 250 mm, rozteč hra-chu rolního 250 mm	obilnina 120 kg/ha (Turandot), 80 kg/ ha (peluška Arkta)	6,6 bc	240 ab	54 a	4,5 c	659 a	0,888 a	7,481 ab	11,606 a
rozteč řádků pšenice 250 mm,	obilnina 120 kg/ha (Turandot)	6,9 c	204 a		4,1 abc	726 a	0,908 a	8,559 b	12,349 a
rozteč řádků pšenice 250 mm, rozteč řed-kve olejné 250 mm	obilnina 120 kg/ ha (Turandot), 12 kg/ha (ředkev Romesa)	5,5 ab	200 a	90% vymrznutí	4,5 bc	650 a	0,914 a	7,460 ab	11,728 a
rozteč řádků pšenice 125 mm	obilnina 160 kg/ha (Turandot)	7,7 c	272 ab		3,6 abc	657 a	0,904 a	6,856 a	12,915 a
rozteč řádků pšenice 125 mm, hořčice bílá na široko	obilnina 160 kg/ha (Turandot), hořčice bílá 12 kg/ha (An-dromeda)	5,1 a	336 b	100% vymrznutí	3,3 ab	659 a	0,910 a	7,211 ab	13,089 a

Stav porostů pšenice ozimé v jarním období a před sklizní, včetně výnosů zrna a slámy, na lokalitě Nabočany dokumentuje tabulka 16. U porostů pšenice ozimé (Julie, výsevek 120 kg/ha) byl na plochách s přísevem ozimé pelušky dosažen vyšší výnos zrna ve srovnání s plochou bez pelušky o 0,4 t/ha. Rozteč řádků byl u pšenice 0,25 m. Sklizňová zralost u odrůdy Julie nastala v roce 2019 o 7 dní dříve ve srovnání s odrůdou Turandot. U odrůdy Turandot byl nejvyšší výnos stanoven na ploše s roztečí řádků 0,25 m (výsev 120 kg/ha) bez pomocné plodiny. Na plochách s pomocnou plodinou (ozimá forma hrachu rolního a ředkev olejná) byl výnos nižší asi o 1 t/ha. Plochy s pomocnou plodinou dozrávaly ve srovnání s plochou bez ní pomaleji. Na plochách s pomocnou plodinou byl vyšší výskyt zaschlých klasů ve srovnání s plochou bez ní, to se projevilo i na HTS. Nejnižší výnos byl na ploše s výsevem odrůdy Turandot (řádky 0,125 m, výsevek 160 kg/ha). Plošný přísev hořčice do porostů odrůdy Turandot (rozteč řádků 0,125 m, 160 kg/ha) vedl ke zvýšení výnosu ve srovnání s porostem bez hořčice (shodný výsevek a rozteč řádků). Předplodinou pro pokusné plochy byla rovněž ozimá pšenice.

Úroveň hnojení byla minimalizována z důvodu specifikace vlivu pomocné plodiny. Na podzim bylo provedeno plošné hnojení před základním zpracováním půdy ve výši 200 kg NPK (15–15–15). Při setí bylo aplikováno 50 kg/ha hnojiva Eurofertil top 49 k diskům secího stroje do místa uložení osiva obilek, jarní regenerační hnojení 60 kg N na ha. Za primární faktor zvýšení výnosů na dané lokalitě lze považovat nárůst rozteče řádků a snížení výsevku u použitých kompenzačních odrůd. Použití pomocných plodin u pozdnější odrůdy Turandot vedlo k oddálení dozrávání (prodloužení obsahu vody v půdě), ale nástup horkého počasí a sucha na konci června vedl k předčasnému dozrání. Výsledky dokumentuje přiložená tabulka 16.

7. 2. Mák setý

Mák setý je pro české zemědělce významnou plodinou. Základní otázkou z hlediska využití pomocných plodin je specifikace požadavků kladených na pomocné plodiny v porostech máku setého. Brant a kol. (2019 b) uvádějí, že jedním z důvodů jejich uplatnění je snížení rizik vedoucích k poškození porostů na začátku vegetace. Primárně se jedná o eliminaci erozních procesů po založení porostů, které mnohdy vedou až k jejich celoplošnému zničení. Mělké setí máku a s tím spojená mělká předseťová příprava, včetně pomalého vývoje porostů, jsou skutečnosti, které vždy budou tato rizika zvyšovat. Dalším faktorem je zvyšování erozních rizik v rámci klasické celoplošné předseťové přípravy půdy. Ta je spojena s utužením půdy v hloubce kolem 80 mm v důsledku tlaku pneumatik (zejména při opakovaných přejezdech) na půdu a samozřejmě i vlivem přenosu tlaku na půdu přes šípovité radličky a efektu umáznutí půdy pod kypřenou vrstvou půdy při vyšší vlhkosti půdy ve spodnějších vrstvách ornice.

V posledních letech setkáváme s časnějším nástupem vyšších teplot a absencí srážek na jaře, což je spojeno s rychlým přesušením horní vrstvy půdy. Tato skutečnost přispívá nejen ke špatnému vzcházení porostů, ale také ke snížení odolnosti přeschlé horní vrstvy půdy vůči

srážkám s vyšší intenzitou. V jejich důsledku dochází k rychlému nabobtnání půdních agregátů na povrchu půdy a k jejich rozpadu v důsledku působení kinetické energie deště. Výsledkem je tvorba pro vodu nepropustné vrstvy a hromadění vody na povrchu půdy. Následně dochází k plošnému odtoku vody a zároveň k plošnému smyvu půdy v rámci mikro a makro reliéfu půdního bloku. Již tyto procesy vedou k odnosu semen, či poškození klíčních rostlin. Při vhodných odtokových podmínkách se plošný odtok mění v soustředný, jehož důsledkem je tvorba odtokových rýh, ale i vrstev sedimentů, včetně nevratného poškození porostu.

Erozní zranitelnost porostů máku je dána nejen pomalým rozvojem nadzemní biomasy projevující se nižším pokrytím povrchu půdy, ale i vývojem kořenového systému. Jeho kůlový kořen nezajišťuje z hlediska tvorby postranních kořenů dostatečné prokořenění horní vrstvy půdy a výrazně neprokořeňuje horní suchou vrstvu. Mnohdy je rozvoj růstu kořene do spodních vrstev omezen nadměrným utužením pod nakypřenou půdu. Intenzivnější pokryv půdy a prokořenění horní vrstvy ornice lze očekávat až od fáze 6. pravého listu máku. Snížené prokořenění půdy omezuje infiltrační procesy a vsakování vody do jejích spodních vrstev.

Z hlediska morfologie kořenového systému máku lze za vhodné pomocné plodiny považovat ty, které mají svazčitý kořenový systém. Ten zajišťuje dobré prokořenění horní vrstvy půdy, které zvýší infiltraci a zpevní půdu proti odtoku. Jeho boční rozvoj, při výsevu pomocné plodiny do meziřádků máku, má zároveň přispět i k podpoře růstu kořene máku do spodních vrstev. Pomalý vývoj porostů máku setého na začátku vegetace může vést k úvahám, že by se pomocná plodina měla vyznačovat spíše malou dynamikou růstu. Druhým pohledem na věc může být skutečnost, že cílem pomocné plodiny je rychle prokořenit horní vrstvu půdy a zakrýt povrch půdy v meziřádku, samozřejmě při dodržení dostatečné vzdálenosti mezi rostlinami máku a plodiny pomocné z důvodu omezení rychlého nástupu mezidruhové konkurence na začátku vývoje porostu. To lze zajistit výsevem máku do řádků s roztečí 250 mm a umístěním pomocné plodiny do středu meziřádku máku setého.

Pomocná plodina by měla vykazovat pomalejší přechod do prodlužovací fáze. Rychlý nástup do prodlužovací fáze je spojen s posunem záchytné listové plochy nad povrch půdy a může zvyšovat soustředný okap srážkové vody do jednoho místa, což může lokálně zvyšovat poškození povrchu půdy. Dále je potřebné pamatovat na skutečnost, že pomocná plodina bude přibližně v době počátku prodlužování máku umrtvena, a její biomasa by po umrtvení měla zůstat na povrchu meziřádku, přispět k omezení výparu z půdy a neměla by při odumírání zakrývat rostliny máku. Z hlediska hloubky setí máku by osivo pomocné plodiny mělo dobře klíčit i za sucha a vzcházivost by neměla být ovlivněna případnou mělkou hloubkou setí.

Brant a kol. (2019 b) uvádějí, že na základě výše uvedených skutečností lze za vhodné pomocné plodiny považovat obilniny. Z důvodu rychlého nástupu fáze odnožování, ale i citlivosti ke graminicidům, se jedná především o jarní nebo případně ozimý ječmen. Výsevek by se měl pohybovat v rozmezí 45 – 55 kg/ha.

Uvažovat lze i o využití žita setého, triticale, ovsa setého nebo hřebílkatého. V roce 2019 byl jako pomocná plodiny ověřován i oves setý. Na rozdíl od ječmene jarního se oves setý vyznačuje menším odnožováním a rychlejším nástupem fáze sloupkování. Tabulka 17 dokumentuje biometrické charakteristiky máku setého a pomocných plodin (ječmen jarní a oves setý) na lokalitě Morašice v roce 2019. Z tabulky 17 je patrné, že oves vykazuje rychlejší růstovou dynamiku z hlediska vstupu do fáze sloupkování, čímž podporuje i prodlužování rostlin máku. Tím ovšem docházelo k poklesu nadzemní biomasy máku setého. Z uvedených výsledků vyplývá, že oves setý lze použít jako pomocnou plodinu, ale jeho regulace musí nastat dříve než u ječmene jarního. Výsevek ovsa setého jako pomocné plodiny v máku setém by se měl činit přibližně 30 kg/ha. Počet rostlin máku se na všech hodnocených plochách pohyboval v rozmezí 21 – 24 rostlin na $m^{2.}$ Na lokalitě Dolní Újezd dosahovala produkce nadzemní biomasy ovsa hodnoty 1026 kg/ha a porost máku vykazoval obdobné parametry jako porost bez pomocné plodiny.

Klasické kulturní trávy nelze kvůli pomalé počáteční dynamice růstu doporučit. Budeme-li však uvažovat o systémech využití pomocných plodin s minimálním použitím pesticidů, budou požadavky na pomocnou plodinu odlišné a dojde k navýšení rozteče řádků máku.

Zásadní otázkou je využití pomocných plodin z hlediska výživy máku. Na počátku vývoje porostů je samozřejmě nutné počítat s dočasnou fixací živin do pomocné plodiny, ale i se spotřebou vody do jejího umrtvení. Z hlediska vývoje porostů obilnin, jako pomocných plodin, lze předpokládat, že z důvodu omezení přímé a nepřímé konkurence vůči máku, budou umrtveny nejpozději ve fázi odnožování. Produkce nadzemní biomasy ozimého či jarního ječmene a ovsa setého bude závislá na výsevku a na době umrtvení porostu. Výsevek by neměl překročit 60 kg/ha, zásadní roli pro určení výsevku bude hrát samozřejmě průběh počasí a stav vláhových podmínek v půdě. Při daném výsevku lze očekávat, že produkce nad-

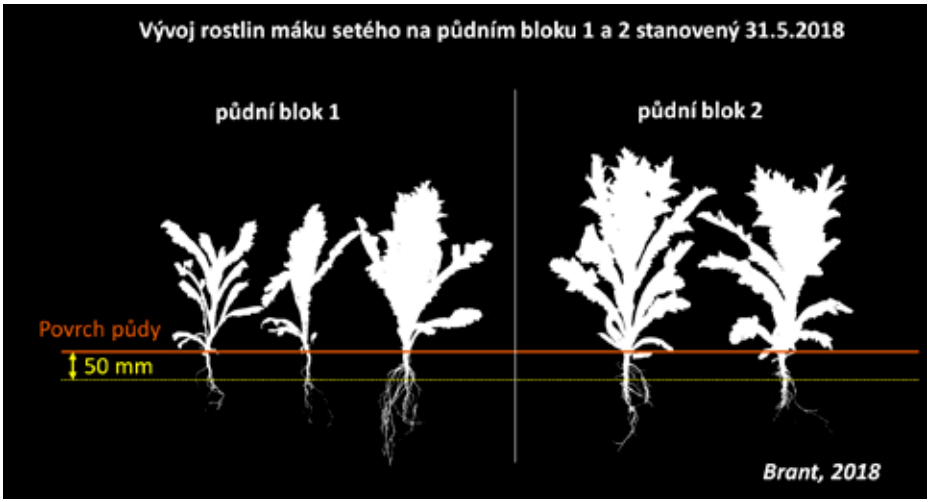
Tab. 17: Biometrické parametry máku setého pěstovaného s pomocnou plodinou a bez ní a parametry pomocných plodin stanovené 27. 5. 2019. Výsev porostů byl proveden 5. 4. 2019. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci mezi průměry v rámci odrůdy *(P-value 0,05; ANOVA)*.

pomocná plodina		výška rostliny (mm)	počet listů (kusy)	produkce nadzemní biomasy (kg/ha)
oves setý		356 b	9,8 a	1108,0 a
ječmen jarní		234 a	14,8 a	925,7 a
hlavní plodina				
mák setý	+ ječmen jarní	139 a	8,8 a	419,7 b
mák setý	+ oves setý	169 b	10,5 a	195,8 a
mák setý	bez pomocné plod.	129 a	10,5 a	362,5 ab

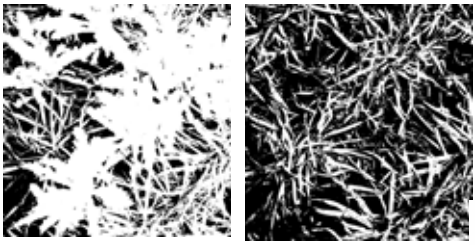
zemní biomasy se bude pohybovat v rozmezí 0,7 až 1,2 t suché hmoty na ha. Poměr mezi nadzemní a podzemní suchou biomasou se, dle našich pokusů, může u dobře odnožujících obilnin, pohybovat v rozmezí 2,5 až 4 : 1 *(Brant a kol., 2019 b)*. Obsah dusíku se v suché nadzemní biomase ječmene (standardní porosty ječmene) na pozemcích v hodnocené lokalitě pohyboval v roce 2018 v rozmezí 3,1 – 4,6 %, u draslíku od 3,5 do 4,6 %, u fosforu od 0,27 do 0,44 %, u vápníku v rozpětí 0,45 – 1,1 % a u hořčíku 0,1 – 0,3 %. Na základě výše uvedených hodnot obsahu živin lze stanovit nejen jejich spotřebu pomocnou plodinou do jejího umrtvení, ale i o odhad potenciálního zdroje živin pro hlavní plodinu po rozkladu biomasy pomocné plodiny. Zatím nejednoznačně specifikovanou záležitostí je stanovení transportu živin z biomasy ležící na povrchu půdy do orničního profilu. Zásadní otázkou z hlediska využití pomocné plodiny jako zdroje živin je však rovněž obsah živin v kořenové hmotě, její produkce a rozložení v orničním profilu. Kořenová hmota rovněž podporuje infiltraci vody kolem živých kořenů, či v pórech po jejich rozkladu.

Obrázek 68 dokumentuje vývoj rostlin na dvou rozdílných půdních blocích (1 a 2) stanovený 31. 5. 2018 ve Východních Čechách. Na PB 2 byly rostliny máku vyvinutější a dosahovaly výšky 0,3 m, na půdním bloku 1 se nacházely ve fázi převážně 8 až 9 listu (Obr. 68). Na PB 1 byl stanoven průměrný počet rostlin 48 kusů na m^2, na PB 2 poté 65 kusů na m^2. Na PB 2 byly v průběhu jara v důsledku vyšší srážkové dotace, spadlo zde přibližně o 20 mm srážek více, lepší vláhové podmínky pro vývoj rostlin.

Rostliny pomocné plodiny se pozitivně podílejí na zvýšení pokryvnosti půdy, především v meziřádku. Celkovou pokryvnost povrchu půdy vegetací s ječmenem po odstranění máku



Obr. 68: Vývoj rostlin máku setého na půdním bloku 1 a 2 stanovený 31. 5. 2018 *(Brant a kol., 2019 b)*.



Obr. 69: Pokryvnost povrhu půdy na půdním bloku 1. Vlevo rostliny máku setého a ječmene jarního a vpravo pokryvnost ječmene po odstranění rostlin máku 31. 5. 2018 *(Brant a kol., 2019d)*.

na ploše 0,25 m^2 dokumentuje obrázek 69. Průměrná pokryvnost povrchu půdy rostlinami ječmene jarního činila na hodnocených půdních blocích 31,3 % až 45,9 %. Zahrneme-li do hodnocení pokryvnosti jak rostliny máku setého, tak ječmene jarního může pokryvnost povrchu půdy dosahovat hodnot v rozmezí 57,3 % až 71,2 %.

mene jarního v době umrtvení porostu.

V rámci ověřování technologie byly provedeny experimenty hodnotící vliv přítomnosti pomocné plodiny na infiltraci vody do půdy. Sledována byla infiltrace na kontrolní ploše bez přítomnosti ječmene a na ploše s ječmenem.

Obr. 70: Infiltrace na plochách máku setého na kontrolní ploše bez přítomnosti ječmene jarního a na ploše s ječmenem jarním *(Brant a kol., 2019 b)*.

Tab. 18: Průměrná suchá nadzemní hmotnost rostlin máku setého a ječmene jarního (t/ha) na půdních blocích (PB) 1 a 2 a kalkulované rozmezí obsahu živin v nadzemní biomase ječmene jarního u vybraných prvků v kg/ha (31. 5. 2018).

lokalita	mák setý (t/ha)	ječmen jarní (t/ha)	N (kg/ha)	K (kg/ha)	P (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
PB 1	0,488	1,044	32 - 48	37 - 48	3 -5	5 - 11	1 - 3
PB 2	0,934	1,059	33 - 49	37 - 49	3 - 5	5 - 12	1 - 3

Průměrná suchá hmotnost nadzemní části rostliny máku setého se v našich pokusech pohybovala v rozmezí 0,783 g až 1,405 g. Průměrnou suchou nadzemní hmotnost rostlin máku a ječmene na ha na hodnocených blocích dokumentuje tabulka 18. V tabulce 18 jsou rovněž uvedeny předpokládané hodnoty obsahu živin v nadzemní biomase rostlin ječ-

Na plochách s ječmenem byly stanoveny lepší podmínky pro infiltraci, roztok modré barvy pronikal téměř do hloubky 0,4 m (Obr. 70). Důvodem byl s velkou pravděpodobností pozitivní vliv prokořenění půdy rostlinami ječmene (Obr. 71), které podpořilo vsakování vody. Dobrá protierozní ochrana půdy porostů máku s ječmenem se projevila i při srážkových událostech (30. 5. 2018). Na hodnocených poros-

Obr. 70: Infiltrace na plochách máku setého na kontrolní ploše bez přítomnosti ječmene jarního a na ploše s ječmenem jarním
(Brant a kol., 2019 b).

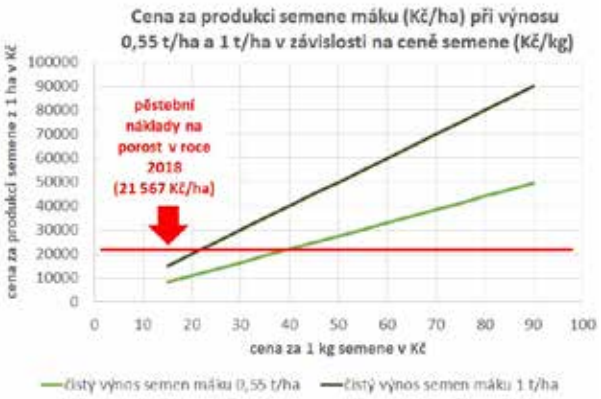
tech nebyly zaznamenány erozní projevy.

V termínu sklizně (8. 8. 2018) byly na hodnocených půdních blocích odebrány jednotlivé rostliny, u kterých byl stanoven průměrný počet makovic na rostlině, hmotnost semen v makovici a hmotnost tisíce semen. Výsledky biometrických charakteristik prokázaly negativní korelaci mezi počtem rostlin na jednotku plochy a počtem makovic na rostlině. Na druhé straně nebyla prokázána korelace mezi průměrnou hmotností semen v makovici a počtem rostlin, či počtem rostlin na jednotku plochy a HTS *(Brant a kol., 2019 b)*. Důvodem byla vysoká variabilita v hmotnosti semen v jedné makovici, ale i samotného počtu makovic na rostlině. Zároveň však byla stanovena pozitivní závislost mezi hmotností semen v makovici a HTS. Na základě výše uvedených skutečností je logické, že přesná kvantifikace vlivu přítomnosti ječmene na biometriku rostlin máku setého ve srovnání s variantou bez ječmene je v běžných polních podmínkách obtížně stanovitelná. Průměrné hodnoty hodnocených parametrů, včetně výnosu semen na ha pro celý půdní blok (včetně zahrnutí souvratí) dokumentuje tabulka 19.

Budeme-li technologii hodnotit z praktického hlediska, je potřebné se zaměřit i na ekonomické ukazatele. Celkové náklady na založení, vedení a sklizeň běžného hektaru porostu máku setého dle stanovených ekonomických kritérií dosahovaly v rámci polních experimentů v roce 2018 výše 21567 Kč/ha. Náklady na založení pomocné plodiny se z důvodu společného výsevu máku setého a ječmene skládaly z ceny osiva jarního ječmene (795 Kč/ha) a z nákladů na umrtvení ječmene (cena herbicidu – 800 Kč/ha a ceny aplikace – 240 Kč/ha). Jejich celková výše činila 1835 Kč/ha a z celkových nákladů (21567 Kč/ha) tvořila 8,5 %. Kalkulace graminicidu do ná-

Tab. 19: Průměrné hodnoty počtu makovic na rostlině (kusy/rostlina), průměrná hmotnost semen v makovici (g), průměrná hmotnost tisíce semen (HTS, g) a výnos semene (t/ha) v termínu sklizně (8. 8. 2018).

lokalita	ječmen jarní – pomocná plodina	počet makovic na rostlině (kusy)	hmotnost semen v makovici (g)	HTS (g)	výnos semen (t/ha)
1	ne	3,5	2,21	0,40	-
	ano	4,1	2,92	0,52	0,55
2	ne	4,3	2,88	0,52	-
	ano	2,7	2,77	0,51	1,00



Graf: 2: Cena produkce čistých semen máku setého z jednoho hektaru při dosažených průměrných výnosech na hodnocených půdních blocích *(0,55 a 1 t/ha)* **v závislosti na výkupní ceně semene v kg/ha. Červeně je vyznačena hladina nákladů na 1 ha porostu máku setého stanovená dle kalkulace nákladů.**

kladů na pomocnou plodinu je však diskutabilní, protože by jeho aplikace byla stejně provedena proti jednoděložným plevelům. Náklady na osivo ječmene se mohou rovněž lišit v závislosti na jeho původu. V hodnocené technologii bylo použito osivo z vlastní produkce a nemořené.

Kromě pozitivního vlivu na půdu a omezení erozních rizik, které lze obtížně kvantifikovat, lze přínos technologie kvantifikovat například ve srovnání s náklady na opětovné založení porostu máku setého v důsledku jeho poškození erozním smyvem. Na základě použité kalkulace činily náklady na založení čistého porostu máku setého (náklady na setí a osivo) 1156 Kč/ha. Ekonomickou efektivitu technologie lze odhadnout z grafu 2. Ten dokládá cenu produkce čistých semen z jednoho hektaru při dosažených průměrných výnosů na hodnocených půdních blocích (0,55 a 1 t/ha čistých semen) v závislosti na výkupní ceně semene v kg/ha.

7. 3. Luskoviny

V porostech luskovin je zatím využití pomocných plodin spíše ve fázi ověřování. Důvodem je omezené současné zastoupení luskovin a jetelovin v osevních postupech a konzervativní přístupy jejich pěstování. Samotná absence luskovin v osevních postupech je zároveň jedním z důvodů vývoje technologií s využitím pomocných plodin z čeledi bobovité. Na druhou stranu je potřebné si uvědomit, že z hlediska nárůstu zástupců z čeledi bobovitých v osevních postupech, zejména v ekologických systémech hospodaření, mohou napomoci technologie s využitím pomocných plodin. Jedním z důvodů ověřování pomocných plodin v porostech luskovin je eliminace zaplevelení. U ozimých forem luskovin se jedná o využití vymrzajících pomocných plodin. U jarních forem poté o osetí meziřádku s možností následného plečkování meziřádku.

Eliminace rozvoje plevelných společenstev pomocí pomocných plodin obecně využívá několik principů *(Brant a kol., 2018d)*:

- přímá konkurence mezi pomocnou plodinou a plevely v době růstu pomocné plodiny na stanovišti,
- přímé alelopatické působení pomocné plodiny v době růstu na stanovišti na klíčení semen a rostliny plevelů,
- inhibiční vliv meziproduktů rozkladu mrtvé biomasy pomocné plodiny (nadzemní a podzemní) na klíčení semen a růst rostlin plevelů,

- vliv mrtvého mulče pomocné plodiny na zastínění a pokrytí půdy vedoucí k omezení vzcházivosti plevelů a jejich rozvoji na stanovišti,
- opomenout nelze ani přímou konkurenci mezi pomocnou plodinou a plevely na úrovni mezidruhové konkurence u nadzemních částí rostlin na bázi alomonů.

Využití pomocných plodin v luskovinách představuje tedy jednu z cest, jak snížit riziko zaplevelení, při plné či částečné absenci herbicidů. Luskoviny vysévané do širších řádků, jako je např. sója, umožňují uplatnění pomocných plodin v meziřádku. U hrachů se může jednat o výsev pomocných plodin na široko mezi řádky hrachu vysetého do standardních řádků v rozmezí 100 – 150 mm. Při širším sponu hrachů, zde se jedná o úponkové typy, lze uvažovat i o výsevu pomocné plodiny do řádku ob řádek hrachu. Naše dosavadní výsledky ukazují, že úponkové formy hrachu lze pěstovat i s roztečí řádků 250 mm *(Brant a kol., 2018d)*. Listové typy je při výsevu do širších řádků vhodné kombinovat s typy úponkovými, které zvyšují stabilitu porostu.

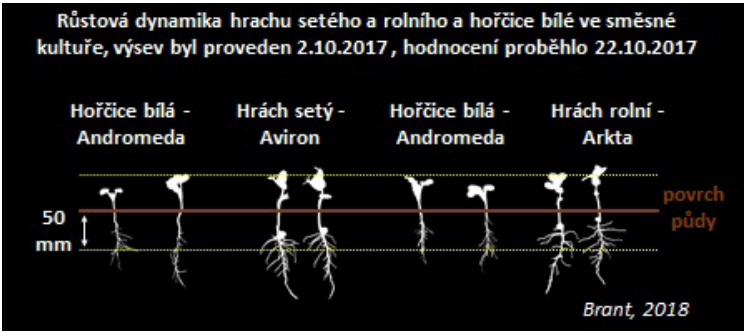
Volba pomocné plodiny a technologického postupu jejího založení je zásadním způsobem ovlivňována biologií a dynamikou vývoje luskoviny. U ozimých forem luskovin se jedná o využití spolehlivě vymrzajících podpůrných plodin, jako je hořčice bílá, svazenka vratičolistá a mastňák habešský. U ozimých forem hrachu rolního je z hlediska zajištění omezení poléhavosti porostů nutné volit výsev pomocné plodiny na široko do užších řádků hrachu rolního. Tato technologie je použitelná i u ozimých forem hrachu setého, které se však ve srovnání s hrachem rolním vyznačují pomalejší dynamikou růstu. U jarních luskovin je využití plodin složitější a v této chvíli nejsou dostupné jednoznačné výsledky. U jarních luskovin se nabízí možnost jejich výsevu do mrazem umrtveného porostu, kde však hrozí rychlá degradace mulče v důsledku jeho rozkladu houbami a bakteriemi. Druhou možností je umrtvení nevymrzající plodiny herbicidem před výsevem luskoviny. Zajímavou a částečně ověřenou technologii představuje pěstování sóji luštinaté v širších řádcích, či dvojřádcích, s výsevem pomocné plodiny do meziřádku. Pomocná plodina je regulována chemicky či mechanicky.

V České republice je dominantní luskovinou hrách setý a obecný. Slabá konkurenceschopnost hrachu vůči plevelům v počáteční fázi vývoje porostů je dána nejen malou růstovou dynamikou, ale i malou pokryvností půdy, která může přispívat k výraznému poškození půdní struktury na povrchu půdy, tak i ke zvyšování erozních rizik. Tabulka 20 dokládá pokryvnost povrchu půdy rostlinami hrachu setého a rolního (ozimé a jarní formy) při jarním výsevu a dalších rostlinných druhů (tolice dětelová, hořčice bílá a ječmen jarní) v závislosti na počtu rostlin hrachů na jednotku plochy. Z tabulky 20 je patrná větší dynamika růstu u jarních forem hrachů ve srovnání s ozimými.

Obrázek 72 dokumentuje habitus rostlin hrachu setého a rolního, které byly vysety do řádků s roztečí 125 mm, a hořčice bílé vyseté souběžně plošným výsevem při založení porostů hrachů na podzim. Kořenové systémy hrachu vykazovaly vyšší intenzitu prokořenění ve srovnání s hořčicí bílou. Hořčice bílá byla vyseta za účelem omezení rozvoje plevelů v porostech

Tab. 20: Pokryvnost povrchu půdy (%) při daném počtu rostlin na jednotku plochy u vybraných odrůd hrachu setého a rolního, tolice dětelové, hořčice bílé a ječmene jarního (kontrolní plodina) na začátku vegetace na lokalitě Stupice. Založení porostů proběhlo 20. 3. 2016, hodnocení 22. 4. 2016. Odlišné indexy v rámci sloupce dokumentují statisticky průkazný rozdíl mezi průměry na hladině významnosti α = 0,05 (ANOVA, Tukey) *(Brant a kol., 2018d)*.

plodina	odrůda	pokryvnost půdy (%)	počet rostlin na m² (kusy)
hrách setý, úponkový, jarní forma	Eso	2,98 a	73
hrách rolní, ozimá forma	Arkta	3,08 ab	105
hrách setý, úponkový, ozimá forma	Enduro	3,88 abc	93
hrách setý, úponkový, jarní forma	Gambit	4,53 abc	68
hrách setý, úponkový, ozimá forma	Enduro	5,37 abcd	135
hrách setý, listový, jarní forma	Protecta	5,79 abcd	73
tolice dětelová	Detenická	6,30 abcd	160
hrách setý, listový, jarní forma	Protecta	6,99 abcd	109
hrách setý, úponkový, jarní forma	Eso	7,88 abcd	128
hrách rolní, jarní forma	Arvika	8,05 abcd	78
hrách rolní, ozimá forma	Arkta	8,61 bcde	183
hrách setý, úponkový, jarní forma	Gambit	9,37 cde	140
tolice dětelová	Detenická	10,27 de	252
hořčice bílá	Andromeda	10,74 de	105
hrách rolní, jarní forma	Arvika	14,09 e	188
ječmen jarní	kontrola	24,23 f	nehodnoceno



Obr. 72: Srovnání růstové dynamiky hrachu setého a rolního a hořčice bílé ve směsné kultuře, výsev byl proveden 2. 10. 2017, hodnocení proběhlo 22.10.2017 *(Brant a kol., 2018d)*.

Tab. 21: Počet rostlin hrachu rolního (Arkta) na jednotku plochy (m²) a produkce nadzemní biomasy Arkty a plevelů (t/ha) na lokalitě Šumice (Uherský Brod), dne 26. 4. 2018 *(Brant a kol., 2018d)*.

hrách rolní	pomocná plodina hořčice bílá (výsevek)	počet rostlin na m² (kusy)	suchá nadzemní biomasa hrachu (t/ha)	suchá nadzemní biomasa plevelů (t/ha)
Arkta	bez hořčice	243	1,266	0,348
Arkta	Andromeda (5 kg/ha)	247	1,252	0,361
Arkta	Andromeda (10 kg/ha)	232	1,276	0,264

v ekologickém zemědělství. V rámci ověřování technologie byla hodnocena i pokryvnost povrchu půdy. Průměrná pokryvnost povrchu půdy na plochách s hrachem setým činila 3,9 %, ve směsi s hořčicí bílou (výsev 5 kg/ha) poté 6,5 % a při nejvyšším výsevku byla celková pokryvnost půdy hrachem setým a hořčicí bílou 8,2 %, Porosty hrachu rolního vykazovaly ve srovnání s hrachem setým vyšší pokryvnost půdy, což bylo v důsledku vyšší růstové dynamiky hrachu rolního (Arkta). Průměrná pokryvnost povrchu půdy na plochách s hrachem setým činila 3,8 % u čistého výsevu hrachu rolního 10,3 %. Hodnoty pokryvnosti hrachu rolního byly ve srovnání s pokryvností hrachu setého statisticky průkazně vyšší.

Obr. 73: Stav porostů hrachu rolního Arkta /26. 4. 2018/, které byly na podzim založeny souběžně s plošným výsevem hořčice bílé *(foto Brant)*.

Nástup mrazů v podzimním období vedl k vymrznutí rostlin hořčice bílé. Výsledky hodnocení zaplevelení porostů prokázaly, že podzimní přísev hořčice bílé (10 kg/ha) vedl ke

Obr. 74: Porost sóji luštinaté s meziřádkem osetým hořčicí bílou, souběžný výsev, /vlevo/ a propleč-kování meziřádků po vzejití porostu /vpravo/ *(foto Brant)*.

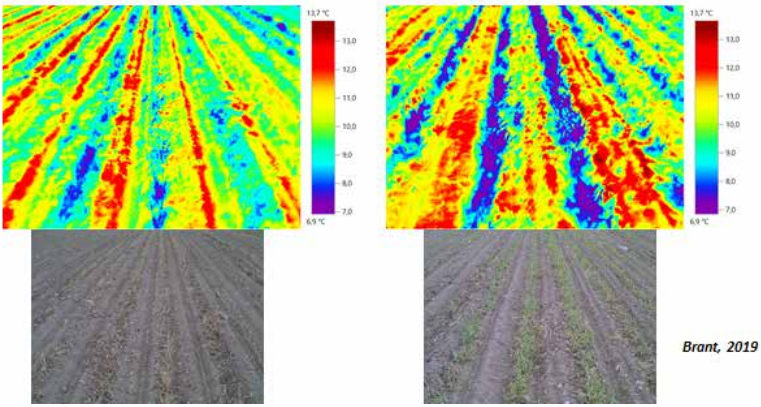
snížení produkce nadzemní biomasy plevelů v měsíci dubnu (Tab. 21). Přísev hořčice bílé neovlivnil nadzemní produkci biomasy hrachů (Tab. 21 a Obr. 73).

Dosavadní praktické zkušenosti s využitím pomocných plodin v porostech luskovin jsou velmi omezené. Rozvoj pěstování luskovin v širších řádcích s možností kultivace meziřadí vytváří i podmínky pro vývoj těchto technologií s využitím pomocných plodin. Primárně se začíná uvažovat o využití pomocných plodin v luskovinách, které vykazují minimální riziko poléhání a vyznačují se vyšším habitem. Jedná se zde o sóju luštinatou, bob obecný a lupiny. Obrázek 74 dokládá porost sóji luštinaté s meziřádkem osetým hořčicí bílou (souběžný výsev) a propleckování meziřádků po vzejití porostu. Tyto systémy jsou však problematické z hlediska regenerace pomocné plodiny a z důvodu zvýšené konkurence o vodu. Ověřování výsevu sóji luštinaté do živého mulče zatím poukazuje na skutečnost, že tyto systémy vedou až k 50% redukci výnosů *(Ubraska a kol., 2017)*. Z hlediska omezení vzájemné konkurence mezi luskovinami a pomocnou plodinou lze za perspektivní považovat podzimní a jarní pásové výsevy pomocných plodin.

7. 4. Kukuřice setá

Využití pomocných plodin v porostech kukuřice seté představuje jednu z nejčastěji uplatňovaných technologií. Využití pomocných plodin mnohdy vychází z rozdílných modifikací stávajících pěstebních technologií spadajících do kategorie půdo- a vodoochranných. Výsev kukuřice seté do vymrzlé či herbicidně umrtvené meziplodiny (na podzim či na jaře) lze z hlediska biotických efektů plodiny použité pro tvorbu mulče považovat rovněž za systém využití pomocné plodiny. Zde se pro podzimní plošné osetí půdy využívají hořčice bílá, ředkev olejná, svazenka vratičolistá, pohanka obecná, jarní i ozimé obilniny, jíl-

Porost žita setého v meziřádku kukuřice seté založené do pásového kypření regulovaný herbicidem Roundup Flex (vlevo) a Agil (vpravo) , 7.5.2019. Lokalita Herálec.



Obr. 75: Rozdíl v účinku herbicidu Roundup Flex a graminicidu Agil na rostliny žita setého. Nižší teplota dokumentuje omezený účinek herbicidu.

ky apod. Problémem u nejistě vymrzajících plodin je riziko jejich regenerace v řádku kukuřice seté po jejím výsevu, zejména u trav a obilnin po mechanické či chemické regulaci. Výraznější uplatnění začínají mít směsi plodin, zejména v kombinaci s luskovinami. Výsev kukuřice seté následuje poté jako setí do nezpracované půdy, nebo v kombinaci s pásovým kypřením půdy. Výsevky plodin využitých pro plošné osetí půdy jsou závislé na způsobu výsevu a většinou korespondují s výsevky obvyklými pro meziplodiny. U obilnin by výsevek neměl překročit 60 kg/ha z důvodu omezení tvorby kompatního drnu. Žito seté má dobrou schopnost potlačovat plevele včetně jejich regulace na základě alelopatického působení *(Samson 1991)*. Omezení použití ozimých obilnin jako plodin pro tvorbu mulče může nastat v případě zákazu použití účinné látky *glyphosate*. Jarní aplikace herbicidů používaných pro regulaci jednoděložných plevelů (graminicidy) vykazuje velmi pomalejší účinek a při nízkých teplotách může být efekt regulace téměř nulový. Obrázek 75 dokumentuje na základě termosnímku rozdíl v účinku herbicidu Roundup Flex a graminicidu Agil na jarní regulaci žita setého. Nižší teplota dokumentuje omezený účinek herbicidu.

Obecně lze za velmi efektivní technologii považovat výsevy kukuřice seté do vymrzlé meziplodiny, či meziplodiny umrtvené neselektivním herbicidem v časném jaře. Na základě literárních údajů nejsou tyto systémy spojeny s redukcí výnosů silážní a zrnové kukuřice. Zakládání do plošných výsevů pomocné plodiny a umrtvení pomocné plodiny při setí, nebo krátce před ním, jednoznačně zvyšuje riziko přesušení půdy *(např. Corak a kol., 1991)*. Ověřovány byly i systémy pozdního umrtvení plošně vyseté pomocné plodiny, ale zde se opět zvyšuje riziko přesušení horní vrstvy půdy a omezená redukce pomocné plodiny v blízkosti řádku kukuřice setí při mechanické i chemické regulaci.

Dlouhodobou historii má i využití podsevů do kukuřice seté. Tyto systémy se začínají vyvíjet v 80. letech minulého století především v systémech ekologického zemědělství za účelem omezení rozvoje plevelů. Zakládání podsevů do kukuřice lze rozdělit na využití jednoletých a víceletých podsevových plodin. V rámci jednoletých druhů jsou dlouhodobě využívány druhy, jako je svazenka vratičolistá, jetel nachový apod. U jednoletých druhů je však problémem vstup rostlin do generativní fáze a zvýšení rizika zaplevelení následných plodin. U vzrůstných druhů je nutné posunout termín výsevu z důvodu omezení konkurence s kukuřicí setou o vodu a živiny. Porosty vikve huňaté založené do porostu kukuřice v květnu nebo v červnu redukovaly produkci plevelů až o 95 % bez vlivu na výnos kukuřice *(Hoffman a kol., 1993)*.

Specifickou podsevovou plodinou jsou ozimé obilniny (pšenice ozimá, žito seté a triticale). Obilniny byly v rámci osetí meziřádku využívány jako dobře vzcházející druhy, které vytváří hustý pokryv půdy a dobře reagují na mulčování meziřádku v raných fázích vývoje. Systémy cíleného mulčování meziřadí kukuřice seté s pomocnou plodinou se opět začínají ověřovat. Důvodem je rozvoj meziřádkových systémů mulčování, které umožňují vstup i do porostů kukuřice seté v prodlužovací fázi, či umrtvení porostů pomocných plodin vysetých do pásů před výsevem kukuřice seté v době růstu hlavní plodiny.

Tab. 22: Příklady podsevových pomocných plodin jejich směsí do porostů kukuřice seté *(upraveno podle Brant a kol., 2008a)*.

rostlinný druh	výsevek (kg ha-1)	termín výsevu
jetel luční	8 – 10	při výšce kukuřice 30 cm
	15 – 17	přísev do meziřádku při výšce kukuřice ± 1 m
jetel plazivý	5 – 6	od 6. listu kukuřice
	10 - 14	přísev do meziřádku při výšce kukuřice ± 1 m
jetel šípovitý	12	přísev do meziřádku při výšce kukuřice ± 1 m
jetel podzemní	16	přísev do meziřádku při výšce kukuřice ± 1 m
jílek mnohokvětý	30 – 40	při výšce kukuřice 30 cm, pozdní odrůdy jílku
jílek mnohokvětý + jetel luční+ jetel plazivý	12 + 3 + 2	při výšce kukuřice 30 cm, pozdní odrůdy jílku
jílek vytrvalý	4 – 5	od výsevu do fáze 2. – 3. listu kukuřice, pozdní odrůdy jílku
jílek vytrvalý	5 – 6	ve fázi 5 – 6. listu kukuřice, pozdní odrůdy jílku
	16 – 20	přísev do meziřádku při výšce kukuřice ± 1 m
jílek vytrvalý + jetel plazivý	6 + 2	od 6. listu kukuřice, pozdní odrůdy jílku
srha laločnatá	5 – 6	ve fázi 5. – 6. listu kukuřice

Obr. 76: Stav porostů jílku vytrvalého po sklizni kukuřice seté na siláž *(foto Brant)*.

Nejčastěji se jako podsevové plodiny do kukuřice seté využívají víceleté trávy (jílek vytrvalý a mnohokvětý, kostřava červená a zástupci rodu srha) a jeteloviny (jetel plazivý, jetel luční, jetel zvrácený, jetel podzemní, tolici dětelovou a další). Při hodnocení podsevových meziplodin vykazovala dobré výsledky i lipnice obecná *(Ammon a Scherrer, 1994)*. Pozitivní vliv podsevů jetelovin (jetele červeného, jetele plazivého a komonice lékařské) na výnosy kukuřice popisuje Könnecke (1967). Dobrou pokryvnost jetele podzemního v porostech kukuřice dosahující v polovině vegetace hodnoty 30 – 40 % popisují Ammon a Scherrer (1994). Podsev

Obr. 77: Vzcházející směs jetelů v porostech kukuřice seté založených do porostů s výškou 0,9 m. Výsev byl proveden pomocí secích botek *(foto Brant)*.

jetele podzemního při pěstování kukuřice pomocí výsevu do nezpracované půdy redukoval zaplevelení srovnatelně s herbicidním ošetřením *(Enache a Ilnicki, 1990)*. Osivo jetele podzemního vykazuje velice dobrou vzcházivost i za sucha. Podsevy trav lze následně ponechat do příštího roku jako plodinu hlavní pro pícní či semenářské využití. Obrázek 76 dokládá stav porostů jílku vytrvalého po sklizni kukuřice seté na siláž. Produkce nadzemní biomasy jílku vytrvalého se po sklizni může pohybovat v rozmezí 1 – 2 t/ha. Příklady druhů vhodných jako podsevové pomocné plodiny dokládá tabulka 22.

Zásadní otázkou výsevu podsevů je termín. U většiny druhů se doporučuje termín výsevu při výšce rostlin kukuřice seté minimálně 0,3 m z důvodu omezení vzájemné konkurence rostlin na počátku vegetace. U pozdních odrůd trav lze termín výsevu provést dříve. Je potřebné si však uvědomit, že z protierozního hlediska nemají podsevy založené až po vzejití porostů kukuřice seté na začátku vegetace zásadní význam. Zakládání podsevů lze provádět pomocí plecích bran osazených zásobníkem osiva s pneumatickým transportem osiva k rozptylovacím destičkám. Plecí brány je vhodné upravit tak, aby pruty pracovaly jen v meziřádku. Nebo lze výsev provést při plečkování za kypřící nástroje plečky. Známé jsou i speciální konstrukce umožňující výsev do meziřádku pomocí secích botek. Jednotlivé systémy lze rovněž rozlišit na základě možnosti přesného lokálního výsevu do meziřádku (výsev secí botkou a za pracovní nástroje plečky) a na systémy náhodného rozmístění osiva do porostu kukuřice seté, včetně rizika uložení do řádku hlavní plodiny. Plošné výsevy jsou rizikové i z důvodu vyššího rizika vzcházení osiva uloženého na povrchu půdy nebo mělce pod povrchem půdy.

Dlouhodoběji se ověřují výsevy podsevů i v pozdější fázi růstu kukuřice seté. Jedná se o výsevy do výšky rostlin kukuřice seté kolem 1 m (Obr. 77). Pro tyto systémy jsou využívány speciální konstrukce umožňující výsev pomocné plodiny pomocí secích botek. Pozdější zakládání podsevů může být spojeno se zvýšeným rizikem nedostatku vody pro pomocné plodiny. Zásadně však pozdější výsevy eliminují riziko konkurence pomocné plodiny vůči kukuřici seté a vyšší konkurenční tlak kukuřice seté omezuje rychlý vývoj podsevu. Vyzkoušeny jsou i přísevy pomocných plodin, či budoucích hlavních plodin, ve fázi nástupu mléčně vosko-

vé zralosti kukuřice seté. Jednou z možností je použití hydroosevu, nebo nosičů na zvýšeném podvozku s měnitelným rozchodem kol vybavených zásobníkem osiva a systémem výsevu do meziřádků, většinou se však jedná o prototypové konstrukce.

Mezi nejnovější postupy patří systémy pásových výsevů pomocných plodin na podzim či na jaře. Systémy pásových výsevů pomocných plodin zajišťují eliminaci případného negativního působení rostlinných zbytků nebo živých rostlin pomocné plodiny na rostliny kukuřice seté. Vývoj technických prostředků pro pásové výsevy pomocných plodin (plečky a mělké pásové kypřiče, včetně strip till s osetím meziřádku) umožňuje efektivní cílené výsevy pomocné plodiny. Dalším technickým vývojem, tj. doplněním strojů pro zakládání pásových výsevů o systémy pásové aplikace herbicidů do řádku, či meziřádku, dochází ke vzniku zcela nových technologií.

7. 5. Cukrová řepa

Při pěstování cukrové řepy jsou nejčastěji využívány výsevy do vymrzlé předplodiny. Použití nevymrzajících pomocných plodin není u cukrové řepy z důvodu včasného výsevu cukrové řepy a s tím spojených problémů s časnou regulací pomocné plodiny vhodné. Nevymrzající plodiny rovněž přispívají k přesušení horní vrstvy půdy, včetně zhoršení podmínek pro kvalitní uložení osiva do půdy.

Pro plošný osev je nejčastěji využívána ředkev olejná a hořčice bílá, především z důvodu jejich negativního vlivu na háďátko řepné. Využití výše uvedených plodin je však spojeno i s negativním působením. U ředkve olejné dochází u části rostlin ke ztloustnutí kůlového kořene. Tyto rostliny poté obtížněji vymrzají a na jaře z podzemní části regenerují (Obr. 32). Odstranění regenerujících rostlin ředkve olejné z porostů cukrové řepy je herbicidně obtížné. Jsou-li regenerující rostliny ředkve olejné přítomny v řádku cukrové řepy, nelze efektivně využít ani plečkování. Z tohoto důvodu se začínají ověřovat cílené řádkové výsevy pomocných plodin na podzim, které spočívají v cíleném výsevu rozdílných plodin do řádků a jejich záměrnou kombinací. V těchto případech se

Obr.: 78: Čerstvě povalený porost hořčice bílé Cambridge válci /vlevo/ a stav porostu po zaschnutí nadzemní biomasy /vpravo/ *(foto Brant)*.

Obr. 79: Systémy pomocných plodin při pěstování cukrové řepy je vhodné kombinovat s kultivací během vegetace z důvodu podpory mineralizace organické hmoty s následným uvolněním živin. NepleČkovaný porost cukrové řepy /vlevo/ založený do vymrzlé hořčice bílé a plečkovaný /vpravo/ *(foto Brant)*.

řádky s ředkví olejnou a s hořčicí setou nacházejí v budoucím meziřádku cukrové řepy. Prostor budoucího řádku cukrové řepy je oset dobře vymrzající plodinou (např. pohankou setou nebo svazenkou vratičolistou). Z hlediska rizika vzcházení části osiva pomocných plodin až na jaře, je z důvodu efektivnější herbicidní aplikace v porostech cukrové řepy upřednostňována pohanka obecná.

Při využití hořčice bílé dochází u přerostlých porostů k tvorbě silných lodyh, které se do jara obtížně rozkládají a mohou komplikovat setí z důvodu zachytávání se na výsevní sekce a ucpávání secího stroje. Tato skutečnost může být problematická u odrůd hořčice bílé, které vykazují svůj nematocidní efekt až od fáze kvetení. Problémy s tvorbou silných a vzrůstných lodyh lze očekávat při výšce porostů převyšující 0,8 m. U nižších porostů dochází k tvorbě habituelně vzrůstných rostlin při malém počtu rostlin na jednotku plochy. U řídkých porostů je potlačen i etiolizační efekt. Produkci nadzemní biomasy pomocných plodin lze regulovat termínem výsevu. Zejména v teplých oblastech je nutné posunout termín výsevu až na konec srpna. Druhou možností je ještě před zimou provést přivalení vzrostlého porostu řeznými válci. Použít lze i Cambridge válce a hvězdicové válce (Obr. 78), které omezí rozřezání rostlin při nižší tuhosti lodyh. Povalení porostu musí být provedeno ve směru budoucího setí, proto musí být záběr válců shodný se záběrem secího stroje. Vhodné je čelní umístění válců na tažném prostředku. Povalení vzrůstných porostů lze samozřejmě provést i při pásových výsevech pomocných plodin. Zde je vhodné strukturu porostu pomocné plodiny volit tak, aby místo budoucího řádku cukrové řepy nebylo oseto, a výsev byl proveden jen do budoucího meziřádku.

Při zakládání porostů pomocných vymrzajících plodin u cukrové řepy je nutné eliminovat utužení půdy a tvorbu kolejových stop, které negativně ovlivňují vývoj rostlin cukrové řepy. Pro tyto účely jsou v praxi mnohdy využívány rozdílné konstrukce starších secích strojů, které jsou upraveny pro souběžný řádkový výsev více plodin. Určitou možností eliminace rizik regenerace či nadměrné tvorby biomasy u vymrzajících plodin je provedení jarního pásového kypření se současným zonálním hnojení. Zde je však nutné kalkulovat s rizikem přesušení půdy.

Použití pomocných plodin v cukrové řepě je rovněž pojeno s využitím plečkování. Plečkování je v porostech cukrové řepy provedeno v pozdější fázi růstu, tedy v době, kdy již pominula erozní rizika v důsledku zapojení řádků hlavní plodiny. Ale i po plečkování dochází k ponechání části rostlinných zbytků na po-

vrchu půdy. Prokypření půdy při plečkování je však spojeno s podporou mineralizace organické hmoty v půdě a zlepšením výživného stavu rostlin (Obr. 79). Hrubší stav povrchu půdy po plečkování zvyšuje podmínky pro infiltraci vody do půdy i při vyšších srážkách.

Výsevku ředkve olejné jako pomocné plodiny v systémech pěstování cukrové řepy se pohybují v rozmezí 15 – 30 kg/ha, u hořčice bílé v rozmezí 12 – 22 kg/ha. U směsí se podíl komponentů určuje individuálně podle struktury porostu a způsobu výsevu.

- Využití pomocných plodin v cukrové řepě je v praxi ověřeno a uplatňováno. Jeho primárními cíli jsou:
- pěstování plodin za účelem omezení výskytu háďátka řepného,
- omezení větrné a vodní eroze v meziporostním období a na začátku vývoje porostů,
- fixace živin porostem pomocné plodiny a jejich uvolnění z rostlinných zbytků v době růstu cukrové řepy,
- kombinace systémů s kultivací během vegetace za účelem snížení potřeby herbicidů a podpory mineralizace půdní organické hmoty,
- využití systémů cíleného výsevu více druhů z důvodu podpory pestrosti mikrobních společenstev,
- snížení pohybu zemědělských souprav po půdním bloku při využití přímých výsevů do porostů vymrzlé pomocné plodiny,
- zajistit implemetovatelnost systémů pomocných plodin do stávajících pěstebních technologií cukrové řepy se současným zachováním výnosové úrovně.

7. 6. Ozimá řepka

Využití pomocných plodin v ozimé řepce je přikládán vysoký význam. Primárně je použití pomocných plodin spojováno s možností omezení dodatkových vstupů vznikajících mimo zemědělský systém (minerální hnojiva, pohonné hmoty a pesticidy) při pěstování ozimé řepky, která je považována za jednu plodin pěstovanou s vysokou intenzitou. Na druhé straně se rovněž jedná o zlepšení jejího celospolečenského image, které je nezeměd-

Tab. 23: Příklady pomocných plodin vhodných jako pomocné plodiny do porostů ozimé řepky a výše výsevků.

rostlinný druh	výsevek	termín výsevu
(kg/ha)		
hrách setý	80 - 100	při výsevu řepky ozimé, výsevek závisí na velikosti osiva
hrách rolní	60 - 80	při výsevu řepky ozimé
bob obecný	100	při výsevu řepky ozimé, jedná se o malosemenné formy
vikve a jejich směsi	30 - 50	při výsevu řepky ozimé
svazenka vratičolistá	12 - 16	po vzejití porostu ozimé řepky při plečkování
tolice dětelová	10 - 13	po vzejití porostu ozimé řepky při plečkování

dělskou veřejností vnímáno velmi negativně. Důvody uplatnění pomocných plodin v pěstebních systémech ozimé řepky jsou následující:

- zajištění části dusíkaté výživy ozimé řepky na základě společného pěstování s rostlinami z čeledi bobovité,
- eliminace erozních rizik po zasetí a během vegetace při pěstování ozimé řepky v širších řádcích,
- omezení ztrát dusíku vyplavením od výsevu ozimé řepky do začátku vegetace na jaře,
- omezení rozvoje plevelů, chorob a škůdců v porostech ozimé řepky na základě přítomnosti pomocných plodin,
- zvýšení potravní nabídky pro volně žijící organismy v době přítomnosti pomocné plodiny v porostech ozimé řepky,
- biologické zpracování půdy v podzimním období pomocnou plodinou za účelem rozvoje kořenového systému ozimé řepky a z důvodu podpory infiltrace vody do půdy,
- udržitelnost pěstování ozimé řepky jako hlavní olejniny západní a střední Evropy v měnícím se vnímání významu zemědělství společností.

Z důvodu optimalizace dusíkaté výživy ozimé řepky jsou jako pomocné plodiny využívány luskoviny. V rámci dosavadních ověřování byly jako pomocné plodiny hodnoceny jarní hrachy, boby a vikve. Předpokladem pro jejich využití byla dobrá růstová dynamika po výsevu, dostupnost osiva a kromě vikve, spolehlivé umrtvení mrazem. Dobrá růstová aktivita po zasetí je základem tvorby nadzemní a podzemní biomasy a tím i nárůst fixace dusíku. Seidel a Gläser (2017) uvádějí, že produkce dusíku obsaženého v biomase se u hrachu setého použitého jako pomocné plodiny v ozimé řepce na konci podzimní vegetace pohybovala v rozmezí 14 – 20 kg/ha, u bobu obecného 20 – 30 kg/ha a u jarní vikve 2 – 14 kg/ha. Jednalo se o porosty ozimé řepky, které byly zasety kolmým přejezdem do řádkově vysetých pomocných plodin**.** Epperlein a kol. (2018) poukazují na skutečnost, že využití hrachu setého, bobu obecného a vikve seté jako pomocných plodin, mimo čočky jedlé, vedlo ke zvýšení obsahu Nmin ve vrstvách půdy 0 až 0,3 m a 0,3 až 0,6 m na začátku jarní vegetace porostů ve srovnání s porosty ozimé řepky bez pomocné plodiny. Pomocná plodina byla vyseta do středu meziřádku ozimé řepky (řádky 0,45 m) jedním přejezdem. Produkce nadzemní biomasy se u použitých druhů pohybovala v rozmezí 0,1 až 0,4 kg/m^2.

Ověřována byla i možnost redukce plevelů pomocí pomocných plodin. Seidel a Gläser (2017) stanovili na plochách ozimé řepky s pomocnou plodinou vyšší pokryvnost půdy asi o 20 % vyšší než na plochách bez pomocné plodiny. Pokryvnost půdy zásadním způsobem závisí i na vzcházivosti rostlin pomocné plodiny. Dosavadní výsledky ukazují, že vzcházivost pomocné plodiny se liší v závislosti na lokalitě, způsobu výsevu a zpracování půdy *(Seidel a Gläser, 2017 a Epperlein a kol., 2018)*. Enggist (2019) ověřovala použití pomocných plodin za účelem regulace plevelů v ozimé řepce. Založení pomocných plodin bylo provedeno jako pásové setí při výsevu ozimé řepky, nebo jako směs pomocné plodiny a osiva ozimé řepky. Výnosy ozimé řepky byly při využití pomocné plodiny na oraných variantách o 0,21 t/ha a na bezorebných variantách o 0,36 t/ha nižší než na herbicidy ošetřených plochách. Z ekonomického hlediska však byly

tržby na plochách s využitím pomocné plodiny vyšší ve srovnání s plochami ošetřenými herbicidem. Autorka dále uvádí, že při malém tlaku plevelů byl výnos ozimé řepky vyšší na plochách s pomocnou plodinou vůči herbicidně ošetřeným variantám. Výši výsevků vybraných pomocných plodin do ozimé řepky dokumentuje tabulka 23.

Zásadní otázkou je vzájemná konkurence mezi rostlinami ozimé řepky a pomocné plodiny. Ta je samozřejmě dána prostorovým rozmístěním rostlin. Nejrizikovější jsou plošné výsevy pomocné plodiny a výsevy ozimé řepky do společného řádku s pomocnou plodinou. Na vyšší riziko vzájemné konkurence při suchém průběhu podzimu upozorňují všechny literárně dostupné zdroje. Základem eliminace vzájemné konkurence je prostorově oddělené rozmístění hlavní a pomocné plodiny. Konkurence mezi pomocnou plodinou a ozimou řepkou může být i o světlo, ta se projevuje tvorbou slabých rostlin ozimé řepky s dlouhými řapíky listů *(Enggist, 2019)*.

V České republice jsou vyvíjeny pěstební systémy využívající pomocné plodiny k pokrytí povrchu půdy v meziřádcích řepky ozimé, zejména při rozteči řádků ozimé řepky 0,45 m a více s pásovým postřikem řádku nebo dvojřádku ozimé řepky herbicidem či insekticidem. Nebo se jedná o kultivaci meziřádku a pásový postřik řádku ozimé řepky. Obrázek 80 dokumentuje plečkování porostů ozimé řepky se souběžným pásovým postřikem dvojřádků hlavní plodiny a osetím nakypřeného pásu pomocnou plodinou (svazenka vratičolistá).

Zásadním problémem je však regulace výdrolu obilní předplodiny. Jeho výskyt je samozřejmě většinou vyšší na kypřených plochách ve srovnání s plochami oranými. Většina systémů využití pomocných plodin využívá pomocné plodiny, které nejsou citlivé ke graminicidům. Ty jsou poté aplikovány plošně.

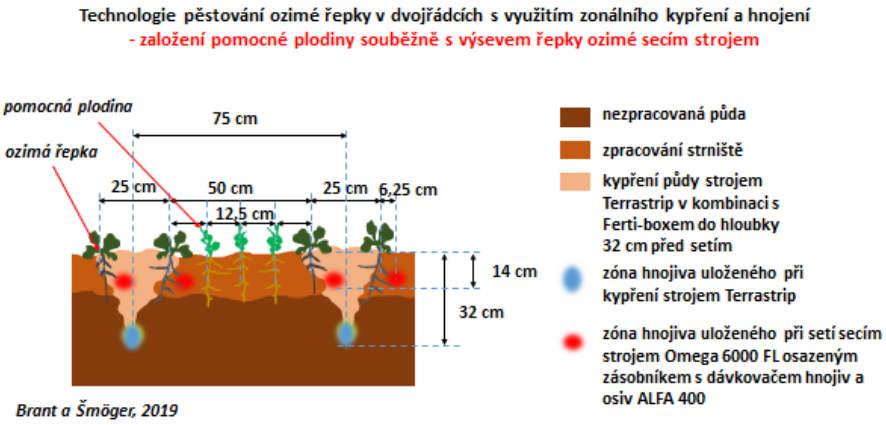
Další možností je kombinace regulačního vlivu pomocné plodiny a herbicidu. Zde lze využít snížené dávky herbicidů obsahujících účinné látky metazachlor a quinmerac. Bez větších problémů lze pro plošnou preemergentní aplikaci použít přípravek Butisan Star v dávce 1 l/ha, nejpozději do třech dnů po zasetí. U velkosemenných luskovin je však potřebné dodržet hloubku setí, min 40 mm. U mělčeji vysévaných luskovin, ale třeba i svazenky vratičolisté

Obr. 80: Kombinace meziřádkové kultivace a pásového postřiku řádků ozimé řepky herbicidem *(foto Brant)*.

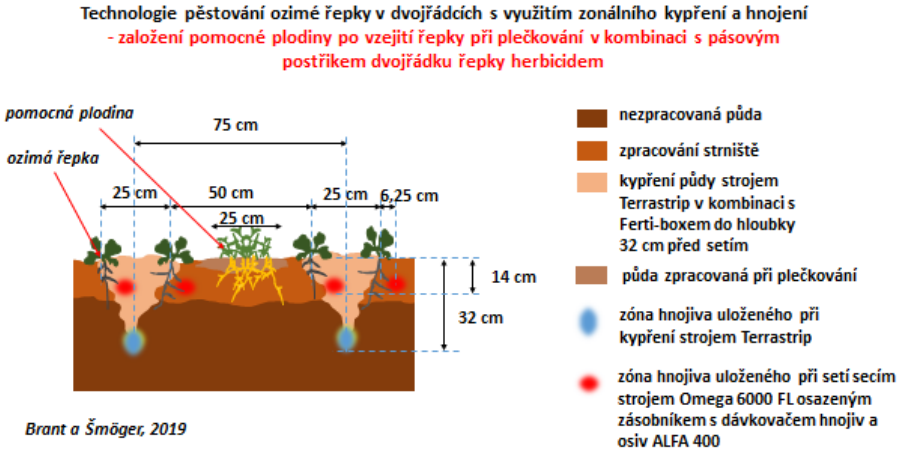
lze očekávat rizika ovlivnění herbicidem. Pohanka obecná vykazuje vyšší hranici tolerance. Ověřeny byly i systémy meziřádkového výsevu pomocné plodiny s preemergentním pásovým postřikem řádku ozimé řepky plnou dávkou herbicidu tak, aby herbicid nezasáhl plochu meziřádku s pomocnou plodinou.

Systémy pěstování pomocných plodin je vhodné kombinovat i se systémy zonálního hnojení a kypření u ozimé řepky. Zonální hnojení zajišťuje efektivní výživu ozimé řepky a zároveň omezuje čerpání živin z hnojiv pomocnou plodinou, což by vedlo k jejímu zvýšenému růstu. Obrázky 81 a 82 dokumentují technologie zakládání řepky s pomocnou plodinou v kombinaci se zonálním hnojením a kypřením. V rámci technologie je uplatněn výsev ozimé řepky do dvojřádků. Založení dvojřádků řepky ozimé s roztečí 250 mm a s šířkou meziřádku 500 mm zajišťuje eliminaci vnitrodruhové konkurence rostlin ozimé řepky a optimalizuje prostor pro vývoj rostliny i při využití secích strojů neumožňujících výsev na počet jedinců a eliminuje rizika nízkých výsevů (pod 20 rostlin/m^2) v podmínkách ČR. Oddělený výsev pomocných plodin snižuje konkurenci mezi hlavní a pomocnou plodinou. Obrázky 83 až 84 dokumentují stav porostů ozimé řepky založených systémem dvojřádků se souběžným výsevem pomocné plodiny do meziřádků mezi dvojřádky.

Do systému pomocných plodin lze zařadit i podsevy jetelovin do porostů ozimé řepky. Cílem technologií je zajistit pomocí podsevu snížený výskyt plevelů, zajistit fixaci vzdušného dusíku a omezit erozi půdy, včetně podpory půdní struktury. Omezení nadměrného růstu podsevu v době růstu v ozimé řepce vychází z principu konkurence mezi řepkou a podsevem a z redukce růstu podsevu herbicidy. Tyto systémy se uplatňují např. ve Francii a v České republice jsou ve fázi ověřování. Technologie



Obr. 81: Technologie pěstování ozimé řepky v dvojřádcích s využitím zonálního kypření a hnojení se souběžným výsevem pomocné plodiny do meziřádku.



Obr. 82: Technologie pěstování ozimé řepky ve dvojřádcích s využitím zonálního kypření a hnojení. Založení pomocné plodiny je provedeno po vzejití řepky při plečkování v kombinaci s pásovým postřikem dvojřádku řepky herbicidem.

předpokládá, že podsev bude po sklizni řepky ozimé pokračovat ve vývoji jako hlavní plodina. Obrázek 85 dokumentuje porost ozimé řepky vysetý s roztečí řádků 125 mm s plošným výsevem vojtěšky seté.

Zásadní otázkou je vliv pomocné plodiny na výnos ozimé řepky. Epperlein a kol. (2018) uvádějí, že výnosy ozimé řepky byly při použití pomocných plodin, jako je bob obecný, hrách setý a vikev setá při odděleném řádkovém výsevu. Nárůst výnosu se pohyboval v řádech 0,1 až 0,2 t/ha. Redukci výnosu ve výši 0,1 – 0,3 t/ha při využití pomocných plodin bez použití herbicidů po-

Obr. 83: Porost ozimé řepky založený systémem dvojřádků se souběžným výsevem ozimé formy hrachu rolního /odrůda Arkta/. Vlevo je srovnání porostu s pomocnou plodinou a bez ní, vpravo je detail porostu *(foto Brant)*

Obr. 84: Porost ozimé řepky založený systémem dvojřádků se souběžným výsevem jarní formy hrachu rolního /odrůda Arvika/, vlevo. Vpravo je jako pomocná plodina použita vícekomponentní směs s dominamtním zastoupením pohanky seté *(foto Brant)*.

pisuje naopak Enggist (2019). Při správném založení porostů a při standardním průběhu počasí lze počítat s obdobnými výnosy jako při monokulturním pěstování řepky ozimé. Z hlediska ekonomiky je však ještě potřebné jednoznačně stanovit vliv pomocných plodin na výši hnojení, což se projeví do celkové ekonomiky technologie.

Obr. 85: Porost ozimé řepky vysetý s roztečí řádků 250 mm s plošným výsevem vojtěšky seté *(foto Brant)*.

8. AGRONOMICKÉ PŘÍNOSY A RIZIKA SYSTÉMŮ POMOCNÝCH PLODIN

Využití pomocných plodin je spojeno s využitím biotických efektů, které lze systémově implementovat do pěstebních systémů. Rozvoj těchto technologií je závislý i na vývoji technických prostředků pro jejich zakládání, zejména secích strojů a doplňkových systémů pro výsev pomocných plodin, včetně systémů lokálního kypření a pásové aplikace herbicidů. Pěstební systémy pomocných plodin s cíleným rozmístěním rostlin hlavní a pomocné plodiny jsou jednoznačně závislé na využití navigačních systémů. Jednoznačné agronomické výhody při využití pomocných plodin jsou:

- zvýšení pestrosti plodin pěstovaných na orné půdě i při monotónnosti osevních sledů,
- protierozní působení pomocné plodiny v hlavní plodině, zejména v širokořádkových plodinách a v porostech máku setého,
- zdroj dusíku na základě procesu jeho fixace ze vzduchu rostlinami z čeledi bobovité,
- zpřístupnění fosforu pro hlavní plodinu,
- omezení rozvoje plevelů a dalších škodlivých činitelů s možností snížení dávek pesticidů na jednotku plochy půdy,
- zpestření osevních sledů na základě zvýšení ploch pomocných plodin pěstovaných na produkci osiva,
- rozšíření možností naplnění požadavků státní správy na ochranu životního prostředí.
- Využití pomocných plodin je však spojeno i s agrotechnickými riziky:
- jedná se o rizika konkurence o vegetační faktory mezi hlavní a pomocnou plodinou,
- počítat lze i s negativním alelopatickým působením pomocné plodiny v souběžně pěstované hlavní plodině, či plodině následné,
- technologie může být spojena se zvýšením nákladů na osivo pomocné plodiny,
- lze počítat s investicí do strojového vybavení potřebného pro technologii,
- systémy kladou zvýšené nároky na kontrolní a rozhodující činnost agronoma,
- nejsou známa rizika častějšího pěstování pomocných plodin na půdním bloku,
- sekundární zaplevelení porostů hlavní plodiny a plodiny následné,
- neakceptování technologií legislativou apod.

9. CELOSPOLEČENSKÉ PŘÍNOSY POMOCNÝCH PLODIN

Systémy využití pomocných plodin mají dlouhodobý historický základ a rozvíjejí se v závislosti na celospolečenských požadavcích na zemědělství. Vycházejí z dokonalé znalosti biologických principů, které jsou cíleně řízeny a uplatňovány ve spojení s nejmodernějšími technologiemi. Využití pomocných plodin zcela naplňuje celospolečenské požadavky na funkce zemědělství. Za celospolečenské přínosy lze považovat:

- stabilizace koloběhu energie a hmoty v pěstebních systémech,
- podpora dočasné fixace oxidu uhličitého,
- omezení spotřeby minerálních hnojiv a pesticidů,
- zvýšení biologické pestrosti půdy a podpora nutričních řetězců v kulturní krajině,
- zajištění setrvalého využívání půdy a dalších přírodních zdrojů,
- eliminace erozních procesů na orné půdě a zvýšení retenční kapacity půdy,
- možnosti zlepšení kvality produktů,
- další omezení negativního vlivu zemědělství na životní prostředí a život člověka.

10. SEZNAM LITERATURY

- Alamgir, M., Marschner, P. 2016: Changes in P pools over three months in two soils amended with legume residues. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 16 (1): 76–87.
- Ammon, H. U., Scherrer, C. 1994: Untersaten in Mais zur Begrünung nach der Ernte. Z.PflKrankh, PflSchutz, Sonderh, 14: 421–428.
- Anken, T., Albisser, G., Berweger, J., Berweger, J., Krummenacher, J., Senn, R., Brönimann, A. 2010: Tipps aus 20 Jahren Erfahrung. Datenblätter Ackerbau. Agridea. Winterthur.
- Anken, T., Heusser, J., Weisskopf, P., Rek, J., Boller, M., Stamp, P. 2007: Mulch- und Direktsaaten - Ursachen reduzierter Feldaufgänge. ART-Bericht. Ettenhausen.
- Asaduzzaman, M., An, M., Pratley, J. E., Luckett, D. J., Lemerle, D. 2014: Canola (Brassica napus) germplasm shows variable allelopathic effects against annual ryegrass (Lolium rigidum). Plant Soil. 380. 47–56.
- Aufhammer, W. 1999: Mischanbau von Getreide- und anderen Kornerfruchtarten. Ulmer, Stuttgart. 310.
- Bernstein, E. R., Stoltenberg, D. E., Posner, J. L., Hedtcke, J. L. 2014: Weed community dynamics and suppression in tilled and no-tillage transitional organic winter rye--soybean systems. Weed Science. 62: 125–137.
- Böhler, D., Dierauer, H. 2017: Messerwalze statt Glyphosat. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 5: 39–43.
- Böhm, H., Fischer, J., Aulrich, K., Kälber, K. 2017: Mais und Bohnen im Gemenge. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 11: 16–21.
- Brandsater, L. O., Netland, J. 1999: Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in northern regions: I. Field experiments. Crop Science. 39: 1369–1379.
- Brant, V., Neckář, K., Žamboch, M. Hlavičková, D. 2005: Keimfähigkeit von Sommerwischenfrüchten bei unterschiedlicher Wasserverfügbarkeit. „Wasser und Pflanzenbau – Herausforderungen für zukünftige Produktionssysteme“, 48.Jahrestagung vom 27. bis 29. September 2005 in Wien. Stuttgart. 66–67.
- Brant, V., Neckář, K., Fuksa, P., Pivec, J., Venclová, V. 2006a: Entwicklung der Verunkrautung in verschiedenen Beständen von Sommerzwischenfrüchten. Z.PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. 20: 309–316.
- Brant, V., Balík, J., Fuksa, P., Hakl, J., Holec, J., Kasal, P., Neckář, K., Pivec, J., Prokinová, E. 2008a: Meziplodiny. Kurent. České Budějovice. 86.
- Brant, V., Neckář, K., Pivec, J., Hakl, J., Holec, J., Venclová, V. 2008 b: Produkce biomasy směsek ozimé formy hrachu rolního odrůdy Arkta s obilninami. Sborník z konference: Aktuální témata v pícninářství a trávníkářství 2008. 5–9.
- Brant, V., Kroulík. M. 2008c: Efektivní způsoby zakládání porostů podsevových a strniskových meziplodin. Agromanuál. 11 (3): 45–47.
- Brant, V., Neckář, K., Pivec, J., Duchoslav, M., Holec, J., Fuksa, P., Venclová. V., 2009a:

Competition of some summer catch crops and volunteer cereals in the areas with limited precipitation. Plant, Soil and Environment. 55(1): 17–24.
- Brant, V., Kroulík, M., Pivec, J., Holec, J., Cihlář, P., Fuksa, P., Procházka, L., Pivec, J., 2011a: Uplatnění pásového zpracování půdy v porostech silážní kukuřice. Agromanuál. 3 (6): 76–79.
- Brant, V., Pivec, J., Fuksa, P., Neckář, K., Kocourková, D., Venclová, V., 2011 b: Biomass and energy production of catch crops in areas with deficiency of precipitation during summer period in central Bohemia. Biomass and Bioenergy. 35 (3): 1286–1294.
- Brant, V., Škeříková, M., Zábranský, P., Tyšer, L. 2015: Dynamika růstu meziplodin. Farmář. 21 (10): 32–36.
- Brant, V., Bečka, D., Cihlář, P., Fuksa, P., Hakl, J., Holec, J., Chyba, J., Jursík, M., Kobzová, D., Krček, V., Kroulík, M., Kusá, H., Novotný, I., Pivec, J., Prokinová, E., Růžek, P., Smutný, V., Škeříková, M., Zábranský, P. 2016a: Pásové zpracování půdy (strip tillage). Profi press. 135.
- Brant, V., Kroulík, M., Pivec, J., Zábranský, P., Hakl, J., Holec, J., Kvíz, Z., Procházka, L. 2017a: Splash Erosion in Maize Crops under Conservation Management in Combination with Shallow Strip – tillage before Sowing. Soil and Water Research. 12: 106–116.
- Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M., Vailich, J., Kroulík, M., Procházka, P., Kunte, J. 2017 b: Alternativní využití luskovin (1) – Důvody a cíle. Agromanuál. 12 (1): 118–121.
- Brant, V., Škeříková, M., Zábranský, P., Kroulík, M., Petrásek, S., Mrázek., L., Kunte, J. 2017c: Technologické postupy zakládání porostů vícedruhových směsí meziplodin. Agromanuál. 12 (11-12): 96–101.
- Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M., Kroulík, M., Hofbauer, M., Kunte, J. 2017d: Morfologická variabilita meziplodin. Agromanuál. 12 (6): 108–112.
- Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M., Vailich, J., Kroulík, M., Procházka, P., Kunte, J. 2017e: Alternativní využití luskovin (2) – Morfologická variabilita hrachu setého a rolního. Agromanuál. 12 (2): 88–91.
- Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M., Vailich, J., Kroulík, M., Procházka, P., Kunte, J. 2017f: Alternativní využití luskovin (3) – Hrách setý a rolní jako zdroj biomasy. Agromanuál. 12 (3). 131–133.
- Brant, V., Kroulík, M., Šmöger, J., Zábranský, P., Škeříková, M., Krček, V., Kunte, J. 2018a: Pěstební systémy ozimé pšenice - Využití pomocných plodin a směsných plodin. Úroda. 6: 20–22.
- Brant, V., Kroulík, M., Šmöger, J., Zábranský, P., Škeříková;, M., Krček, V., Kunte, J. 2018 b: Pěstební systémy ozimé pšenice - Systémy živého mulče. Úroda. 7: 12–14.
- Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M, Kroulík, M., Hofbauer, M., Nýč, M., Kunte, J. 2018c: Hrách – pomocná plodina v ozimé pšenici. Agromanuál. 7: 106–111.
- Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M., Mrázek, L., Kroulík, M., Petrásek, S., Hamouz, P., Procházka, P. 2018d: Pěstování luskovin s pomocnou plodinou. Agromanuál. 11-12: 14–16.
- Brant, V., Škeříková, M., Kroulík, M., Kubín, K., Hamsa, J., Kunte, J., Hofbauer, M. 2019a: Pásové výsevy meziplodin v pěstebních systémech kukuřice seté. Agromanuál. 2: 104–109.
- Brant, V., Šmöger, J., Slabý, J., Kroulík,

M., Zábranský, P., Ryčl, D., Škeříková, M., Hofbauer, M. 2019 b: Mák s podsevem jarního ječmene. Úroda. 3: 41–48.

- Brant, V., Smöger, J. 2019c: Pěstování pšenice ozimné s pomocnou plodinou. Moje půda. 11–13.
- Brant, V., Hermuth, J., Zábranský, P., Škeříková, M., Kroulík, M., Pavela, R., Zavřel, O., Hofbauer, M. 2019d: Čiroky a béry jako strniskové meziplodiny. Úroda. 2: 39–44.
- Brunotte, J., Fröba, N. 2007: *Schlaggestaltung* – kostensenkend und bodenschonend. KTBL-Schrift 460. Darmstadt. 178.
- Cadoux, S., Sauzet, G., Morison, M. V., Pontet, C., Champolivier, L., Robert, C., Lieven, J., Flénet, F., Mangenot, O., Fauvin, P., Landé, N. 2015: Intercropping frost-sensitive legume crops with winter oilseed rape reduces weed competition, insect damage, and improves nitrogen use efficiency. 22: 302.
- Cassman, K. G., Dobermann, A., Walters, D. T., Yang H. 2003: Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality. Annual Review of Environment and Resources. 28: 315–358.
- Conway, G. R. 1997: The Doubly Green Revolution: Food for all in the twenty-first century. London.
- Copeland, L. O., McDonald, M. B. 1995: Principles of seed science and technology. New York: Chapman & Hall. USA. 467.Corak, S. J., Frye, W. W., Smith, M. S. 1991: Legume Mulch and Nitrogen Fertilizer Effects on Soil Water and Corn Production. Soil Science Society of America Journal. 55(5): 1395-1400.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Naeem, S., Limburg, K., Paruelo, J., O'Neill, R. V., Raskin, R., Sutton, P., van den Belt, M. 1997: The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. Nature. 387: 253–260.
- Crabtree, R. J.. Prater, J. D, Mbolda, P. 1990: Long-term wheat, soybean, and grain sorghum double-cropping under rainfed conditions. Agronomy Journal. 82(4): 683–686.
- Cropp, J. H. 2016: Tillage Radish statt Herbizid. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 12: 28–32.
- Dhima, K., Vasilakoglou, I., Lithourgidis, A., Mecolari, E., Keco, R., Agolli, X., Eleftherohorinos, I. 2008: Phytotoxicity of 10 winter barley varieties and their competitive ability against common poppy and ivy-leaved speedwell. Experimental Agriculture. 44: 385–397.
- Di Palo, F., Fornara, D. 2015: Soil fertility and the carbon: nutrient stoichiometry of herbaceous plant species. Ecosphere. 6 (12): 1–15.
- Doré, T., Makowski, D., Malézieux, E., Munier-Jolain, N., Tchamitchian, M., Tittonell, P. 2011: Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. European Journal of Agronomy. 34: 197–210.
- Eberl, V., Lunenberg, T., 2017: Bioenergieträger mit Blühaspekt. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 8: 39–44.
- Echarte, L. A., DellaMaggiora D. C, Gonzalez, V., Abbate, H. P., Cerrudo, A., Sadras, V. O., Calviño, P. 2011: Yield response to plant density of maize and sunflower intercropped with soybean. Field Crops Research. 121(3): 423–429.
- Enache, A. J., Ilnicki, R. D. 1990: Weed con-

trol by subterranean clover (Trifolium subterraneum) used as a living mulch. Weed Technology. 4: 534–538.
- Enggist, A. 2019: Untersaaten als Herbizidersatz? LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 7: 35–41.
- Ercoli L., Mariotti, M., Masoni, A., Bonari, E. 1999: Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and production of *Miscanthus*. Field Crops Research. 63: 3–11.
- Dierauer, H. U., Zimmer, S. H. 1994: Unkrautregulierung ohne Chemie. Ulmer, Stuttgart. 134.
- Epperlein, J., Schmidt, A., Fromme, B., Klarhölter, T. 2018: Leguminosen sind sicher abgefroren. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 6: 19–23.
- Evenson, R. E., Gollin, D. 2003: Assessing the impact of the Green Revolution 1960 to 2000. Science. 300: 758–62.
- Farooq, M. K., Jabran, Z. A., Cheema, A., Wahid, K., Siddique, K. H. M. 2011a: The role of allelopathy in agricultural pest management. Pest Management Science. 67: 493–506.
- Farooq, M., Bajwa, A. A., Cheema, S. A., Cheema, Z. A. 2013: Application of allelopathy in crop production. International Journal of Agriculture and Biology. 15: 1367□1378.
- Finch, S., Kienegger, M. 1997: A behavioural study to help clarify how undersowing with clover affects host-plant selection by pest insects of brassica crops. Entomologia Experimentalis et Applicata. 84: 165–172.
- Flury, D., Bauer, F., Streit, B. 2017: Optimieren mit Gründüngungen. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 12: 12–19.
- Freyer, B. 2003: Fruchtfolgen. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Gaba, S., Lescourret, F., Boudsocq, S. 2014: Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design. Agronomy for Sustainable Development. 35: 607–623.
- Gao, Y., Duan, A., Qiu, X., Sun, J., Zhang, J., Liu, H., Wangn, H. 2010: Distribution and use efficiency of photosynthetically active radiation in strip intercropping of maize and soybean. Agronomy Journal. 102(4): 1149–1157.
- Gentry, L. E., Snapp, S. S., Price, R. F., Gentry, L. F. 2013: Apparent red clover nitrogen credit to corn: evaluating cover crop introduction. Agronomy Journal. 105(6): 1658–1664.
- Hakl, J., Brant, V., Maškova, K., Neckař, K., Pivec, J. 2011: The forage utilization of winter pea-cereal mixture in agriculture low--input systém. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 59(5): 47–51.
- Halkier, B.A., Gershenzon, J. 2006: Biology and biochemistry of glucosinolates. Annual Review of Plant Biology. 57: 303–333.
- Hansen, F., Diepenbrock, W. 1994: Pflanzenbauliche Aspekte der Energie und Stickstoffbilanz des Rapsanbaus. Fett Wissenschaft Technologie. 96: 129–136.
- Hiltbrunner, J. 2005: Unkrautregulierung mit Lebendmulchen - zwischen Idee und Praxisreife. FAL-Tagung vom Freitag, Unkrautbekämpfung - Neue Technologien, reduzierter Herbizideinsatz und Alternativen. 1–4.
- Hlavičková, D., Gruber, S., Brant, V., Claupein, W. 2005: Secondary dormancy as effect of water deficienty stress in some annual oilseed crops. „Wasser und Pflanzenbau – Herausforderungen für zukünftige Produktionssysteme“, 48. Jahrestagung

vom 27. bis 29. September 2005 in Wien. Stuttgart. 68–69.
- Hoffman, M. L., Regnier, E. E., Cardina, J. 1993: Weed and corn (*Zea mays*) response to a hairy vetch (Vicia villosa) cover crop. Weed Technology. 7: 594–599.
- Hughes, B. J., Sweet, R. D. 1979: Living mulch: a preliminary report on grassy cover crops interplanted with vegetables. Proceedings of the Northeast Weed Science Society 33, 109.
- Ilgen, B. 2017: Kein ackerbaulicher Weltuntergang. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 6: 15–19.
- Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., Chauhan B. S. 2015: Allelopathy for weed control in agricultural systems. Crop Protection. 72: 57–65.
- Klingenhagen, G. 2019: In der Summe überwiegen die Vorteile. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 4: 30–35.
- Knauer, N. 1993: Ökologie und Landwirtschaft. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Kocourková, D., Hakl, J., Fuksa, P., Mrkvička, J. 2004: *Festuca arundinacea* Schr. and *Bromus marginatus* Nees et Stend. as possible energy crops in the Czech Republic. Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation „Land Use Systems in Grassland Dominated Regions". Grassland Science in Europe, Luzern. Switzerland, 9: 852–854.
- Kolbe, H., Meyer, D., Dittrich, B., Köhler, B., Schmidtke, K., Wunderlich, B., Lux, G. 2011: Berichte aus dem Ökolandbau. Schriftenreihe, Heft 6. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden.
- Könnecke, G. 1967: Fruchtfolgen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Lahoda, J. 1990: Luskoviny - pěstování a využití. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 224.
- Landschreiber, M., Schleich-Saidfar, C., Henne, U., Voßhenrich, H. H. 2017: Sommerungen oder Spätsaaten? LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 9/10: 28–34.
- Lelivelt, C. L. C., Hoogendoorn, J. 1993: The development of juveniles of Heterodera schachtii in roots of resistant and susceptible genotypes of Sinapis alba, Brassica napus, Raphanus sativus and hybrids. European Journal of Plant Pathology. 99. 13–22.
- Lemańczyk, G., Skinder, Z., Sadowski, C. 2001: Impact of stubble intercrop and organic fertilisation on the health status of spring barley culm base. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Agronomy. 4.
- Liedgens, M. 2001: Pflanzenproduktion in lebenden Mulchen – eine Übersicht. Pflanzenbauwissenschaften. 5: 15–23.
- Lom, F. 1977: Ekonomika osevních postupů. VŠZ v Praze, Praha.
- Lütke E., N., Oehmichen, J. 2000: Lehrbuch des Pflanzenbaues: Band 1: Grundlagen.
- Malézieux, E., Crozat, Y., Dupraz, C. 2009: Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. Agronomy for Sustainable Development. 29: 43–62.
- Nathan, L., Hartwig, Ammon, H. U. 2002: Cover crops and living mulches. Weed Science. 50: 688–699.
- Neckář, K., Brant, V., Hlavičková, D., Venclová, V. 2006a: Klíčivost semen rodu *Lolium multiflorum* L. a *Lolium perenne* L. v závislosti na teplotě a hodnotě vodního potenciálu. Sborník referátů z konference:

„Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2006“. ČZU v Praze. 274–278.
- Neckář, K., Brant, V., Pivec, J., Žamboch, M., Venclová, V. 2006 b: Klíčivost semen strniskových meziplodin v závislosti na dostupnosti vody. Agromanuál. 8: 50–51.
- Neckář, K., Brant, V., Venclová, V., Pivec, J., Hakl, J. 2008: Ozimé meziplodiny jako zdroj objemných krmiv. Agromanuál, 3(7): 42–44.
- Norsworthy, J. K., McClelland, M., Griffith, G., Bangarwa, S. K., Still, J. 2011: Evaluation of cereal and Brassicaceae cover crops in conservation-tillage, enhanced, glyphosate-resistant cotton. Weed Technology. 25: 6–13.
- Pandey, B. P., Basnet, K. B., Bhatta, M. R., Sah, S. K., Thapa, R. B., Kandeland, T. P. 2013: Effect of row spacing and direction of sowing on yield and yield attributing characters of wheat cultivated in Western Chitwan Nepal. Agricultural Science. 4 (7): 309–316.
- Paul, N. 2016: Mais und Bohnen im Duett. Dlz agrarmagazin. 74–77.
- Pekrun, C., Claupein, W. 2001: Einfluß der Stoppelbearbeitung auf Ertragsbildung und Unkrautaufkommen unter den Produktionsbedingungen des Ökologischen Landbaus unter besonderer Berücksichtigung der Wirkung des Stoppelhobels. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau. Freising-Weihenstephan. Verlag Dr. Köster.
- Pilz, S., Pekrun, C., Würfel, T. 2018: Fokus auf Bodenruhe und Biodiversität. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 7: 30–35.
- Ratnadass, A, Fernandes, P, Avelino, J, Habib, R. 2012: Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. Agronomy for Sustainable Development. 32: 273–303.
- Robertson, G. P, Swinton, S. M. 2005: Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: a grand challenge for agriculture. Frontiers in Ecology and the Environment. 3: 38–46.
- Rühm, R., Dietsche, E., Harloff, H. J., Lieb, M., Franke, S., Aumann, J. 2003: Haracterisation and partial purification of a white mustard kairomone that attracts the beet cyst nematode, Heterodera schachtii. Nematology. 5: 17–22.
- Samson, R. A.: 1991: The weed suppressing effects of cover crops. In: Proc. Fifth Annual REAP Conference, Macdonald College, Ste Anne de Bellevue, Québec. In: Abdin, O. A, Zhou, X. M., Cloutier, D., Coulman, D. C., Faris, M.A., Smith, D. L. 2002: Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (Zea mays). European Journal of Agronomy. 12: 93–102.
- Sandler, L., Nelson, K. A., Dudenhoeffer Ch. 2015: Winter Wheat Row Spacing and Alternative Crop Effects on Relay-Intercrop, Double-Crop, and Wheat Yields. International Journal of Agronomy. 8.
- Seidel, N., Gläser, H. 2017: Mit Begleitpflancen den Raps unterstützen. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 7: 36–39.
- Schneider, J., 2019: Anspruchsloser Pfahlwurzler. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 5: 34–37.
- Springer, T. L. 2005: Germination and early seedling growth of chaffy - seeded grasses at negative water potential. Crop Science.

45: 2075–2080.
- Sturm, D. 2017: Bioherbizide aus Zwischenfrüchten? LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 6: 28–32.
- Šišić, A., Šišić, J. B., Karlovsky, P., Wittwer, R., Walder, F., Campiglia, E., Radicetti, E., Friberg, H., Baresel, J. P., Finckh, M. R. 2018: Roots of symptom-free leguminous cover crop and living mulch species harbor diverse Fusarium communities that show highly variable aggressiveness on pea (Pisum sativum). Public Library of Science 4. 13(2)
- Theunissen, J., Booij, C. J. H., Lotz, L. A. P. 1995: Effects of intercropping white cabbage with clovers on pest infestation and yield. Entomolgia Experimentalis et Applicata. 74: 7–16.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., Polasky S. 2002: Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature. 418: 671–677.
- Tripathi, G. 2009: Diversity and potentials of Soil Fauna in Recycling of organic matter. 158–186 In.: Tarafdar, J. C.; Tripathi, K. P., Kumar, M. (Eds). 2009: Organic Agriculture
- Ubraska, P., Jobst, F., Demmel, M., Froschmeir, S. 2017: Erosionsschutz gut, Erträge schlecht. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 9/10: 50–57.
- Vandermeer, J., van Noordwijk, M., Anderson, J., Ong, C., Perfecto, I. 1998: Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. Agriculture, Ecosystems & Environment. 67: 1–22.
- Vos, J., van der Putten, P. E. L. 1997: Field observations on nitrogen catch crops I. Potential and actual growth and nitrogen accumulation in relation to swing date and crops species. Plant and Soil. 195: 299–309.
- Weston, L. A., Alsaadawi, I. S., Baerson, S. R. 2013: Sorghum allelopathydfrom ecosystem to molecule. Journal of Chemical Ecology. 39: 142–153.
- Wuest, S. B. 2002: Water transfer from soil to seed: The role of vapor transport. Soil Science Society of America Journal. 66: 1760–1763.
- Wyss, B. 2007: Streifenfrässaat Schweiz – Reihenfrässaat, SWC Technologie: Streifenfrässaat, Schweiz. 1–4.
- Zhang, Y., Wilson, J. E., Lavkulich, L. M. 2017: Integration of Agriculture and Wildlife Ecosystem Services: A Case Study of Westham Island, British Columbia, Canada. Agricultural Sciences. 8: 409–425.

ATLAS VYBRANÝCH DRUHŮ POMOCNÝCH PLODIN

(SEZNAM DRUHŮ)

Bér italský **110**
Čirok obecný **112**
Hořčice bílá **114**
Hořčice sareptská **116**
Hrách setý pravý (Hrách obecný) **118**
Hrách setý rolní (Peluška) **120**
Jetel luční **122**
Jetel nachový **124**
Jetel plazivý **126**
Jetel podzemní **128**
Jetel šípovitý **130**
Jílek mnohokvětý **132**
Jílek vytrvalý **134**
Katrán habešský **136**
Komonice bílá **138**
Lnička setá **140**
Lupina bílá **142**
Lupina úzkolistá **144**
Pohanka obecná **146**
Ředkev olejná **148**
Sléz přeslenitý **150**
Svazenka shloučená **152**
Svazenka vratičolistá **154**
Světlice barvířská (saflor) **156**
Vikev huňatá **158**
Vikev panonská **160**

BÉR ITALSKÝ

syn. Bér vlašský
Setaria italica (L.) P.B.
Čeleď: Lipnicovité

Botanický popis
Jednoletá statná trsnatá tráva. Stébla přímá, 1 – 1,5 m vysoká, až 10 mm silná, hladká. Pochvy listů lysé nebo řídce chlupaté. Listové čepele ploché, 6 – 20 mm široké, na bázi brvité. Jazýček nahrazen řadou chloupků.
Květenství vrcholový válcovitý lichoklas, průměr lichoklasů 20 – 30 mm. Klásky v paždí daleko vyčnívajících štětin. Podle květenství se dělí:

- subsp. *italica* (bér italský pravý, čumíza) – lichoklas až 0,3 m dlouhý, laločnatý, převislý
- subsp. *moharia* (bér italský mohárový, mohár) – lichoklas 70 – 120 mm dlouhý, nelaločnatý, přímý

Plod a semeno
Pluchaté obilky 2,3 – 2,8 mm dlouhé, podlouhle vejčité, běložluté, žluté až tmavohnědé. HTS 1,4 – 3,5 g.

Klíční rostlina
Koleoptile 4 – 5 mm dlouhá, otevřená, blanitá. Čepel 1. listu čárkovitokopinatá, 10 – 14 mm dlouhá, 3 – 4 mm široká, na vrcholu špičatá, mnohožilná, lysá. Pochva 1. listu 4,5 – 6 mm dlouhá, lysá nebo jen velmi řídce chlupatá, jazýček nezřetelný.
Druhý list delší, 15 – 28 mm dlouhý, 3,5 – 4,5 mm široký, na vrcholu ostře zašpičatělý, lysý. Pochva 9 – 15 mm dlouhá, jemně chlupatá, po okraji s delšími brvami, místo jazýčku věneček velmi krátkých chloupků (asi 0,3 mm dlouhých). Další listy postupně delší, ostře zašpičatělé, pochvy výrazněji polopřitiskle chlupaté, věneček chloupků postupně delší (0,5 až 1 mm). Listová vernace stočená.

Uplatnění jako pomocná plodina
Druh se v současné době využívá spíše pro monokulturní využití pro tvorbu vegetačních pokryvů půdy pro setí do živého mulče. Jeho využití ve směsích je možné, ale je potřebné jej kombinovat s druhy, které dobře vzcházejí i při nedostatku vody v půdě. Důvodem je vysoká náročnost druhu na teplotu. Nízké teploty omezují klíčivost semen a vzcházivost klíčních rostlin, ale také zásadním způsobem snižují dynamiku růstu. Druh je vhodný pro letní výsevy do suchých oblastí. Časné jarní, ale i podzimní, výsevy nejsou z důvodu pomalé dynamiky růstu rostlin vhodné.

Semena béru italského, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm, vlevo odrůda Rucereus, vpravo Ruberit *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina béru italského *(foto Hamouz)*.

Při rychlém nástupu rostlin do prodlužovacího růstu se porosty béru italského vyznačují vysokou produkcí nadzemní biomasy a konkurenceschopností vůči plevelům *(foto Brant)*.

ČIROK OBECNÝ

Sorghum bicolor (L.) Moench
Čeleď: Lipnicovité

Botanický popis
Statná jednoletá tráva, dorůstá výšky 1 – 4 m. Stébla přímá, plná. Listy ploché, tuhé, 20 – 50 mm široké, na rubu bíle kýlnaté, na kraji silně drsné. Květenstvím lata, hustá, stažená, vejcovitá až elipsoidní, se vzpřímenými mnohokvětými větvemi. Klásky vejcovité až kulovité, 4 – 6 mm, neopadavé, osinaté.

Plod a semeno
Pluchaté obilky oválné až okrouhlé, délka průměrně 6 mm, šířka 4,5 mm. Pluchy stejně dlouhé, bez osin, neobepínají zrno zcela – ve zralém stavu částečně vykukuje. Barva pluch světle hnědá, rezavá nebo tmavohnědá až černá, lesklá. HTS cca 21 – 26 g.

Klíční rostlina
Koleoptile 5 – 7 mm dlouhá, 2 mm široká, otevřená, tuhá, tmavě červená. Čepel 1. listu eliptická, 10 – 15 mm dlouhá, 5 – 7 mm široká, na vrcholu tupá nebo tupě špičatá, na líci světle zelená nebo při chladu nafialovělá, mnohožilná, lysá. Pochva 1. listu 6 – 9 mm dlouhá, otevřená, lysá, načervenalá. Jazýček velmi krátký (0,3 mm), roztřepený.
Čepel 2. listu čárkovitokopinatá, 20 – 30 mm dlouhá, 4,5 – 6 mm široká, na vrcholu špičatá, mnohožilná, světle zelená nebo při chladu po okrajích nafialovělá. Pochva 2. listu 10 – 14 mm dlouhá, otevřená, lysá, světle zelená. Další listy postupně delší, čepel i pochva lysé. Jazýček 4. listu 1,5 mm dlouhý, jemně roztřepený.

Uplatnění jako pomocná plodina
Druh má podobné uplatnění jako zástupci rodu bér. Vyznačuje se vyšším habitem rostlin. Limitujícím faktorem vývoje rostlin je opět teplota. V raných fázích růstu jsou rostliny tolerantnější k nižším teplotám. Při menším zastoupení ve směsi lze druh kombinovat i s méně vzrůstnými druhy. U směsných výsevů se však počítá s ukončením vegetace při nižší výšce rostlin čiroku.

Semena čiroku obecného, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina čiroku obecného *(foto Hamouz)*.

V kombinaci s méně vzrůstnými druhy je potřebné snížit zastoupení čiroku obecného ve směsi, aby nedošlo k potlačení dalších komponentů *(foto Brant)*.

HOŘČICE BÍLÁ

syn. Hořčice setá, Bělohořčice setá
Sinapis alba L., syn. Leucosinapis alba (L.) Spach
Čeleď: Brukvovité

Botanický popis
Jednoletá, neojíněná, štětinatě chlupatá bylina. Lodyhy přímé, jemně rýhované, s chlupy nazpět směřujícími, 0,3 – 1,2 m vysoké. Listy řapíkaté, lyrovitě peřenodílné až peřenosečné, postranní úkrojky široce eliptické, tupé, koncový úkrojek podstatně větší než postranní.
Květenství hrozen. Kališní lístky podlouhle kopinaté, vyduté. Korunní lístky světle žluté.

Plod a semeno
Plodem válcovité šešule, 2 – 8 (– 10) semenné, bíle štětinatě chlupaté, s plochým, často šavlovitě zahnutým zobánkem, v délce chlopní nebo delším; plodní stopky chlupaté, téměř rovnovážně rozestálé. Semena široce elipsoidní, 2 – 3 mm dlouhá, 1 – 1,5 mm široká, zpravidla žlutá, osemení jemně důlkované, za vlhka slizovatí. Chuť semen silně palčivá. HTS 4,5 – 7 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 30 – 40 mm dlouhý, 1,5 – 2 mm tlustý, tmavě fialový, odstále chlupatý. Čepele děložních listů obráceně ledvinité, 10 – 13 mm dlouhé, 15 – 20 mm široké, na vrcholu tupě nebo i ostřeji vykrojené, u báze stažené, na líci lysé, na rubu krátce odstále chlupaté, často nafialovělé. Řapíky děloh 10 – 18 mm dlouhé, slabě žlábkovité, odstále chlupaté, často nafialovělé. První dva pravé listy sblížené, další střídavé. Čepele prvních listů v obrysu eliptické, peřenodílné až peřenosečné, koncový lalok největší. Jednotlivé laloky po okraji nepravidelně zubaté. Čepel oboustranně štětinatě chlupatá. Žilnatina obloukoběžná až krajoběžná, dobře patrná. Řapík žlábkovitý, 15 – 20 mm dlouhý, štětinatě chlupatý.

Čepele dalších listů peřenosečné, koncový lalok mírně větší, okrouhlý, postranní laloky se k bázi postupně zmenšují. Čepele oboustranně odstále chlupaté. Žilnatina krajoběžná až síťnatá. Řapíky mělce žlábkovité. Epikotyl zpočátku nezřetelný, později až 10 mm dlouhý, štětinatě chlupatý. Rostlina brzy přechází do prodlužovacího růstu.

Uplatnění jako pomocná plodina
Hořčici bílou lze považovat za jednu z nejčastěji používaných meziplodin. Široké uplatnění má rovněž jako pomocná plodina. Druh je využíván v čistých kulturách, ale využitelná je i ve směsích. Dominantní využití má hořčice bílá pro tvorbu vymrzajících porostů pro jarní výsev širokořádkových plodin. Dobrá vzcházivost rostlin a levné osivo, včetně vysoké dynamiky růstu, jsou důvodem k uplatnění v pásových výsevech pomocných plodin (podzimní a jarní) pro širokořádkové plodiny.

Schopnost rychlého růstu a tvorba vzrůstných vysokých rostlin umožňuje její využití v druhově vícekomponentních směsích s jinými vzrůstnými druhy.
Omezenější využití má jako pomocná plodina souběžně vysévaná s hlavní plodinou. Důvodem je právě rychlá dynamika růstu.

Semena hořčice bílé, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina hořčice bílé *(foto Hamouz)*.

Hořčice bílá je využitelná pro zakládání jednodruhových porostů a pro směsi s větším počtem komponentů *(foto Brant)*.

HOŘČICE SAREPTSKÁ

syn. Brukev sítinovitá
Brassica juncea (L.) Czern.
Čeleď: Brukvovité

Botanický popis
Jednoletá bylina, 0,5 – 2,5 m vysoká, od báze dřevnatějící, v dolní části řídce chlupatá, v horní olysalá, s tenkým nebo i ztlustlým zdužnatělým kořenem. Lodyhy v horní polovině řídce větvené. Dolní a střední listy lyrovitě peřenoklané až peřenosečné s 1 – 3 páry úkrojků, koncový úkrojek vejčitý nebo obvejčitý s okraji nepravidelně vykrajovaně zubatými; horní listy podlouhle obvejčité až klínovitě kopinaté; čepele sytě zelené. Květenství hustý hrozen, na vrcholu s nahloučenými květy. Kališní lístky podlouhle eliptické, často šroubovitě stočené, vzpřímeně odstálé; korunní lístky bledě žluté.

Plod a semeno
Šešule ± 4hranné, 8 – 12 semenné, chlopně s nápadně vystouplými středními žilkami, mimo ně výrazně síťované, zobánek nesmáčklý, úzce kuželovitý; plodní stopky 6 – 10 mm dlouhé, šešule odstálé od vřetene plodenství v úhlu asi 30°. Semena kulovitá až elipsoidní, 1,2 – 2 mm v průměru, žlutá nebo tmavohnědá, chuť semen silně palčivá. HTS 1,2 – 4,2 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 15 – 20 mm dlouhý, 1,3 – 1,5 mm tlustý, nafialovělý, lysý. Čepele děložních listů obráceně ledvinité, 10 – 13 mm dlouhé, 12 – 15 mm široké, na vrcholu hluboce vykrojené, u báze tupě klínovité až uťaté, světle zelené, na rubu nafialovělé, lysé. Žilnatina obloukoběžná, patrná hlavně na spodu (nafialovělá). Řapíky děloh zpočátku kratší, později přibližně stejně dlouhé jako čepel, lysé, nafialovělé.

Pravé listy střídavé nebo zpočátku sblížené. Čepel prvního listu okrouhle eliptická až obvejčitá, po okraji nepravidelně zubatá, u báze někdy se samostatnými laloky na řapíku, světle zelená, oboustranně řídce štětinatě chlupatá. Řapík nafialovělý, řídce odstále chlupatý, dosahuje asi ½ délky čepele. Žilnatina obloukoběžná, na líci vmáčklá, na rubu vyniklá. Druhý list podobný, větší, obvejčitý. Podobná řepici, ale na rozdíl od ní má kratší řapíky na dělohách a lesklé pravé listy, zejména v mládí.

Uplatnění jako pomocná plodina
Hořčice sareptská je alternativou pro hořčici bílou. Její využití je spíše ve směsných porostech zaměřených na tvorbu biomasy pro systémy setí do zeleného mulče.

Semena hořčice sareptské, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina hořčice sareptské *(foto Hamouz)*.

Po vzejití rostliny hořčice sareptské dobře pokrývají půdu *(foto Brant)*.

HRÁCH SETÝ PRAVÝ (HRÁCH OBECNÝ)

Pisum sativum L. convar. sativum
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Jednoletá bylina. Lodyhy přímé, vystoupavé nebo popínavé, větvené, 0,3 – 1,5 m dlouhé, duté, lysé. Listy střídavé, sudozpeřené s 1 – 3 páry vejčitých až podlouhlých lístků, zakončené zpravidla větvenou úponkou. Palisty velké, objímavé, srdčité, zejména v dolní části zubaté až vroubkované. Květenství 1 – 3(– 4) květé hrozny, stopky květenství delší než palisty. Kalich zvonkovitý, koruna bílá.

Plod a semeno
Lusky mnohosemenné, podlouhlé, rovné nebo slabě zahnuté, na vrcholu zúžené v zobánek.
Semena kulovitá až zaobleně mnohohranná, hladká, 4 – 10 mm v průměru, jednobarevná, světle žlutá až oranžová, světle zelená až tmavozelená. HTS 120 – 360 g.

Klíční rostlina
Vzcházení hypogeické. Lodyha nepravidelně čtyřhranná, 2 – 2,5 mm tlustá. Pravé listy sudozpeřené, jednojařmé. Lístky prvního listu okrouhle obvejčité až obsrdčité, 16 – 24 mm dlouhé, 12 – 18 mm široké, na vrcholu mělce vykrojené. Řapík 6 – 9 mm dlouhý, slabě žlábkovitý, řapíčky max. 1 mm. Palisty nesouměrně eliptické, 10 – 15 mm dlouhé, na vrcholu s drobným hrotem, u báze mělce vykrajované. Úponka 3 – 5 mm dlouhá.
Lístky druhého listu okrouhle eliptické až téměř okrouhlé, na vrcholu někdy drobně vykrojené s drobným hrotem (skloněným dolů), u báze tupě klínovité. Řapík 10 – 15 mm dlouhý, řapíčky do 1 mm. Úponka druhého listu až 25 mm dlouhá. Palisty 20 – 25 mm dlouhé, eliptické, u báze zubaté. Další listy postupně větší, palisty u báze bíle skrvnité. Rostliny mají šedé ojínění.

Uplatnění jako pomocná plodina
Dominantní uplatnění mají jarní vymrzající formy hrachu setého jako přísevová plodina do porostů ozimé řepky (listové i úponkové typy). Preferovány jsou cílené výsevy do meziřádků. Využívány jsou i směsi hrachu setého s bobem obecným. Jarní spolehlivě vymrzající formy se ve srovnání s formami ozimými vyznačují vyšší růstovou dynamikou.
Ozimé formy jsou využívány jako pomocné plodiny do porostů pšenice ozimé, opět se jedná o cílený výsev do meziřádku. Schopnost přezimování ozimých forem je však specifická a při mrazivých zimách mohou rostliny vymrznout. Široké uplatnění mají čisté výsevy a směsi hrachu setého s jinými plodinami pro tvorbu vegetačního krytu pro systémy setí do živého, či čerstvého mulče. Jarní i ozimé formy lze využít pro pásové systémy zakládání pomocných plodin (jarní a podzimní výsevy) pro širokořádkové plodiny.

Semena hrachu setého pravého, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina hrachu setého pravého *(foto Hamouz)*.

Směs hrachu setého /jarní forma/ a bobu obecného jako pomocná plodina v meziřádku ozimé řepky *(foto Brant)*.

HRÁCH SETÝ ROLNÍ (PELUŠKA)

Pisum sativum L. convar. speciosum (P. sativum subsp. arvense)
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Jednoletá bylina. Lodyhy převážně popínavé, větvené, 0,3 – 1,5 m dlouhé, duté, lysé. Listy střídavé, sudozpeřené s 1 – 3 páry vejčitých až podlouhlých lístků, zakončené zpravidla větvenou úponkou. Palisty velké, objímavé, srdčité, zejména v dolní části zubaté až vroubkované, v úžlabí palistů často červené skvrny. Květenství 1 – 3(– 4) květé hrozny, stopky květenství delší než palisty. Kalich zvonkovitý; koruna dvoubarevná, fialovo-bílá, červenofialová, růžová.

Plod a semeno
Lusky mnohosemenné, podlouhlé, rovné nebo slabě zahnuté, na vrcholu zúžené v zobánek.
Semena kulovitá až zaobleně mnohohranná, hladká, 4 – 9 mm v průměru, semena světle hnědá až hnědá, šedozelená až tmavozelená, fialová, jednobarevná nebo s kresbou ve tvaru teček, skvrn, mramorování v barvě fialové nebo světle hnědé, nezralá semena natrpklá. HTS 108 – 215 g.

Klíční rostlina
Vzcházení hypogeické. Lodyha 2 mm tlustá, nepravidelně čtyřhranná. Pravé listy sudozpeřené, jednojařmé. Lístky prvního listu obvejčité, 18 – 25 mm dlouhé, 9 – 14 mm široké, na vrcholu výrazněji vykrojené, k bázi ± klínovité. Řapík 8 – 12 mm dlouhý. Palisty 13 – 17 mm dlouhé, u báze zubaté. Úponka 5 – 7 mm dlouhá.
Lístky druhého listu okrouhle eliptické, 22 – 28 mm dlouhé, 15 – 20 mm široké. Řapík 12 – 20 mm dlouhý, úponka 8 – 15 mm dlouhá. Palisty eliptické, 20 – 25 mm dlouhé, 10 – 12 mm široké. Další listy postupně větší, okrouhle eliptické. U báze palistů se vytváří fialová skvrna. Od 3. – 4. listu nepravidelné bílé skvrny na palistech i na listech, úponka se výrazněji prodlužuje až od 5. listu. Lodyha později červenohnědě kropenatá, šedě ojíněná.

Uplatnění jako pomocná plodina
Využití mají jarní vymrzající formy hrachu setého rolního jako pomocná plodina do porostů ozimé řepky. Preferovány jsou cílené výsevy do meziřádků. Jarní spolehlivě vymrzající formy se ve srovnání s formami ozimými opět vyznačují vyšší růstovou dynamikou.

Ozimé formy jsou využívány jako pomocné plodiny do porostů pšenice ozimé, opět se jedná o cílený výsev do meziřádku. Ozimé formy velmi dobře přezimují. Výrazné uplatnění mají směsi hrachu rolního s jinými plodinami pro tvorbu vegetačního krytu pro systémy setí do živého, či čerstvého mulče. Jarní i ozimé formy lze využít pro pásové systémy zakládání pomocných plodin (jarní a podzimní výsevy) pro širokořádkové plodiny.

Semena hrachu setého rolního, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina hrachu setého rolního *(foto Hamouz)*.

Porost pšenice ozimé s roztečí řádků 0,25 m s pomocnou plodinou hrachem rolním, ozimá forma, v meziřádku *(vlevo, foto Slabý)* **a hrách rolní, jarní forma, jako pomocná plodina v ozimé řepce** *(vpravo, foto Brant)*.

JETEL LUČNÍ

Trifolium pratense L.
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Vytrvalá bylina s dlouhým kůlovým rozvětveným kořenem. Lodyhy většinou četné, přímé, vystoupavé až poléhavé, 0,15 – 1 m vysoké. Dolní listy dlouze řapíkaté, prostřední a horní s krátkými řapíky až téměř přisedlé; lístky podlouhle kopinaté, obvejčité až téměř okrouhlé, ± celokrajné, obvykle na líci lysé, často s příčnou půlměsíčitou skvrnou. Palisty horních listů trojúhelníkovité, náhle zúžené v šídlovitou, obvykle brvitou špici. Hlávky kulovité, mnohokvěté, 20 – 40 mm v průměru, jednotlivé nebo po 2, na lodyhách a větvích zdánlivě koncové, většinou přisedlé, podepřené palisty nejhořejších listů. Květy obvykle přisedlé, bez listenů, koruny karmínové nebo červené, vzácně bílé.

Plod a semeno
Lusky vejcovité, v zobánek zúžené, otvírající se víčkem, jednosemenné. Semena nesouměrně srdcovitá, poněkud zploštělá, 1,5 – 2 mm dlouhá, 1,2 – 1,5 mm široká, hladká, slabě lesklá, žlutá až pískově hnědá. HTS 1,6 – 2,0 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 10 – 15 mm dlouhý, 0,75 – 1 mm tlustý, v horní části načervenalý, lysý. Čepele děložních listů 6 – 8 mm dlouhé, 4 – 5 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené, masité, lysé. Řapíky děloh 4 – 6 mm dlouhé, žlábkovité, u báze asymetricky srostlé v nálevkovitou pochvu. První pravý list okrouhle ledvinitý, 7 – 9 mm dlouhý, 8 – 11 mm široký, na vrcholu nevýrazně uťatý až mělce vykrojený, u báze mělce srdčitý. Čepel světleji zelená, na líci bez skvrny nebo jen s menšími skvrnami, oboustranně odstále chlupatá. Žilnatina krajoběžná. Řapík zpočátku kratší, později až 30 mm dlouhý, řídce odstále chlupatý.
Druhý list trojčetný, jednotlivé lístky 8 – 10 mm dlouhé, 8 – 11 mm široké, vrcholový lístek okrouhle trojúhelníkovitý, postranní téměř okrouhlé, oboustranně odstále chlupaté. Řapík až 40 mm dlouhý, odstále chlupatý. Řapíčky asi 0,5 mm dlouhé. Palisty ostře špičaté, s řapíkem vysoko srostlé.

Uplatnění jako pomocná plodina
Zásadní využití má jako pomocná plodina do porostů kukuřice a dalších plodin vysévaných do řádků širších než 0,5 m. Použitelný je jak pro výsevy na začátku vývoje porostů (od výšky rostlin 0,3 m), tak na začátku prodlužovací fáze. Lze jej zařadit do skupiny více vzrůstných jetelů. Z důvodu vyšší dynamiky růstu je kombinován do směsí s jetelem plazivým. Dobrá konkurence jetele lučního umožňuje efektivní kombinaci ve směsi s travami (např. jílky). Jako pomocná plodina je využitelný i jako podsev do jarních obilnin, případně pro jarní přísev do ozimých obilnin.

Semena jetele lučního, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina jetele lučního *(foto Hamouz)*.

Porost jetele lučního dovede efektivně zakrýt meziřádek hlavní plodiny *(foto Brant)*.

JETEL NACHOVÝ

syn. Jetel inkarnát
Trifolium incarnatum L.
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Jednoletá, zřídka ozimá nebo dvouletá bylina s kořeny asi 30 cm dlouhými. Lodyhy přímé nebo krátce vystoupavé, 0,2 – 0,5 m vysoké, jednoduché až bohatě větvené, dlouze měkce odstále chlupaté. Dolní listy dlouze, horní krátce řapíkaté, po obou stranách hustě chlupaté; lístky okrouhlé až široce vejčité, na bázi klínovité, na vrcholu mělce vykrajovaně zubaté, zaokrouhlené či vykrojené. Palisty vejčité, tupé, blanité. Hlávky vejcovité až válcovité, jednotlivé, na lodyhách a větvích stopkaté; stopky hustě, ± přitiskle chlupaté. Květy přisedlé, bez listenů; kalichy hustě bělavě nebo rezavě chlupaté; koruny živě červené až růžové.

Plod a semeno
Lusky elipsoidní, v zobánek zúžené, nepukavé, jednosemenné. Semena elipsoidní až vejcovitá, 2,2 – 2,8 mm dlouhá, 1,3 – 1,5 mm široká, hladká, dosti lesklá, pískově nebo rezavě hnědá. HTS 3 – 5 g.

Klíční rostlina

Hypokotyl 12 – 20 mm dlouhý, 1 mm tlustý, pod dělohami někdy nafialovělý. Čepele děložních listů eliptické, 9 – 12 mm dlouhé, 6 – 7 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené, masité, světle zelené, lysé, žilnatina nezřetelná. Řapíky děloh 6 – 9 mm dlouhé, slabě žlábkovité, u báze asymetricky srostlé v 2 – 4 mm dlouhou nálevkovitou pochvu, lysé.

První pravý list okrouhle ledvinitý, 10 – 14 mm dlouhý, 12 – 18 mm široký, na vrcholu mělce vykrojený, u báze mělce až srdčitě vykrojený. Čepel světle zelená, někdy s tmavými skvrnami na střední žilce, oboustranně odstále chlupatá. Žilnatina krajoběžná. Řapík 12 – 16 mm dlouhý, 0,75 mm široký, odstále chlupatý, u báze s palisty, které jsou s řapíkem srostlé, na vrcholu ostře špičaté. Druhý list trojčetný, jednotlivé lístky okrouhle trojúhelníkovité, 12 – 17 mm dlouhé, 12 – 17 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené nebo nevýrazně uťaté (zřídka mělce vykrojené), u báze klínovité, světle zelené, často s tmavými skvrnkami na střední žilce, oboustranně odstále chlupaté. Řapík zpočátku kratší, později až 50 mm dlouhý, odstále chlupatý, červeně žíhaný, palisty bílé se zelenými žilkami a špičkou.
Další listy podobné, větší, lístky až 25 mm dlouhé a stejně široké, hustě odstále chlupaté, světle zelené, bez světlé skvrny uprostřed, na střední žilce často tmavé skvrnky. Řapíky rovněž hustě odstále chlupaté.

Uplatnění jako pomocná plodina

Využití nalézá jako podsevová pomocná plodina do kukuřice seté a slunečnice roční. Lze jej využít i pro podzimní pásové výsevy pomocných plodin pro širokořádkové plodiny, kde lze využít jeho schopnost přezimovat. Před výsevem, nebo po výsevu, hlavní plodiny je vhodnější provést jeho umrtvení z důvodu rychlé dynamiky růstu od fáze tvorby lodyh. Kombinovat jej lze při podzimních výsevech se vzrůstnými druhy pomocných plodin, které ukončují růst při nástupu nízkých teplot (např. mastňák habešský, pohanka obecná apod.). Po jejich odumření jetel nachový přebírá funkci druhu pokrývajícího půdu do jarního období. Široké uplatnění nachází ve směsích pro ozelenění půdy v rámci systémů živého mulče.

Semena jetele nachového, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina jetele nachového *(foto Hamouz)*.

Na počátku vegetace se rostliny jetele nachového vyznačují pomalou dynamikou růstu *(vlevo, foto Brant)*, **ve fázi kvetení však již představují konkurenčně silné rostliny** *(vpravo, foto Brant)*.

JETEL PLAZIVÝ

Trifolium repens L.
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Vytrvalá lysá nebo téměř lysá bylina s kůlovým kořenem a větveným oddenkem. Lodyhy poléhavé až plazivé, na uzlinách kořenující, jen na konci vystoupavé, 0,1 – 0,3 m vysoké. Listy velmi dlouze řapíkaté (až 0,2 m), zdánlivě jen přízemní; lístky obvejčité až široce eliptické, na vrcholu obsrdčité nebo tupě špičaté, na bázi široce klínovité, téměř k bázi ostře pilovité, často s příčnou bělavou skvrnou, všechny na rubu poněkud lesklé. Palisty dlouhé, šídlovitě špičaté, pochvovitě objímavé, blanité. Hlávky kulovité, jednotlivé, obvykle 40 – 80 květé, asi 2 cm v průměru, na stopkách až 0,2 m dlouhých. Květy na 4 – 5 mm dlouhých stopkách; koruny bílé nebo světle krémové, vzácně růžové, po odkvětu hnědé.

Plod a semeno
Lusky podlouhlé, zúžené v dlouhý zobánek, dvou až čtyřsemenné, nepukavé. Semena drobná, nesouměrně srdcovitá až kulovitá, 1 – 1,2 (– 1,5) mm dlouhá, 0,8 – 1 (– 1,2) mm široká, hladká, matná až slabě lesklá, žlutá až hnědá. HTS 0,5 – 0,8 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 8 – 12 mm dlouhý, 0,75 mm široký, lysý, v horní části načervenalý. Čepele děložních listů eliptické, 4 – 5 mm dlouhé, 2 – 3 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené, masité, lysé, tmavěji zelené. Řapíky děloh 3 – 4 mm dlouhé, u báze srostlé v nálevkovitou pochvu (asi 1 mm dlouhou). Čepel prvního pravého listu okrouhlá až okrouhle ledvinitá, 5 – 7 mm dlouhá, 6 – 8 mm široká, na vrcholu zaokrouhlená, u báze uťatá až mělce srdčitá, po okraji někdy mělce vykrajovaná, světleji zelená, u báze často s trojúhelníkovitou až podkovovitou světlou skvrnou (někdy skvrna chybí), čepel lysá. Žilnatina krajoběžná. Řapík zpočátku kratší, později až 25 mm dlouhý, lysý.

Druhý list trojčetný, jednotlivé lístky téměř okrouhlé, 6 – 8 mm dlouhé, 6 – 9 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené nebo nevýrazně uťaté, u báze klínovité, světle zelené, u báze často s trojúhelníkovitou až podkovovitou světlou skvrnou. Řapík až 30 mm dlouhý, lysý, u báze s palisty, které jsou s řapíkem srostlé, na vrcholu šídlovitě zašpičatělé. Řapíčky 0,5 – 1 mm dlouhé. Další listy podobné, postupně větší s delšími řapíky.

Uplatnění jako pomocná plodina
Důležitá podsevová pomocná plodina do kukuřice seté, slunečnice roční a do čiroku obecného pěstovaného v řádcích s roztečí 0,75 m. Má obdobné využití jako jetel luční. Vyznačuje se však vyšší tolerancí k zastínění. Obdobně jako u většiny jetelovin, mohou dozrálá semena při pone-

chání podsevů v hlavní plodině, přežívat delší dobu v půdní zásobě. V důsledku častého výskytu tvrdoslupečných semen lze počítat s etapovitým vzcházením rostlin. Ve směsích s trávami, především s jílky může vykazovat menší konkurenceschopnost. Podsevy jetele plazivého lze využít i do systémů s mulčováním meziřádku kukuřice seté. Opomenout nelze ani jeho využití jako pomocné plodiny do meziřádků zelenin pěstovaných v širších řádcích.

Semena jetele plazivého, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina jetele plazivého *(foto Hamouz)*.

Rostliny jetele plazivého dovedou dobře pokrýt plochu meziřádku kukuřice seté. Na snímku je porost daného druhu po sklizni silážní kukuřice *(foto Brant)*.

JETEL PODZEMNÍ

Trifolium subterraneum L.
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Jednoletá, měkce odstále chlupatá bylina. Lodyhy poléhavé, 0,2 – 0,3(– 0,4) m dlouhé. Listy obvykle řapíkaté, střídavé, trojčetné; lístky široce obsrdčité. Palisty vejčité, zašpičatělé. Květenství hlávka. Fertilních květů 2 – 5(– 7) po obvodu květenství, koruny bělavé; sterilních květů mnoho, při středu hlávky, po odkvětu se sklánějí přes květy fertilní. Po odkvětu se květní hlávky zavrtávají do země, kde dozrávají. Dozrání semen v půdě představuje formu adaptace druhu na suché podmínky prostředí.

Plod a semeno
Lusky vejčité, jednosemenné, při dozrávání přitisklé k zemi nebo pod zem vtlačené. Semena elipsoidní až nesouměrně srdcovitá, 2,3 – 3,2 mm dlouhá, 1,8 – 2,5 mm široká, hladká, slabě lesklá, hnědočerná až černá. HTS 8 – 11 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 15 – 25 mm dlouhý, 1,5 mm tlustý, v horní části nafialovělý, lysý. Čepele děložních listů eliptické, 10 – 13 mm dlouhé, 5 – 7 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené až mělce vykrojené, masité, tmavě zelené, často se světlou skvrnou uprostřed. Řapíky děloh 12 – 15 mm dlouhé, u báze asymetricky srostlé v 2 – 4 mm dlouhou nálevkovitou pochvu.
První pravý list okrouhle ledvinitý, 8 – 10 mm dlouhý, 10 – 12 mm široký, na vrcholu zaokrouhlený, u báze uťatý, oboustranně krátce odstále chlupatý, zelený, se světlou podkovovitou skvrnou, žilnatina krajoběžná, střední žilka vmáčklá. Řapík 1. listu okrouhlý, 20 – 35 mm dlouhý, odstále chlupatý, u báze s palisty, které jsou s řapíkem srostlé, na vrcholu zašpičatělé.
Druhý list trojčetný, jednotlivé lístky okrouhle trojúhelníkovité, 10 – 12 mm dlouhé, 10 – 14 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené až uťaté, u báze klínovité, světle zelené, obvykle s trojúhelníkovitou až podkovovitou světlou skvrnou. Řapík až 50 mm dlouhý, odstále chlupatý, u báze s palisty, které jsou s řapíkem srostlé, na vrcholu šídlovitě zašpičatělé. Řapíčky 0,5 – 1 mm.

Uplatnění jako pomocná plodina
Primární uplatnění jako podsevová pomocná plodina do širokořádkových kultur, především do kukuřice seté. Rostliny dobře vzchází i za sucha. Zásadní význam jako pomocná plodina má však ve vytrvalých kulturách pro ozelenění meziřadí – vinice, sady a chmelnice. Zde se využívá jeho samovolného vysemenění na stanovišti, čímž dochází k jeho dlouhodobému setrvání na stanovišti bez potřeby každoročního založení porostu. Z důvodu hustého pokryvu půdy a nízké výšky rostlin je využíván jako pomocná podsevová plodina v zelinářství. Porosty dobře snáší mulčování během vegetace.

Semena jetele podzemního, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina jetele podzemního *(foto Hamouz)*.

Porosty jetele podzemního i při řádkovém výsevu dobře zapojují řádky /vlevo/ a vytvářejí velmi husté /vpravo/ a nízké porosty *(foto Brant)*.

JETEL ŠÍPOVITÝ

Trifolium vesiculosum Savi
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Jednoletá bylina s dlouhým, málo větveným, kůlovým kořenem. Lodyhy vzpřímené až poléhavé, duté. Listy poměrně velké, střídavé, trojčetné; lístky eliptické až kopinaté. Rostlina svým habitem připomíná vojtěšku. Květní hlávky dlouze stopkaté, kulovitě vejčité. Květy bílé až růžovobílé.

Plod a semeno
V lusku se nacházejí semena nesouměrně srdcovitá, 1,2 – 2 mm dlouhá, 1– 1,2 mm široká, téměř hladká, slabě lesklá, rezavě hnědá až hnědočerná. HTS 1 – 1,6 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 7 – 15 mm dlouhý, 1 mm tlustý, mírně konický, pod dělohami červenohnědý, lysý. Čepele děložních listů eliptické 4,5 – 7 mm dlouhé, 3 – 4 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené, u báze s drobným výkrojkem, tmavě zelené, slabě masité. Řapíky přibližně stejné dlouhé jako čepele, slabě žlábkovité, lysé, u báze rozšířené a asymetricky srostlé v 1,5 – 3 mm dlouhou nálevkovitou pochvu.
Pravé listy střídavé, čepel 1. listu ledvinitá až ledvinitě srdčitá, 7 – 9 mm dlouhá, 8 – 9 – 11 mm široká, na vrcholu zaokrouhlená nebo v tupém úhlu špičatá, u báze srdčitá nebo v tupém úhlu vykrojená, po okraji v dolní polovině vykrajovaně zubatá, oboustranně lysá. Žilnatina krajoběžná, na rubu dobře patrná, na líci jen při okrajích. Řapík slabě žlábkovitý, lysý, 15 – 25 mm dlouhý, 0,5 – 0,7 mm široký, u báze s palisty, které jsou s řapíkem srostlé, na vrcholu šídlovitě zašpičatělé a nepravidelně zakřivené.
Druhý list trojčetný. Jednotlivé lístky okrouhle trojúhelníkovité až téměř srdčité, 8 – 12 mm dlouhé, 8 – 15 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené, nebo uťaté až mělce vykrojené, u báze tupě klínovité, po okraji mělce pilovité s drobnými hroty na vrcholu zubů. Čepele zelené často s bílými skvrnami nebo i s fialovými skvrnkami na střední žilce. Žilnatina krajoběžná, směřující do jednotlivých zubů. Řapík lysý, 25 – 45 mm dlouhý, u báze rozšířený v blanitou pochvu s cípy šídlovitými, na vrcholu zakřivenými.

Uplatnění jako pomocná plodina
V České republice se jedná o méně známý druh jetele. Široké uplatnění nalézá jako podsevová pomocná plodina do širokořádkových plodin, především do kukuřice seté. Použitelný je i pro cílené přísevy do ozimé řepky, kde se většinou uplatňuje ve vícekomponentních směsích. Využíván je rovněž jako komponent směsí pro tvorbu vegetačního krytu půdy v systémech setí do živého či čerstvě umrtveného mulče.

Semena jetele šípovitého, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina jetele šípovitého *(foto Hamouz)*.

Porost jetele šípovitého *(vlevo, foto PRO SEEDS s.r.o.)* **a rostliny jetele šípovitého ve vícekomponentní směsi použité jako přísev do meziřádků ozimé řepky vyseté systémem dvojřádků** *(vpravo, foto Brant)*.

JÍLEK MNOHOKVĚTÝ

Lolium multiflorum Lamk.
Čeleď: Lipnicovité

Botanický popis
Jednoletá až vytrvalá, hustě trsnatá, světle zelená tráva. Stébla přímá nebo dole kolénkatě vystoupavá, 0,3 – 1 m vysoká, nahoře drsná. Listové pochvy drsné, horní slabě nafouklé, jazýček 0,5 – 4 mm, ouškatý; čepele v mládí svinuté, později ploché, až 10 mm široké, měkké, lysé, na líci drsné, na rubu lesklé. Květenstvím štíhlý, zploštělý lichoklas, 2řadý; klásky 8 – 30 x 2 – 10 mm, přisedlé ve výkrojcích nečlánkovaného vřetene, zploštělé, úzkou hranou k vřetenu lichoklasu přitisklé.

Plod a semeno
Pluchaté obilky, podlouhlé, na bázi širší než na vrcholu, na hřbetu vypouklé, na břišní straně vyduté, 4,2 – 8,4 mm dlouhé, 0,8 – 1,8 mm široké. Pluchy slámově žluté s hnědým nebo zeleným nádechem, alespoň nejvyšší často osinaté. Stopečka sahá do 1/3 – 1/4 obilky, příčný průřez stopečkou většinou kosočtverečný. HTS 1,6 – 2,7 g.

Klíční rostlina
Koleoptile 8 – 12 mm dlouhá, 1 mm tlustá, v horní části často načervenalá. Čepel 1. listu úzce čárkovitá, 50 – 70 mm dlouhá, 1,5 – 2,5 mm široká, na vrcholu nevýrazně špičatá, pětižilná nebo někdy sedmižilná, lysá, na rubu lesklá. Pochva prvního listu 15 – 25 mm dlouhá, narůžovělá až nafialovělá. Jazýček prvního listu krátký (0,3 – 0,5 mm), slabě roztřepený, ouška chybí.
Druhý list 60 – 90 mm dlouhý, obvykle sedmižilný, lysý, na spodu lesklý a slabě kýlnatý. Jazýček asi 0,5 – 0,7 mm dlouhý, ouška obvykle ještě chybí. Další listy větší, víceżilné. Jazýček asi 1 mm dlouhý, ouška obvykle dobře vyvinutá. Listová vernace stočená.

Uplatnění jako pomocná plodina
Jílek mnohokvětý se využívá do směsí s jetelovinami, ale i s ostatními druhy pro tvorbu vegetačních pokryvu půdy při setí do živého mulče. Rostliny jsou však obtížně mechanicky umrtvovány řeznými válci a regenerují. Umrtvení porostů je nutné řešit herbicidně. Využitelný je jako podsev do kukuřice seté. Jako pomocná plodina je využitelný i jako jarní podsev do ozimé pšenice za účelem omezení plevelů.

Semena jílku mnohokvětého, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina jílku mnohokvětého *(foto Hamouz)*.

Porost jílku mnohokvětého založeného jako jarní přísev do porostů ozimé pšenice po její sklizni *(vlevo, foto Brant)*. **Dlouhodobě nachází jílek mnohokvětý své uplatnění v Landsberské směsce** *(vpravo, foto Brant)*.

JÍLEK VYTRVALÝ

Lolium perenne L.
Čeleď: Lipnicovité

Botanický popis
Vytrvalá, zřídka jednoletá, tmavozelená, hustě trsnatá tráva (trsy složeny z menších trsíků, spojených oddenkovými články). Stébla přímá nebo na bázi krátce vystoupavá, 0,1 – 0,7 m vysoká, i nahoře hladká. Listové pochvy hladké, lysé, jazýček 1 – 2,5 mm, někdy ouškatý; čepele 2 – 4(–6) mm široké, ploché, tmavozelené, v mládí složené, lysé, na líci drsné, na rubu lesklé. Květenstvím štíhlý, řídký, zploštělý lichoklas, 2řadý; klásky 5 – 23 x 1 – 7 mm, přisedlé ve výkrojcích nečlánkovaného vřetene, zploštělé, úzkou hranou k vřetenu lichoklasu přitisklé.

Plod a semeno
Pluchaté obilky, podlouhlé, na bázi širší než na vrcholu, na hřbetu vypouklé, na břišní straně vyduté, 4 – 7,3 mm dlouhé, 0,8 – 1,4 mm široké. Pluchy slámově žluté, někdy se zeleným či hnědým nádechem, vždy bezosinné. Stopečka sahá do 1/3 – 1/2 obilky, její průřez je úzce oválný. HTS 1,6 – 2,4 g.

Klíční rostlina
Koleoptile 7 – 10 mm dlouhá, v horní části často načervenalá. Koleoptile 8 – 12 mm dlouhá, bělavá, průsvitná. Čepel 1. listu úzce čárkovitá, 40 – 60 mm dlouhá, 1,2 – 1,8 mm široká, na vrcholu nevýrazně špičatá, trojžilná až pětižilná, žlábkovitá, lysá, na rubu lesklá. Pochva prvního listu 15 – 20 mm dlouhá, bělavá nebo u báze narůžovělá až nafialovělá. Jazýček prvního listu krátký (0,3 – 0,5 mm), slabě roztřepený, ouška chybí.
Druhý list 50 – 80 mm dlouhý, obvykle pětižilný nebo někdy sedmižilný, lysý, na spodu lesklý a slabě kýlnatý. Pochva druhého listu 20 – 25 mm dlouhá, slabě smáčklá, jazýček asi 0,5 mm dlouhý, mírně roztřepený, ouška obvykle chybí. Další listy větší, víceżilné, čepele na líci výrazněji rýhované, na rubu kýlnaté a lesklé. Jazýček asi 1 mm dlouhý, ouška drobná nebo často chybí. Listová vernace složená.

Uplatnění jako pomocná plodina
Využití v rozdílných směskách v kombinaci s jetelovinami a luskovinami. Využití jako vegetačního krytu pro setí do nezpracované půdy je spojeno s herbicidním umrtvením porostu. Zásadní význam má jako podsevová pomocná plodina do kukuřice seté. Využívány jsou jak čisté výsevy, tak směsi s jetelovinami.

Semena jílku vytrvalého, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina jílku vytrvalého *(foto Hamouz)*.

Časnější výsevy jílku vytrvalého do kukuřice seté jsou spojeny s rizikem konkurence rostlin podsevů vůči hlavní plodině *(foto Brant)*.

KATRÁN HABEŠSKÝ

syn. Katrán etiopský, Krambe habešská
Crambe abyssinica R.E.Fries
Čeleď: Brukvovité

Botanický popis
Jednoletá, 0,3 – 0,8(– 1,3) m vysoká bylina. Lodyha jednoduchá nebo častěji v dolní třetině až polovině větvená, dole hustě pokrytá odstálými štětinatými chlupy, nahoře lysá. Dolní listy dlouze řapíkaté, buď celistvé, vejčité až vejčitě okrouhlé, nepravidelně a poměrně mělce zubaté až skoro celokrajné, nebo lyrovitě peřenosečné s jedním párem malých, vejčitých až vejčitě okrouhlých postranních úkrojků a s mnohem větším, vejčitým až vejčitě okrouhlým koncovým úkrojkem. Střední a horní listy menší a většinou celistvé. Listy lysé nebo dolní roztroušeně štětinatě chlupaté. Květenství hrozen. Květy bílé.

Plod a semeno
Plod dvoudílný: dolní díl malý, válcovitý, sterilní; horní díl kulovitý, hladký, (2 –)2,5 – 3,5(–4) mm v průměru, plodný, s 1 semenem, nepukavý, opadavý. Plodní stopky ±5 – 8 mm dlouhé. Semena kulovitá, 1,8 – 2,6(– 3) mm v průměru, bělošedá. HTS 6,5 – 7 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 20 – 30 mm dlouhý, 1,2 – 1,5 mm tlustý, lysý, jemně rýhovaný, zelený nebo narůžovělý. Čepele děložních listů obráceně ledvinité, 12 – 16 mm dlouhé, 18 – 20 mm široké, na vrcholu tupě nebo i ostřeji vykrojené, u báze stažené, lysé. Žilnatina obloukoběžná, na líci málo zřetelná, na rubu více. Řapíky děloh mělce žlábkovité, lysé, na líci narůžovělé, stejně dlouhé jako čepel nebo o málo delší.
První dva pravé listy sblížené, další střídavé. Čepel 1. listu okrouhle eliptická, 20 – 30 mm dlouhá, 15 – 20 mm široká, na vrcholu zaokrouhlená, u báze tupě klínovitá, po okraji nepravidelně mělce vykrajovaná, obvykle oboustranně odstále drsně chlupatá, někdy však zcela lysá. Žilnatina obloukoběžná až spojnoběžná, na líci výrazně vmáčklá. Řapík narůžovělý, obvykle odstále chlupatý. Druhý list delší, eliptický (nebo okrouhle eliptický), po okraji nepravidelně pilovitý až vykrajovaný, u báze někdy se samostatnými úkrojky, odstále chlupatý, někdy však lysý.

Uplatnění jako pomocná plodina
Dosavadní využití má jako komponent do směsí pro ozelenění půdy v systémech živého mulče. Výraznější olistění spodní části dospělé rostliny zajišťuje dobrou konkurenci v porostech. Velmi dobrý pokryv půdy po vzejití porostu činí katrán habešský použitelný i pro pásové výsevy pomocných plodin pro širokořádkové plodiny. V současné době je katrán habešský spíše okrajově využívaným druhem.

Semena katránu habešského, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina katránu habešského *(foto Hamouz)*.

Rostliny katránu habešského se vyznačují střední až vyšší dynamikou růstu *(foto Brant a Tyšer)*.

KOMONICE BÍLÁ

Melilotus alba Med.
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Statná dvouletá (v kultuře i jednoletá), kumarinem vonící bylina. Hlavní kořen silný, větvený, pronikající hluboko do půdy. Lodyha 0,3 – 2 m vysoká, vzpřímená nebo vystoupavá, větvená, rýhovaná, někdy naspodu červenavá. Listy trojčetné, řapíkaté; lístky na okraji pilovité nebo vzácněji celokrajné, prostřední lístek řapíčkatý, postranní téměř přisedlé. Palisty šídlovité, celokrajné, u dolních listů velmi vzácně s 1 – 2 zuby na bázi. Květenství úžlabní hrozny, nejčastěji 40 – 80 květé. Květy stopkaté, drobné; kalich zvonkovitý, květní koruna bílá.

Plod a semeno
Lusky 1 – 2(– 3) semenné, obvejcovité, široce elipsoidní až téměř kulovité, tupé až tupě špičaté, 2,5 – 4 mm dlouhé, lysé, šedohnědé až černavé, žilnatina slabě výrazná, rovnoměrně síťnatá. Semena elipsoidní až nesouměrně srdcovitá, (1,5 –)1,8 – 2,5 mm dlouhá, 1,2 – 1,7 mm široká, zelenožlutá až žlutohnědá, hladká nebo roztroušeně bradavčitá. HTS 1,8 – 2,3 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 10 – 15 mm dlouhý, 0,8 – 1 mm tlustý, nad zemí červenohnědý, lysý. Čepele děložních listů eliptické, 6 – 9 mm dlouhé, 3 – 5 mm široké, na vrcholu i u báze zaokrouhlené, masité, lysé, tmavě zelené. Řapíky děloh 2 – 3 mm dlouhé, lysé, červenohnědé, slabě žlábkovité, u báze srostlé v krátkou pochvu (0,5 – 1 mm).
Pravé listy střídavé. Čepel prvního listu téměř okrouhlá, 9 – 12 mm dlouhá, 10 – 15 mm široká, později až 18 mm dlouhá a 20 mm široká, na vrcholu zaokrouhlená až mělce vykrojená s malým zoubkem, u báze nevýrazně uťatá až mělce srdčitá, po okraji mělce vykrajovaná, na líci světleji zelená, na rubu slabě nafialovělá, oboustranně lysá. Žilnatina krajoběžná. Řapík 1. listu 13 – 20 mm dlouhý, později až 30 mm dlouhý, na průřezu kruhový, krátce měkce chlupatý, u báze s šídlovitými až kopinatými palisty, někdy s malým zoubkem na straně. Druhý list trojčetný, jednotlivé lístky téměř okrouhlé až okrouhle eliptické nebo spíše okrouhle obvejčité, 12 – 18 mm dlouhé, 10 – 15 mm široké, později ještě větší, na vrcholu krátce uťaté až vykrojené s malým zoubkem uprostřed, u báze tupé, po okraji mělce vykrajované. Žilnatina krajoběžná. Řapíček středního lístku 3 – 5 mm dlouhý, postranních 0,5 – 1 mm dlouhý. Čepele jsou od 3. – 4. listu hustě a ostřeji vykrajovaně zubaté. Rostlina vytváří velmi brzy epikotyl, který je krátce měkce chlupatý. U báze řapíku i bočních listů se vytvářejí postranní větve.

Uplatnění jako pomocná plodina
Komonice bílá se obdobně jako komonice lékařská uplatňuje jako komponent do vícedruhových

směsí pro tvorbu zeleného mulče. Oba druhy jsou schopny se prosadit i v kombinaci se vzrůstnými druhy. Využívány jsou pro tvorbu zelených úhorů, po kterých následuje setí do čerstvého či částečně umrtveného mulče.

Semena komonice bílé, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina komonice bílé *(foto Hamouz)*.

Porost komonice bílé *(vlevo, foto Fuksa)* **a druhově pestrá směs s rostlinami komonice lékařské** *(vpravo, foto Brant)*.

LNIČKA SETÁ

Camelina sativa (L.) Crantz
Čeleď: Brukvovité

Botanický popis
Jednoletá bylina. Lodyha 0,3 – 0,7(– 1) m vysoká, jednoduchá nebo větvená, lysá nebo s roztroušenými, většinou přitisklými krátkými větvenými chlupy. Listy kopinaté nebo úzce podlouhlé, celokrajné nebo oddáleně zoubkaté, přisedlé a krátkými oušky objímavé. Květenství hrozen. Květy žluté nebo světle žluté.

Plod a semeno
Plodem hruškovité šešulky, nafouklé, s úzkým křídlovitým okrajem a na vrcholu s krátkým zobánkem, většinou 10 – 16 semenné. Plodní hrozny většinou husté a prodloužené, plodní stopky přímo odstálé a často mírně obloukovitě prohnuté. Semena elipsoidní, (1,6 –)1,8 – 2(– 2,2) mm dlouhá, červenavě žlutavá nebo červenavá, matná, pod lupou jemně síťovaná. HTS 0,7 – 1,6 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 10 – 15 mm dlouhý, 0,75 – 1 mm tlustý, nahnědlý, lysý. Čepele děložních listů okrouhle eliptické až eliptické, 9 – 11 mm dlouhé, 5 – 7 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené a často nepatrně vykrojené, u báze stažené, lysé. Řapíky děloh dosahují ½ délky čepelí, jsou zploštělé, po okraji u báze s několika chlupy, jinak lysé.
První dva pravé listy jsou sblížené (vstřícné), další střídavé. Čepele prvních listů jsou eliptické až obkopinaté, 15 – 25 mm dlouhé, 5 – 10 mm široké, na vrcholu tupě špičaté, u báze ostře klínovité, na líci řídce porostlé rozvětvenými chlupy, na rubu lysé. Žilnatina obloukoběžná, málo zřetelná. Řapíky velmi krátké (2 – 4 mm), po okraji s jednoduchými chlupy. Další listy postupně větší, přisedlé, obkopinaté, po okraji s drobnými hroty. Čepele oboustranně porostlé větvenými chlupy, střední žilka na rubu výrazně vyniklá. Epikotyl nevyvinut, vytváří se listová růžice.

Uplatnění jako pomocná plodina
Lnička setá se uplatňuje především jako komponent do směsí určených k cíleným přísevům do hlavní plodiny, např. ozimé řepky. Dále ji lze využít jako komponent do středně vzrůstných porostů pro tvorbu zeleného mulče. Jedná se jak o dvoukomponentní směsi, tak o směsi složené z většího počtu rostlinných druhů.

Semena lničky seté, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina lničky seté *(foto Hamouz)*.

Lnička setá je vhodná jako komponent do druhově chudých i bohatých směsí pro ozelenění půdy *(foto Brant)*.

LUPINA BÍLÁ

Lupinus albus L.
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Jednoletá bylina s kůlovým větveným kořenem. Lodyha přímá, řídce chlupatá, 0,3 – 1,2 m vysoká. Listy dlanitě složené, (5 –)7 – 9četné; lístky podlouhle obvejčité, 12 – 15 mm široké, celokrajné, svrchu téměř lysé, naspodu hustě chlupaté; řapík 5 – 7 cm dlouhý. Palisty méně než z 1/3 délky k řapíku přirostlé, volná část palistů šídlovitá. Květenství nepřerušovaný, 5 – 20 cm dlouhý hrozen. Květy modré až fialové nebo bílé (většinou v kombinaci).

Plod a semeno
Lusky za zralosti nepukavé, podlouhlé, poněkud zploštělé, mezi semeny zaškrcované, hustě chlupaté, 3 – 6 semenné. Semena zploštělá, v obrysu téměř okrouhlá až hranatá, 10 – 12 mm dlouhá, 8 – 10 mm široká, 5 mm vysoká, většinou bílá. HTS 300 – 500 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 30 – 40 mm dlouhý, 3 – 4 mm tlustý, lysý, bělavý nebo v horní části nazelenalý. Čepele děložních listů nesouměrné, ledvinitě prohnuté, 16 – 24 mm dlouhé, 12 – 16 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené nebo mělce vykrojené, na líci tmavě zelené, na rubu světlejší, silně masité (2,5 mm tlusté), lysé. Řapíky děloh 3 – 5 mm dlouhé, žlábkovité, lysé, u báze vytvářejí krátkou pochvu. První dva pravé listy vstřícné, další střídavé. Čepele prvních listů dlanitě složené, pětičetné, jednotlivé lístky eliptické až úzce eliptické, 20 – 25 mm dlouhé, 10 – 12 mm široké, na vrcholu tupé až tupě špičaté (špička skloněná dolů), u báze klínovité. Čepele na líci tmavě zelené, řídce chlupaté, na rubu světlejší a hustěji chlupaté. Žilnatina málo zřetelná, kromě střední žilky na rubu. Řapíčky 1 – 2 mm dlouhé, řapíky 45 – 60 mm dlouhé, na průřezu okrouhlé, měkce chlupaté, u báze s šídlovitými palisty. Další listy podobné, postupně vícečetné (3. list má 6 – 7 lístků). Epikotyl 4 – 5 mm dlouhý, chlupatý.

Uplatnění jako pomocná plodina
Rostliny lupiny bílé jsou využívány jako pomocné plodiny do pšenice ozimé v technologiích cíleného výsevu do meziřádku a jako komponent směsí pro tvorbu živého mulče. Jedná se o směsi středně vzrůstných druhů, především na lehkých půdách s nižší hodnotou pH.

Semena lupiny bílé, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina lupiny bílé *(foto Hamouz)*.

U lupiny bílé lze pracovat i s odrůdovou variabilitou *(foto Brant)*.

LUPINA ÚZKOLISTÁ

Lupinus angustifolius L.
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Jednoletá bylina s hlubokým kůlovým kořenem. Lodyha přímá, bohatě větvená, hustě olistěná, řídce přitiskle chlupatá, 0,5 – 0,8 m vysoká. Listy dlanitě složené, (5 –)7 – 8četné; lístky čárkovitě kopinaté, nanejvýš 6 mm široké, svrchu téměř lysé, naspodu přitiskle chlupaté; řapík 40 – 50 mm dlouhý. Palisty méně než z 1/3 délky k řapíku přirostlé, volná část palistů šídlovitá. Květenství nepřerušovaný, 5 – 20 cm dlouhý hrozen. Květy světle až sytě modré, s tmavšími skvrnami.

Plod a semeno
Lusky pukavé, podlouhlé, poněkud zploštělé, hustě chlupaté, 3 – 5semenné. Semena zploštěle elipsoidní až kulovitá, 5 – 8 mm dlouhá, 4 – 6 mm široká, bělavá, světle až tmavě hnědá, s tmavšími skvrnami. HTS 120 – 160 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 40 – 60 mm dlouhý, 2 – 3 mm tlustý, lesklý, v horní polovině krátce chlupatý, narůžovělý až nafialovělý. Čepele děložních listů nesouměrně ledvinitě zahnuté, 12 – 15 mm dlouhé, 8 – 10 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené, silně masité, na rubu i na líci vrásčité (na rubu více), tmavě zelené, lysé. Řapíky žlábkovité, řídce krátce chlupaté, dosahují ¼ délky čepele.
První dva pravé listy vstřícné, později střídavé. Listy dlanitě složené. Jednotlivé lístky čárkovitokopinaté, 30 – 40 mm dlouhé, 3 – 4 mm široké, na vrcholu špičaté, u báze pozvolna zúžené, žlábkovité, na líci lysé, na rubu krátce přitiskle chlupaté. Řapíky 25 – 35 mm dlouhé, 1 – 1,2 mm tlusté, na průřezu téměř okrouhlé, krátce chlupaté, u báze s párem šídlovitých palistů. Další listy podobné, větší, postupně vícečetné. Epikotyl 20 – 30 mm dlouhý, krátce měkce chlupatý.

Uplatnění jako pomocná plodina
Rostliny lupiny úzkolisté nacházejí obdobné uplatnění jako lupina bílá. Využívány jsou především jako komponent méně pestrých směsí pro tvorbu živého mulče. Jedná se o směsi středně vzrůstných druhů, především na lehkých půdách s nižší hodnotou pH a pro oblasti s nedostatkem srážek.

Semena lupiny úzkolisté, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina lupiny úzkolisté *(foto Hamouz)*.

Rostliny lupiny úzkolisté jsou zajímavé i pro volně žijící opylovače *(foto Brant)*.

POHANKA OBECNÁ

Fagopyrum esculentum Moench
Čeleď: Rdesnovité

Botanický popis
Jednoletá bylina s kůlovým, málo větveným kořenem. Lodyhy přímé, 0,5 – 0,7 (– 1,4) m vysoké, slabě větvené nebo jednoduché, lysé, často červenavě zabarvené. Listy řapíkaté, horní přisedlé; čepel trojúhelníkovitá, zpravidla stejně dlouhá jako široká, na bázi srdčitá až střelovitá, na vrcholu špičatá; botky krátké, ± 0,5 cm dlouhé, lysé. Chudokvěté svazečky tvoří květenství podobná hroznům. Květy 3 – 4 mm dlouhé, s bílým až růžovým okvětím.

Plod a semeno
Plodem ostře 3hranné nažky s hranami celokrajnými, 5 – 6(– 7) mm dlouhé, asi 2x delší než zaschlé okvětí, tmavě hnědé, v mládí lesklé, později matné. HTS 19 – 30 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 50 – 70 mm dlouhý, 2 – 3 mm tlustý, lysý, lesklý, načervenalý a šedě ojíněný. Čepele děložních listů asymetricky ledvinité, 14 – 20 mm dlouhé, 25 – 35 mm široké, na vrcholu nepravidelně zvlněné, u báze úzce vykrojené. Čepele lysé, tmavěji zelené. Žilnatina obloukoběžná. Řapíky děloh žlábkovité, 15 – 20 mm dlouhé, načervenalé, lysé, u báze srostlé v krátkou nálevkovitou pochvu (2 – 3 mm dlouhou).
Pravé listy střídavé. Čepel prvního listu srdčitá až střelovitá, 25 – 30 mm dlouhá, na vrcholu tupě špičatá až špičatá, u báze hluboce vykrojená, lysá, často načervenalá. Žilnatina dobře patrná, obloukoběžná, načervenalá. Řapík žlábkovitý, dosahuje asi ¾ délky čepele, u báze vytváří blanitou botku (4 – 5 mm dlouhou). Další listy postupně větší, na vrcholu ostřeji zašpičatělé a u báze výrazněji střelovité.

Uplatnění jako pomocná plodina
Široce využívaná plodina. Dominantní postavení má jako komponent rozdílných druhově chudých i bohatých směsí. Vyznačuje se rychlou dynamikou růstu. Při optimálním zastoupení ve směsích ponechává dostatek prostoru a světla pro druhy nižšího patra. Habitus rostlin intenzivně reaguje na hustotu porostu. Limitujícím faktorem vývoje porostů je teplota. Uplatňuje se ve směsích pro tvorbu zeleného mulče, ale i jako vymrzající plodina pro pásové výsevy meziplodin. Ověřovány byly i možnosti jejího využití jako pomocné plodiny do meziřádků ozimé řepky. Při vstupu letních a podzimních výsevů do fáze kvetení zvyšuje na půdních blocích jako medonosná plodina potravní nabídku pro opylovače. Rostliny spolehlivě vymrzají.

Semena pohanky obecné, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina pohanky obecné *(foto Hamouz)*.

Pohanka obecná se díky rychlému růstu stává dominantním druhem v porostech *(vlevo, foto Brant)*, **při menším podílu ve směsi ji lze využít jako pomocnou plodinu v ozimé řepce** *(vpravo, foto Brant)*.

ŘEDKEV OLEJNÁ

syn. Ředkev setá olejná
Raphanus sativus L. convar. oleiferus
Čeleď: Brukvovité

Botanický popis
Jednoletá bylina, hustě odstále chlupatá až olysalá, s tenkým vřetenovitým kořenem. Lodyha bohatě větvená, od báze často červeně naběhlá, 0,7 – 1 m vysoká. Dolní a střední listy řapíkaté, lyrovitě peřenolaločné až peřenosečné, s 1 – 4 páry vejčitých úkrojků, koncový úkrojek největší, okrouhlý nebo vejčitý, vroubkovaně zubatý; horní listy přisedlé, kopinaté až čárkovité, s okrajem nepravidelně zubatým. Květenství hrozen. Kališní lístky úzce kopinaté; korunní lístky obvejčité, bílé, lilákové nebo fialové, výrazně fialově žilkované.

Plod a semeno
Plod válcovitá nebo kuželovitá nafouklá zobánkatá nažka, 3 – 9 cm dlouhá, 7 – 25 mm široká, vícesemenná, na povrchu podélně rýhovaná, uvnitř s bílým vatovitým pletivem. Semena široce elipsoidní, 2,8 – 4 mm dlouhá, 2,4 – 3,3 mm široká, oranžově žlutá až červenohnědá, osemení síťovaně důlkované, při navlhčení slizovatí. HTS 11 – 16 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 25 – 40 mm dlouhý, 1,5 – 2 mm tlustý, nafialovělý. Čepele děložních listů obráceně ledvinité až obsrdčité, 12 – 20 mm dlouhé, 15 – 25 mm široké, na vrcholu tupě nebo i ostřeji vykrojené u báze klínovité, lysé. Řapíky děloh 1,5 – 2 x delší než čepele, obvykle lysé.
Pravé listy střídavé, čepel 1. listu okrouhle eliptická nebo až lyrovitá, 30 – 50 mm dlouhá, 20 – 25 mm široká, na vrcholu tupá, u báze často s jednotlivými úkrojky. Řapík 20 – 30 mm dlouhý, řídce štětinatě chlupatý. Další listy lyrovité, odstále chlupaté, jen nevýrazně bradavičnaté.

Uplatnění jako pomocná plodina
Druh se širokým uplatněním jako vymrzající plodina s negativním vlivem na háďátko řepné v systémech pěstování cukrové řepy. Využívá se pro tvorbu mulče pro jarní výsev cukrové řepy do nezpracované půdy a mělké a hlubší pásové předseťové přípravy. Druh vhodný pro cílené ozelenění budoucího meziřádku širokořádkových plodin. Tvorba ztloustlých kořenů je spojena s rizikem nevymrznutí rostlin. Ověřována byla možnost jejího využití jako pomocné plodiny vyseté do meziřádku ozimé pšenice při výsevu. Opomenout nelze ani použití ve směsích. I v systémech tvorby živého mulče je vhodné provádět cílené prostorové rozmístění rostlin v porostu.

Semena ředkve olejné, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina ředkve olejné *(foto Hamouz)*.

Ředkev olejnou lze využít i do rozdílných směsí. Vlevo směs ředkve olejné a ovsa setého, vpravo tvoří spodní patro ve směsi s pohankou obecnou *(foto Brant)*.

SLÉZ PŘESLENITÝ

syn. Sléz krmný
Malva verticillata L.
Čeleď: Slézovité

Botanický popis
Jednoletá bylina. Kořen kůlový. Lodyha přímá, 0,3 – 2,2 m vysoká, roztroušeně hvězdovitě chlupatá nebo téměř lysá. Listy s řapíky stejně dlouhými jako čepel, chlupatými; čepel v obrysu okrouhlá, s 5 – 7 širokými, polokruhovitými až trojúhelníkovitými laloky, na bázi srdčitá, na okraji hrubě zubatá, na líci lysá nebo ojediněle chlupatá, na rubu s roztroušenými chlupy. Květy v úžlabí středních a horních lodyžních listů hustě nahloučeny (až 25) ve svazečcích. Kalich do poloviny srostlý, s trojúhelníkovitými cípy, se značně vyniklou síťnatou žilnatinou, chlupatý. Korunní lístky až 2x delší než kalich, mělce vykrojené, bledě fialové, růžové až téměř bělavé.

Plod a semeno
Plod poltivý, terčovitě zploštělý, ve zralosti se rozpadá na 10 – 12 plůdků, 6 – 7 mm v průměru. Plůdky ledvinovité, 1,5 – 2 mm v průměru, příčně žebrované, lysé, světle hnědé. HTS 3 – 3,5 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 15 – 20 mm dlouhý, 0,8 – 1 mm tlustý, velmi krátce chlupatý, nafialovělý. Děložní listy srdčité, obvykle mírně odlišné velikosti a tvaru, 8 – 15 mm dlouhé, 7 – 12 mm široké, větší má vytaženou špičku, která je ale na vrcholu tupá, menší je spíše okrouhle vejčitý, se srdčitou bází. Čepele jasně zelené s fialovou skvrnou u báze, lysé. Žilnatina obloukoběžná, dobře patrná. Řapíky děloh žlábkovité, tenké (asi 0,75 mm), dlouhé přibližně stejně jako čepel nebo i delší, lysé.
Čepel 1. listu okrouhlá, nevýrazně dlanitě pětilaločná, 25 – 30 mm dlouhá, 30 – 35 mm široká, u báze srdčitě vykrojená, jednotlivé laloky po okraji nepravidelně zubaté. Čepel oboustranně jemně chlupatá, u báze s fialovou skvrnou. Žilnatina dlanitě uspořádaná, krajoběžná. Řapík 1,5 – 2 x delší než čepel. Další listy podobné, postupně větší.

Uplatnění jako pomocná plodina
Zásadní význam má jako komponent do druhově pestrých směsí za účelem tvorby nadzemní biomasy pro systémy setí do živého či čerstvě umrtveného mulče. Rostliny se vyznačují pomalou růstovou dynamikou na začátku vegetace, což je nutné zohlednit ve složení směsi. V době prodlužovacího růstu již vytváří konkurenčně silné rostliny.

Semena slézu přeslenitého, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina slézu přeslenitého *(foto Hamouz)*.

Rostliny slézu přeslenitého jsou schopny vytvářet konkurenčně silné rostliny *(foto Brant)*.

SVAZENKA SHLOUČENÁ

Phacelia congesta Hook.
Čeleď: Stružkovcovité

Botanický popis
Jednoletá nebo dvouletá bylina. Habitem se podobá svazence vratičolisté, oproti ní má pozdnější nástup kvetení. Lodyha přímá, s větším počtem kratších internodií, 0,3 – 0,9 m vysoká. Listy střídavé, s delším řapíkem, 1x peřenosečné. Květenství hustý a svinutý dvojvijan. Květy zvonkovitého tvaru, purpurově nebo levandulově modré. Oproti svazence vratičolisté květy kratší a širší s kratšími tyčinkami. Pyl bledě žlutý.

Plod a semeno
Plodem vejcovité tobolky. Semena v obrysu protáhle vejčitá, 2,2 – 2,8 mm dlouhá, 1 – 1,2 mm široká, hřbetní strana vypouklá, břišní strana podélně rýhovaná. Povrch semen drsný, matný, barva hnědá až hnědočerná. HTS 1,2 – 1,4 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 12 – 18 mm dlouhý, 1 – 1,2 mm tlustý, hustě porostlý odstálými, krátkými i dlouhými chlupy, světle zelený až narůžovělý. Čepele děložních listů okrouhle vejčité až trojúhelníkovité, 9 – 12 mm dlouhé, 7 – 10 mm široké, na vrcholu v tupém úhlu špičaté, u báze tupě klínovité až ± uťaté, oboustranně velmi krátce chlupaté. Řapíky slabě žlábkovité, zpočátku kratší, později stejně dlouhé jako čepel, hustě porostlé krátkými i dlouhými chlupy.
První dva pravé listy vstřícné, další střídavé. První listy zpeřené, v základním tvaru eliptické až vejčité, 20 – 30 mm dlouhé, 12 – 20 mm široké, koncový lalok peřenoklaný až peřenosečný, jednotlivé úkrojky dále nepravidelně zubaté až laločnaté. Postranní lístky peřenolaločné až peřenoklané (nepravidelně), k bázi listu se zmenšují, řapíčky 0,5 – 2 mm. Čepele oboustranně krátce odstále chlupaté. Žilnatina krajoběžná vybíhající do jednotlivých úkrojků. Řapíky 15 – 22 mm (zpočátku kratší), dlouze odstále chlupaté. Další listy postupně větší, více členěné.

Uplatnění jako pomocná plodina
Svazenka shloučená má shodné využití jako svazenka vratičolistá. Její pomalejší vývoj a pozdější nástup kvetení prodlužuje kvetení porostů, ve kterých se vyskytuje. Vhodné jsou i směsi s kombinací obou druhů svazenek.

Semena svazenky shloučené, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina svazenky shloučené *(foto Hamouz)*.

Kvetoucí porost svazenky shloučené *(vlevo, foto PRO SEEDS s.r.o.)* **a směs svazenky shloučené a jetele alexandrijského** *(vpravo, foto Slabý)*.

SVAZENKA VRATIČOLISTÁ

Phacelia tanacetifolia Bentham
Čeleď: Stružkovcovité

Botanický popis
Jednoletá bylina s tenkým vřetenovitým kořenem. Lodyha přímá, nevětvená nebo jen v horní polovině větvená, 0,2 – 0,8 m vysoká, dole lysá, v horní části žláznatě chlupatá. Listy střídavé, přisedlé až krátce řapíkaté, v obrysu podlouhle vejčité až vejčitě kopinaté, nepravidelně 1 – 2x peřenosečné, u báze obvykle poloobjímavé, podél žilek a na okraji štětinovitě chlupaté. Květy ve svinutých 40 až 70květých dvojvijanech. Kalich až téměř k bázi členěný, kališní cípy čárkovité, odstále štětinovitě chlupaté. Koruna kolovitá až zvonkovitě nálevkovitá, modrofialová nebo světle modrá až špinavě bílá, lysá. Pyl fialové barvy.

Plod a semeno
Plodem 4semenné vejcovité tobolky, na vrcholu roztroušeně chlupaté. Semena v obrysu protáhle vejčitá až oválná, 2,2 – 3,4 mm dlouhá, 1,1 – 2 mm široká, hřbetní strana vypouklá, břišní strana plochá uprostřed s vyniklým kýlem. Povrch semen drsný, matný, s charakteristickými příčně uspořádanými výrůstky; barva šedá, šedohnědá až hnědá. HTS 1,3 – 3,1 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 15 – 20 mm dlouhý, 1 – 1,2 mm tlustý, hnědočervený, krátce chlupatý (chlupy skloněné dolů). Čepele děložních listů kopinaté, 14 – 18 mm dlouhé, 3 – 4 mm široké, na vrcholu tupě špičaté, u báze pozvolna přecházejí v řapík, čepele tmavěji zelené, někdy nafialovělé, zejména na spodu, na líci jemně bradavičnaté a krátce drsně chlupaté. Řapíky dosahují ¾ délky čepele, oboustranně krátce drsně chlupaté.

Pravé listy zpočátku vstřícné, další střídavé. Pravé listy v základním tvaru vejčité, zpeřeně složené, bez řapíku 25 – 35 mm dlouhé, 15 – 22 mm široké. Jednotlivé lístky dále peřenodílné až peřenosečné, úkrojky někdy dále laločnatě dělené. Čepele na líci jemně bradavičnaté, oboustranně krátce drsně chlupaté. Řapíky 8 – 15 mm dlouhé, rovněž krátce chlupaté, mělce žlábkovité. Další listy postupně větší, více členěné.

Uplatnění jako pomocná plodina
Svazenka vratičolistá je opět jednou z plodin se širokým uplatněním v systémech s využitím pomocných plodin. V čisté kultuře a ve směsích se využívá pro tvorbu vegetačních krytů v systémech zeleného mulče. Použití nachází v systémech pásových výsevů meziplodin do širokořádkových kultur (podzimní a jarní výsevy). Použít lze jak pro osev budoucího meziřádku, tak pro osev budoucího řádku při podzimních výsevech, protože rostliny velmi dobře vymrzají a nadzemní

biomasa je rychle degradována půdní mikroflórou. V porostech ozimé řepky jsou směsi se svazenkou vratičolistou vysévány souběžně do meziřádků ozimé řepky při setí, nebo při plečkování ozimé řepky po vzejití.

Semena svazenky vratičolisté, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina svazenky vratičolisté *(foto Hamouz)*.

Rostliny svazenky vratičolisté vytváří i v monokultuře dobře zapojené porosty *(vlevo, foto Brant)*, **ale druh je vhodný i do různých typů směsí** *(vpravo, foto Brant)*.

SVĚTLICE BARVÍŘSKÁ (SAFLOR)

Carthamus tinctorius L.
Čeleď: Hvězdnicovité

Botanický popis
Zpravidla jednoletá, téměř lysá, hustě olistěná pichlavá bylina. Kořen vřetenovitý, tenký, rozvětvený, až přes 1 m dlouhý. Lodyha přímá, bělavě žlutá, lesklá, zaobleně 5hranná, na bázi dřevnatějící, (0,3 –)0,4 – 0,9(– 1,2) m vysoká. Listy střídavé, jednoduché, všechny zpravidla nedělené (vzácně se tvoří listová růžice s listy lyrovitě peřenosečnými); dolní podlouhlé až vejčité, stažené v křídlatý řapík; střední a horní široce přisedlé, podlouhle kopinaté, od lodyhy vzpřímeně odstálé, tuhé, na okraji oddáleně jemně ostnitě zubaté. Květenství úbory, 25 – 40 mm v průměru, těsně obklopené nejhořejšími listy. Lůžko úboru ploché, se štětinovitými plevkami. Zákrovní listeny ostnité. Květy jen trubkovité, oboupohlavné, zlatožluté, později oranžové až červené.

Plod a semeno
Plodem nažky, 5,5 – 9 mm dlouhé, 4 – 5hranné, na vrcholu zaoblené, na bázi zkosené, nažloutle bílé, hladké, zpravidla bez chmýru. HTS 30 – 55 g.

Klíční rostlina
Hypokotyl 25 – 35 mm dlouhý, 2 – 2,5 mm tlustý, bělavý, lysý. Čepele děložních listů obvejčité až kopisťovité, 20 – 25 mm dlouhé, 13 – 17 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené nebo v tupém úhlu špičaté, u báze pozvolna zúžené, slabě masité, lysé, na líci patrná světlejší střední žilka. Řapíky ploché, lysé, dosahují asi 1/3 délky čepele, u báze jsou srostlé v asi 5 mm dlouhou pochvu.

Pravé listy vstřícné. Čepele prvních listů úzce eliptické, až obkopinaté nebo i kopinaté, 40 – 60 mm dlouhé, 18 – 22 mm široké, později ještě větší, na vrcholu s vytaženou špičkou, u báze klínovité, po okraji mělce nepravidelně vykrajované. Jednotlivé zuby jsou vytažené v měkké krátké osténky. Čepel lysá, žilnatina obloukoběžná, patrná více na spodu. Střední žilka na líci světlejší. Řapíky krátké, široké, lysé. Další listy postupně větší (širší), tupěji špičaté, na líci řídce odstále chlupaté, žilnatina zřetelnější. Epikotyl krátký (3 – 5 mm), lysý, zpočátku ukrytý v pochvě děložních listů.

Uplatnění jako pomocná plodina
Světlice barvířská je druhem vhodným pro tvorbu vícekomponentních směsí v systémech setí do živého mulče. V rámci ověřování jako pomocné plodiny do plodin z jiných čeledí se kalkuluje s možností dobré herbicidní regulace tohoto druhu.

Semena světlice barvířské, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina světlice barvířské *(foto Hamouz)*.

Rostliny světlice barvířské se vyznačují vyšším vzrůstem a nízkým rizikem polehnutí *(foto Brant)*.

VIKEV HUŇATÁ

Vicia villosa Roth
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Jednoletá, ozimá až dvouletá bylina. Kořeny tenké, hustě větvené. Lodyhy vystoupavé, poléhavé nebo popínavé, 0,3 – 1,3 m dlouhé, hranaté, zpravidla hustě odstále chlupaté, od spodu větvené. Listy střídavé, sudozpeřené, s 6 – 8 (– 10) páry lístků, vřeteno zakončené dlouhou, zpravidla větvenou úponkou; lístky krátce řapíčkaté, eliptické, podlouhlé, kopinaté až čárkovité, dlouze odstále chlupaté. Palisty polostřelovité, dlouze chlupaté. Květenství hrozny v úžlabí podpůrných listů; hrozny mnohokvěté, jednostranné, s (3 –)10 – 35 květy, stejně dlouhé nebo delší než podpůrný list; stopky květenství 5 – 13 (– 17) cm dlouhé, dlouze odstále chlupaté. Květní kalich zvonkovitý; koruna světle až sytě modrofialová nebo dvoubarevná – pavéza modrofialová, křídla a člunek světle fialové až bílé.

Plod a semeno
Lusky vejčité až podlouhlé, lysé, světle hnědé až hnědožluté, s (1 –)2 – 3(– 4) semeny. Semena kulovitá, (2,6 –)4 – 4,5 (– 5) mm velká, hladká, tmavě hnědá až zelenohnědá, s černými skvrnami, sametově matná. HTS 20 – 60 g.

Klíční rostlina
Vzcházení hypogeické (dělohy ukryté v půdě). Na povrch vyrůstá žebrovitě čtyřhranná lodyha 0,75 – 1 mm tlustá, která je hnědočervená, lysá, jen jemně bíle bradavičnatá. Podlisteny zpravidla 3, vejčité až okrouhle vejčité, trojlaločné až trojklané, 1,5 – 2 mm dlouhé.

Pravé listy střídavé. První list obvykle dvoujařmý, někdy však jen jednojařmý. Jednotlivé lístky čárkovité, 10 – 15 mm dlouhé, 1 – 2 mm široké, poměrně dlouho složené nebo jen částečně otevřené (žlábkovité), na vrcholu špičaté s malým hrotem, u báze zaokrouhlené. Z žilnatiny patrná jen střední žilka. Řapík 4 – 8 mm dlouhý, mělce žlábkovitý, zakončený hrotem 1 – 2 mm dlouhým. Palisty prvního listu šídlovité až kopinaté, zřídka polostřelovité, 1,5 – 2 mm dlouhé, řapíčky 0,3 mm dlouhé. Druhý list podobný, větší, dvoujařmý, s úponkou 3 – 4 mm dlouhou. Palisty většinou již polostřelovité. U dalších listů se úponka výrazně prodlužuje. V úžlabí podlistenů se brzy zakládají postranní větve.

Uplatnění jako pomocná plodina
Nejčastější uplatnění má druh ve směsích pro tvorbu zeleného pokryvu půdy při výsevech do živého, či čerstvě umrtveného, mulče. Omezeněji se využívá jako pomocná plodina souběžně vysévaná s ozimou řepkou. Problémem pro využití je velice variabilní růstová dynamika v závislosti

na průběhu povětrnostních podmínek a nejistota vymrznutí při teplém průběhu zimy. V rámci použití jako pomocné plodiny do ozimé řepky se většinou jedná o směs více druhů zástupců rodu vikev.

Semena vikve huňaté, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina vikve huňaté *(foto Hamouz)*.

Vikev huňatá je schopna vytvářet vzrůstné rostliny *(foto Brant)*.

VIKEV PANONSKÁ

Vicia pannonica Crantz
Čeleď: Bobovité

Botanický popis
Jednoletá bylina. Kořeny dlouhé, tenké. Lodyhy přímé, vystoupavé nebo popínavé, 0,3 – 0,7 m dlouhé, hranaté, krátce chlupaté, větvené. Listy střídavé, sudozpeřené, s (4 –)6 – 11 páry lístků, vřeteno listu zakončené nevětvenou nebo větvenou úponkou; lístky krátce řapíčkaté, podlouhlé až eliptické, odstále dlouze bíle chlupaté. Palisty vejčité, chlupaté. Květenství hrozny v úžlabí podpůrných listů; hrozny krátce stopkaté (stopky 1 – 5 mm dlouhé), s (1 –)2 – 4 květy. Květní kalich zvonkovitý, dlouze přitiskle chlupatý; koruna smetanově bílá, pavéza s hnědými žilkami, na svrchní straně chlupatá.

Plod a semeno
Lusky podlouhlé, přitiskle až šikmo odstále chlupaté, hnědé až šedé, s (1 –)3 – 4(– 5) semeny. Semena kulovitá, zaobleně vícehranná nebo kuželovitá, (2,5 –)3 – 4(– 5,1) mm široká, 2,5 – 3,5(– 5,1) mm tlustá, hladká, světle hnědá nebo olivově zelenohnědá, s hnědými nebo černými roztroušenými skvrnami, sametově matná. HTS 20 – 50 g.

Klíční rostlina
Vzcházení hypogeické (dělohy ukryté v půdě). Na povrch vyrůstá žebrovitě čtyřhranná lodyha 0,75 – 1 mm tlustá, která je hnědočervená, lysá, jemně bíle bradavičnatá. Podlisteny 3, trojklané až trojsečné, 2 – 3 mm dlouhé.

Pravé listy střídavé. První list sudozpeřený, dvoujařmý. Jednotlivé lístky úzce eliptické až čárkovité, 12 – 15 mm dlouhé, 2,5 – 4 mm široké, na vrcholu tupé až zaokrouhlené s malým hrotem, u báze stažené v řapíček asi 0,3 mm dlouhý. Čepele mírně žlábkovité, lysé, tmavě zelené. Řapík 6 – 9 mm dlouhý, mělce žlábkovitý, úponka redukovaná ve 2 – 3 mm dlouhý hrot. Palisty prvního listu kopinaté, 2 mm dlouhé.

Druhý list obvykle také dvoujařmý, s úponkou 3 – 6 mm dlouhou. Další listy dvoujařmé až tříjařmé. Palisty polostřelovité, 1,5 – 2 mm dlouhé.

V úžlabí podlistenů se brzy zakládají postranní větve, které výrazně přerůstají hlavní lodyhu. Listy mají zpočátku dvoujařmé s lístky okrouhle eliptickými, na vrcholu uťatými až mělce vykrojenými s malým hrotem, později postupně vícejařmé s lístky úzce eliptickými.

Uplatnění jako pomocná plodina

Nejčastější uplatnění má druh ve směsích pro tvorbu zeleného pokryvu půdy při výsevech do živého, či čerstvě umrtveného, mulče. Omezeněji se využívá jako pomocná plodina souběžně vysévaná s ozimou řepkou. Problémem pro využití je velice variabilní růstová dynamika v závislosti na průběhu povětrnostních podmínek a nejistota vymrznutí při teplém průběhu zimy. V rámci použití jako pomocné plodiny do ozimé řepky se většinou jedná o směs více druhů zástupců rodu vikev.

Semena vikve panonské, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm *(foto Zábranský)*.

Klíční rostlina vikve panonské *(foto Hamouz)*.

Rovněž rostliny vikve panonské vytvářejí konkurenčně silné porosty *(foto Brant a Tyšer)*.

POUŽITÁ LITERATURA:

- Dostál, J. 1989: Nová květena ČSSR 1 a 2. Academia, Praha. 1548.
- Hejný, S., Slavík, B. (ed.) 2003: Květena ČR 2, Academia, Praha. 557.
- Hejný, S., Slavík, B. (ed.) 2003: Květena ČR 3, Academia, Praha. 542.
- Kubát, K. (ed.) 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha. 927.
- Lhotská, M. 1957: Určování semen a plodů v zemědělské praxi. SZN, Praha. 327.
- Pelikán, J., Knotová, D., Hofbauer, J. 2016: Méně známé druhy zemědělských plodin. Agriprint, Olomouc. 272.
- Slavík, B. (ed.) 1995: Květena ČR 4, Academia, Praha. 529.
- Slavík, B. (ed.) 2000: Květena ČR 6, Academia, Praha. 770.
- Slavík, B., Štěpánková, J. (ed.) 2004: Květena ČR 7, Academia, Praha. 767.

POZNÁMKY

Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.

AGRÁRNÍ KOMORA
České republiky

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

ISBN 978-80-88351-03-0

VYDALA:

Agrární komora České republiky

Počernická 272/96, 108 00 Praha 10
Tel.: +420 296 411 180
e-mail: sekretariat@akcr.cz

www.akcr.cz, www.eagri.cz