

PĚŠTEBNÍ SYSTÉMY VYUŽÍVAJÍCÍ
MEZIPLODINY JSOU SOUČÁSTÍ UDRŽITELNÉHO
HOSPODÁŘENÍ.
MEZIPLODINY ZAJIŠTÍJÍ NAPLNĚNÍ PRODUKČNÍCH
A MIMOPRODUKČNÍCH FUNKCÍ ZEMĚDĚLSTVÍ.

DRUHOVÁ PESTROST MEZIPLODIN JE ZÁKLADEM
VARIABILNÍ AGROTECHNICKÝCH POSTUPŮ.
BRUKVOVITÉ MEZIPLODINY PŘEDSTAVUJÍ
ŠIROKOU SKUPINU PLODIN.

 **AGRÁRNÍ KOMORA**
České republiky



„Země se směje pomocí květin.“

Ralph Waldo Emerson

Publikace Agrární komory České republiky

BRUKVOVITÉ MEZIPLODINY

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

BRUKVOVITÉ MEZIPLODINY

Václav Brant, Andrea Rychlá, Josef Holec, Pavel Hamouz,
Miroslav Jursík, Pavel Fuksa, Jan Kazda, Pavel Procházka,
Luděk Tyšer, Petr Zábranský, Milan Kroulík, Viktor Vrbovský a Jiří Kunte



Autorský kolektiv:

Doc. Ing. **Václav Brant**, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU v Praze

Spoluautoři:

Ing. **Pavel Fuksa**, Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. **Pavel Hamouz**, Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU

Ing. **Josef Holec**, Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU

doc. Ing. **Miroslav Jursík**, Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze

doc. Ing. **Jan Kazda**, CSc.,

Česká zemědělská univerzita v Praze

doc. Ing. **Milan Kroulík**, Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU

Ing. **Jiří Kunte**, Selgen a.s.,

Ing. **Pavel Procházka**, Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze,
Centrum precizního zemědělství při ČZU

Ing. **Andrea Rychlá**,

OSEVA PRO, s.r.o., Opava

Ing. **Luděk Tyšer**, Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze

Mgr. **Viktor Vrbovský**, Dis.,

OSEVA PRO, s.r.o., Opava

Ing. **Petr Zábranský**, Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze,
Centrum precizního zemědělství při ČZU

Rok vydání: 2022

ISBN - 978-80-88351-23-8

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.

AUTOŘI FOTOGRAFIÍ:

Václav Brant, Pavel Hamouz, Josef Holec,
Miroslav Jursík, Jan Kazda, Martina Poláková,
Pavel Procházka, Andrea Rychlá, Petr Zábranský

Poděkování

Výsledky zahrnuté do předkládané publikace byly získány v rámci projektu: **QK21010308**
– Efektivní systémy pěstování meziplodin využívající principu biotických intenzifikací
(NAZV, ČR) a programu Evropské unie pro výzkum a inovace **Horizont 2020**
na základě grantové dohody č. 862695 za finanční podpory MŠMT.

Obsah

| | |
|--|------------|
| 1. Význam brukvovitých mezíplodin (Brant) | 7 |
| 2. Biologická specifikace druhů (Rychlá, Brant a Vrbovský) | 8 |
| 2.1. Hořčice bílá | 8 |
| 2.2. Hořčice černá | 11 |
| 2.3. Hořčice sareptská | 13 |
| 2.4. Katrán habešský | 16 |
| 2.5. Lnička setá | 18 |
| 2.6. Roketa setá | 20 |
| 2.7. Řepka ozimá | 23 |
| 2.8. Řepka jarní | 25 |
| 2.9. Řepák olejný - řepice ozimá a jarní | 27 |
| 2.10. Další perspektivní druhy | 29 |
| 3. Biologické vlastnosti semen (Brant) | 31 |
| 3.1. Faktory ovlivňující klíčení semen (Brant, Záborský a Rychlá) | 32 |
| 3.1.1. Abiotické faktory | 32 |
| 3.1.2. Klíčivost semen brukvovitých druhů | 34 |
| 3.1.3. Vliv uložení osiva při výsevu | 41 |
| 3.1.4. Dormance semen brukvovitých druhů (Holec) | 42 |
| 4. Kořenový systém (Brant a Kroulík) | 48 |
| 4.1. Specifika vývoje kořenového systému mezíplodin | 49 |
| 4.2. Vývoj primárních kořenů u klíčenců (Brant a Záborský) | 53 |
| 5. Produkce nadzemní biomasy (Brant) | 57 |
| 5.1. Monokultury brukvovitých druhů | 59 |
| 5.2. Brukvovité druhy ve směsích | 61 |
| 5.3. Nadzemní a podzemní biomasa vybraných brukvovitých (Brant, Rychlá a Záborský) | 66 |
| 6. Podíl orgánů na produkci nadzemní biomasy (Brant a Rychlá) | 69 |
| 6.1. Poměr nadzemní a podzemní biomasy | 69 |
| 7. Variabilita vývoje růstu (Brant) | 74 |
| 7.1. Efektivní délka vegetace | 76 |
| 8. Morfologická variabilita (Brant) | 78 |
| 8.1. Odrůdová variabilita hořčice bílé (Brant a Kunte) | 81 |
| 9. Kvalitativní parametry biomasy (Brant a Rychlá) | 84 |
| 9.1. Obsah uhlíku v biomase brukvovitých mezíplodin (Brant) | 86 |
| 10. Využití brukvovitých mezíplodin (Brant) | 87 |
| 10.1. Pomocné plodiny | 88 |
| 10.2. Letní mezíplodiny | 93 |
| 10.3. Strniskové mezíplodiny | 94 |
| 10.4. Ozimé mezíplodiny | 96 |
| 10.5. Podsevy ve chmelnicích | 96 |
| 11. Konkurence vůči plevelům a výdrolu (Brant) | 98 |
| 12. Regulace plevelů v brukvovitých mezíplodinách (Jursík) | 102 |
| 13. Regulace brukvovitých mezíplodin (Jursík a Brant) | 104 |
| 13.1. Chemická regulace (Jursík) | 104 |
| 13.2. Regulace pomocí přírodních látek (Procházka) | 106 |

| | |
|---|------------|
| 13.3. Mechanická regulace (Brant) | 107 |
| 13.4. Regulace nízkými teplotami (Brant) | 110 |
| 14. Brukvovité jako zaplevelující rostliny (Holec) | 111 |
| 14.1. Nevyklíčená semena | 111 |
| 14.2. Nedostatečné ukončení vegetace | 112 |
| 14.3. Pozdní ukončení vegetace | 112 |
| 14.4. Množitelské porosty | 113 |
| 14.5. Prevence výdrolu na příkladu ozimé řepky | 114 |
| 15: Choroby a škůdci brukvovitých meziplodin (Kazda a Rychlá) | 117 |
| 16. Brukvovité meziplodiny a bezobratlí (Holec) | 122 |
| 16.1. Opylovači | 122 |
| 16.2. Predátoři | 124 |
| 16.3. Škůdci a jejich antagonisté | 125 |
| 16.4. Půdní bezobratlí | 127 |
| 17. Produkce osiva brukvovitých meziplodin (Rychlá) | 128 |
| 18. Využití slunečního záření a energetické bilance meziplodin (Fuksa) | 130 |
| 19. Atlas semen, plodů a klíčnic rostlin brukvovitých meziplodin (Hamouz, Tyšer a Zábranský) | 135 |
| 20. Literatura | 163 |

Předmluva

Rostlinná produkce představuje složitý systém, jehož dokonalé poznání je základem pro specifikaci a následné zajištění nejen produkčních, ale i mimoprodukčních funkcí zemědělství. Efektivní zajištění obou těchto funkcí v rámci zemědělské výroby je podmíněno vznikem nových agrotechnických postupů, které umožní jak dosažení požadovaných výnosů a kvality rostlinných produktů, tak i zachování a ochranu přírodních zdrojů. Brukvovité meziplodiny představují širokou škálu druhů, které lze v pozici meziplodin a pomocných plodin pro tyto cíle použít.

Cílem předkládané knižní publikace je poskytnout ucelený pohled na problematiku pěstování brukvovitých meziplodin 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. Autorský kolektiv se dané problematice věnuje déle než dvacet let a podílí se nejen na výzkumu a poradenské činnosti, ale především na modifikaci a vývoji pěstebních technologií v kontextu jejich vývoje ve vztahu k dlouhodobému vývoji a novým trendům v rostlinné výrobě. Z hlediska zaměření je kniha určena pro široký okruh odborné zemědělské veřejnosti, primárně pro zemědělskou praxi.

Abstrakt

Brukvovité kulturní druhy představují širokou skupinu druhů využitelných pro produkční a mimoprodukční využití v rámci rostlinné výroby. Významné místo zaujímají i při využití jako mezíplodiny, či plodiny pomocné. Z historického hlediska jsou mnohé brukvovité druhy jako mezíplodiny využívány v podmínkách střední a západní Evropy dlouhodobě. Z hlediska vývoje zemědělství ve vztahu ke změnám pěstebních systémů, osevních postupů a potřeb společnosti, včetně reakce na klimatickou změnu, se v podmínkách Evropy začínají pěstovat i druhy zcela nové.

Předkládaná publikace zahrnuje nejen aktuální informace o biologii významných a potenciálně významných druhů z čeledi brukvovitých, ale rovněž zahrnuje informace o jejich využití v pěstebních systémech. Pozornost je věnována produkci nadzemní a podzemní biomasy, kvalitativním parametrům biomasy ve vztahu ke koloběhu živin, včetně oxidu uhličitého. Podrobně je specifikován jejich přínos pro pěstební systémy, včetně rizik spojených s výskytem škodlivých činitelů (plevele, choroby a škůdci). Součástí publikace je atlas semen a klíčnicích rostlin brukvovitých druhů.

Publikace obsahuje domácí a zahraniční poznatky o výše uvedené problematice, včetně originálních výsledků jednotlivých členů autorského kolektivu. Autorský kolektiv se dané problematice věnuje déle než dvacet let a podílí se nejen na výzkumu a poradenské činnosti, ale především na modifikaci a vývoji pěstebních technologií v kontextu jejich vývoje ve vztahu k dlouhodobému vývoji a novým trendům v rostlinné výrobě.

Abstract

Brassica crops represent wide range of species that can be used for production but also non-productive functions in crop production. They are also important intercrops and supportive crops. From the historical point of view many Brassicaceae species have a long tradition of their use as intercrops in Central and Western Europe. As a reaction to agricultural development, changes in cropping systems, crop rotations and society needs, new species started to be grown under European conditions.

Our publication covers not only up-to date information about the biology of important and potentially important species from Brassicaceae family, but also about their use in production systems. Attention is given to above and belowground biomass production, qualitative parameters of biomass in relation to nutrient cycles, including the effect on carbon dioxide. Their benefits for cropping systems are specified in detail, together with risks related to occurrence of weeds, pests and diseases. Seed and seedling atlas is an integral part of this publication.

Publication contains domestic and foreign knowledge about mentioned topics including original data and findings of authors. Authors deal with this topic for more than 20 years. They work in research and consulting, but especially in development and modification of cropping systems related to new trends in crop production.

1. Význam brukvovitých meziplodin

Rostliny z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) představují širokou skupinu plodin využitelných jako meziplodiny. Jejich zemědělské využití je dáno širokou nabídkou druhů, které jsou zavedeny do kultury, včetně efektivní produkce osiv. Z dlouhodobého hlediska jsou zástupci brukvovitých plodin využíváni jako krmné, letní, strniskové, ale i ozimé meziplodiny. V posledních letech nalézají svoji funkci i jako rostliny pomocné.

Významným faktorem umožňujícím využití brukvovitých druhů je jejich vysoká schopnost přizpůsobení se rozdílným podmínkám prostředí a u většiny i vysoká dynamika růstu po zasetí. Část brukvovitých druhů se rovněž vyznačuje schopností vysoké produkce nadzemní biomasy a potenciálem použití jako krmných plodin. Dlouholeté zkušenosti zemědělské praxe s pěstováním brukvovitých plodin jako hlavních plodin se promítají i do efektivní práce s těmito druhy jako s meziplodinami.

Dobře biologicky degradovatelná biomasa předurčuje brukvovité meziplodiny pro možnost využití jako tzv. zeleného hnojení. Intenzivním okruhem výzkumu ve vztahu k využití jako meziplodin je jejich fyto-sanitární působení v půdě, především ve vztahu k eliminaci půdních patogenů na základě přímého působení vylučovaných látek v době růstu, či na základě meziproduktů rozkladu jejich biomasy. Přeměny látek obsažených v biomase při rozkladných procesech v půdě vykazují i inhibiční efekt na klíčení semen plevelů.

Kulturní druhy brukvovitých rostlin v pozici meziplodin hrají významnou roli v potravní nabídce pro entomofaunu, jako producenti pylu a nektaru, včetně důležitého zdroje potravy pro včelu medonosnou. Opomenout nelze ani estetický význam kvetoucích porostů brukvovitých meziplodin v krajině, kde se jako monokulturní porosty či komponenty ve směsích podílejí na pestrosti krajiny v době, kdy se většina hlavních plodin nachází v pozdějších růstových fázích nebo jsou pole sklizená.

Rychlá dynamika růstu většiny brukvovitých meziplodin po výsevu je spojena s efektivní získáváním dusíku z půdy a jeho zabudování do biomasy, včetně dalších živin, čímž je omezoována především ztráta dusíku do spodních vrstev půdy a následně do spodních vod. Tvorba vyšších porostů zvyšuje drsnost povrchu půdy a omezuje větrnou erozi. Vysoké pokrytí půdy listovou plochou je primárním faktorem omezujícím degradaci půdy kapkovou erozí a vzniku následných procesů vodní eroze. Za optimálních podmínek pro růst brukvovitých druhů se většina využívajících zástupců vyznačuje vysokou konkurenční schopností vůči plevelům a výdrolu předplodin.

Zásadním omezením využití brukvovitých druhů jako meziplodin je vysoké zastoupení brukvovitých druhů v pozici hlavní plodiny v osevních postupech, v podmínkách České republiky se jedná o ozimou řepku. Vyšší zastoupení brukvovitých druhů v pozici hlavní plodiny, ale i meziplodiny, vede k nadměrnému rozvoji chorob a škůdců, kteří mají negativní vliv na vývoj rostlin a na naplnění pěstitelských cílů. Dalším rizikem brukvovitých druhů je obecně riziko vzniku tzv. sekundární dormance semen, která se následně v pozici zaplevelujících rostlin stávají závažným herbologickým problémem. V rámci tlaku na snižování používání herbicidů a s rozvojem ekologických systémů hospodaření mohou zaplevelující brukvovité rostliny vyskytující se na pozemku v důsledku pěstování jako meziplodiny představovat potenciální riziko.

2. Biologická specifikace druhů

Do předkládané odborné publikace byly zahrnuty aktuálně pěstované brukvovité druhy a druhy s předpokládaným potenciálem využití, zejména ve vztahu k rizikům sucha, zasolení půdy a změny délky vegetačního období v souvislosti se změnou klimatu. Dále se jedná o druhy, které nacházejí své uplatnění v systémech trvalého mulče, systémů setí do živého mulče a využitelné jsou i v technologiích využívajících principů pomocných plodin. Značná část brukvovitých druhů je stále častěji zařazována do vícekomponentních směsí mezíplodin, kde se výrazně podílejí na zvýšení jejich plasticity vůči kolísání počasí v daném roce a zároveň posilují agronomické a environmentální funkce fytoocenóz.

2.1. Hořčice bílá

Hořčice bílá, syn. hořčice setá, bělohořčice setá (*Sinapis alba* L., syn. *Leucosinapis alba* (L.) Spach), je jednoletá, hustě chlupatá bylina dosahující výšky 0,3 až 1,2 m (obr. 1). Listy jsou lyrovitě peřenodílné až peřenosečné, postranní úkrojky široce eliptické, tupé (Hejný a Slavík, 1992). Podle Pelikána a kol. (2019) jsou dolní lodyžní listy pokryty trichomy. Horní listy mají vejčitý až kopinatý tvar. Okraj listů je nepravidelně mělce zubatý se světle trávově zelenou barvou (Fábry a kol., 1975). Využívala se již ve starověké Číně před třemi tisíci lety a spolu s římskými jednotkami se dostala až do Evropy (Baranyk a kol., 2010). Baranyk dále uvádí, že na našem území byla prokazatelně pěstována již v roce 1596, jak uvádí Matthioliho herbář. Podle Hejného a Slavíka (1992) pochází pravděpodobně ze Středomoří, nyní se pěstuje v mnoha zemích Evropy, Asie, Severní a Jižní Ameriky a na Novém Zélandu. Starší literární údaje poukazují na skutečnost, že hořčice bílá vznikla pravděpodobně z plevelných druhů rozšířených v severní Africe, v oblasti Středozemního moře, v Malé Asii a jinde (Stehlík, 1968). V našich podmínkách roztroušeně může docházet ke zplaňování rostlin (Hejný a Slavík, 1992).



Obr. 1: Rostliny hořčice bílé vytvářejí vzrůstné porosty s vysokou produkcí nadzemní biomasy (foto Brant).

V podmínkách české republiky se pěstuje jako olejнина. Je vhodná do oblastí s hlinitými půdami, do teplých a suchých oblastí. V našich domácích podmínkách je nejběžněji používanou meziplodinou. Prioritně je pěstována pro produkci semen k výrobě stolní hořčice, velký význam má ale také pro tvorbu kvalitní nadzemní biomasy. Její obliba pro využití jako meziplodiny vyplývá z příznivých biologických a morfologických vlastností. Hořčice bílá je typicky jarní olejninou s krátkou vegetační dobou. Délka dne zásadně neovlivňuje její vývoj. Je však značně citlivá na mraz a ve většině případů není schopna přezimování. Na nízké teploty reagují negativně rostliny ve všech růstových fázích. Tato vlastnost je využívána při výsevech v podzimních měsících (strnisková a časné podzimní meziplodina), kdy je schopna vyprodukovat velké množství nadzemní biomasy, mnohdy přejde až do fáze kvetení. Příchodem mrazů dojde k ukončení vegetace a její degradující hmota přirozeně chrání půdní povrch před negativními vlivy eroze.

Hořčice bílá má výrazný fytosanitární účinek označovaný jako biofumigace, který se pojí s rozkladem glukosinolátů po zaorávce nadzemní hmoty do půdy. Rozkladné produkty výrazně redukuje půdní patogeny. V tomto směru dosahuje biomasa hořčice bílé nejlepších výsledků mezi ostatními brukvovitými rostlinami, protože k rozkladu dochází podstatně rychleji a s větší intenzitou. Některé odrůdy vykazují také antinematodní účinky a úspěšně redukuje výskyt háďátka řepného (Baranyk a kol., 2010).

U semen většinou nebyvají problémy s klíčením a následným vzcházením rostlin. Horší klíčivost můžeme očekávat pouze u osiva s vyšším podílem šedých semen, tedy semen napadených směsí houbových patogenů. V optimálních podmínkách je hořčice schopna vyklíčit a vzejít během několika dnů. Děložní lístky mladých rostlin jsou výrazně tmavě zelené a větší, než je běžné pro většinu ostatních brukvovitých plodin. V důsledku chladného počasí v době vzcházení mohou mít děložní lístky v některých letech nafialovělou barvu. Hypokotyl má tmavě zelenou až fialovou barvu a je často silně ochlupený. Kořen hořčice bílé je kulový a větví se ve velké množství bočních kořenů (obr. 2), které vytvářejí hustou síť v horních vrstvách ornice (Fábry a kol., 1975), proto je také využívána v systémech biologického zpracování půdy.



Obr. 2: Kořen hořčice bílé, odrůda Viscount (foto Rychlá).

Fáze plně vyvinuté listové růžice je krátká, rostliny záhy přecházejí do prodlužovacího růstu. I v tomto případě nehraje délka dne zásadnější roli. Stonek je dutý, bohatě se větví a dorůstá průměrně až 1 m. Často je nafialovělý, a to ve vazbě na genotyp rostlin a na průběh počasí.

Rostliny mohou dorůst celkové výšky až 2 m. Většinou jsou pak ale více náchylné k poléhání. Výška rostlin se úzce pojí s užitkovým směrem, pro který byl materiál prioritně vyšlechtěn. Genotypy semenných typů bývají nižší až průměrné, zatímco genotypy pícní zahrnují vysoké a robustní rostliny s velkým podílem nadzemní biomasy.

Hořčice bílé začínají kvést průměrně 60. den po výsevu (45. – 70. den). Květenstvím je hrozen jasně žlutých květů. Fábry a kol. (1975) uvádějí, že kališní lístky jsou světle zelené, dosahují až poloviny koruny a v době plného květu výrazně odstávají od korunních plátků (obr. 3).



Obr. 3: Kvetoucí rostliny hořčice bílé, odrůda Chacha (foto Rychlá).

Rostliny jsou cizosprašné, nucené samoopylení u nich výrazně snižuje výnos semen. Hořčice bílá je považována za významnou medonosnou rostlinu a je hojně navštěvována včelami i jiným hmyzem. Plodem hořčice bílé je krátká, bíle štětinatá šešule s dlouhým prohnutým zobanem a s třížilnými až pětižilnými žlutými chloupky. V ní se vyvíjí pouze menší počet semen (4 – 10). Také šešule je pokryta chloupky (Voškeruša a kol., 1965).

Hořčice bílá má typické, světle žluté semeno, velikostí snadno rozlišitelné od jiných druhů hořčic. V rámci kolekce NP (Národní program konzervace) však evidujeme i materiály hnědosemenné, v běžné praxi ale nepoužívané. Průměrná HTS se pohybuje mezi 5 – 8 g. Semeno, převážně žluté barvy, je využíváno k výrobě plnotučné hořčice, případně je součástí jiných typů hořčic. Obsahuje, stejně jako celá rostlina, velké množství glukosinolátů, především sinalbinu 12-18 (p-hydroxybenzyl glukosinolát). Po rozemletí semen a ovlhčení dochází u glukosinolátů k uvolňování hořčičné silice (Prugar a kol., 2008). To způsobuje ostře pačivou chuť výsledného produktu, ale i všech částí rostlinného těla. Hořčičné semeno obsahuje 25 až 30 % oleje (při vlhkosti 8 %). Z mastných kyselin má největší zastoupení nežádoucí kyselina eruková (kolem 50 %) s negativními dopady na lidské zdraví. Vysoký podíl má také kyselina olejová (kolem 20 %), v menší míře semeno obsahuje i kyselinu linolovou a linolenovou. Celkový obsah glukosinolátů v semeni dosahuje při 9 % vlhkosti kolem 300 – 330 $\mu\text{mol/g}$.

2.2. Hořčice černá

Hořčice černá, syn. brukev černá (*Brassica nigra* (L.) Koch) je méně známým zástupcem skupiny hořčic. Pochází z Malé Asie nebo ze Středozezemí. K léčebným účelům byla používána již starými Řeky a Římany (Voškeruša a kol., 1965). Později se začíná využívat i k výrobě stolní hořčice, především speciálním druhům. Z velmi drobného semene vyrůstá vysoká a silně větvená rostlina, odolná k průsuškům, citlivě reagující na podmočenou půdu.

Semena hořčice černé jsou ve srovnání s jinými druhy velmi malá. Mají tmavě hnědé, až černé osemení, oválný až mírně zploštělý tvar (Fábry a kol., 1975). Průměrná HTS se pohybuje mezi 1,5 až 2,0 g. I v našich zeměpisných šířkách je možné hořčici černou pěstovat z brzkých jarních výsevů, protože se dobře vyrovnává s mírnými přizemními mrazíky i prudkým střídáním teplot během dne. Na délku dne reaguje citlivěji než hořčice bílá, případně sareptská. V podzimních výsevech přechází sice do fáze prodlužování, ve většině případů ale vývoj v této fázi ukončí. V zimním období vymrzá, po teplých zimách ale mohou některé rostliny na jaře úspěšně regenerovat.

Hořčice černá vzhází pomaleji než hořčice bílá. Má výrazně drobnější děložní lístky světle zelené barvy. Hypokotyl a žilnatina bývají fialové.

Kořen hořčice černé je kulový, robustní a silně rozvětvený (obr 4). Celková délka kořene zaručuje rostlině přístup k vláze i z hlubších vrstev půdy, rostliny dobře snášejí půdní sucho. Naopak jsou velmi citlivé v přemokření, při kterém dochází v důsledku nízkého obsahu vzduchu v půdě k postupnému žloutnutí listů a výraznému zhoršení zdravotního stavu porostu.



Obr. 4: Kořen hořčice černé, materiál z kolekce NP 150O600020 (foto Rychlá).

Listová růžice je tvořena světle zelenými, jednoduchými, peřenolaločnatými listy (obr. 5), silně ochlupenými. V jarních výsevech je fáze plně vyvinuté listové růžice poměrně krátká a přechází do fáze prodlužování. V podzimních měsících se její délka výrazně prodlužuje.



Obr. 5: Počátek prodlužovacího růstu u hořčice černé, materiál z kolekce NP 15O0600002 (foto Rychlá).

Lodyha může dosáhnout až 2 m, podle hustoty výsevu silně větví. Spodní část stonku, úžlabí větví a terminální části jsou nafialovělé a ochmýřené (Pelikán a kol., 2019). Boční větve jsou slabší a několikanásobně větví. Rostliny mají jasně světle zelenou barvu. Horní listy jsou peřenolaločnaté až peřenodílné (obr. 6), výrazně kryté trichomy.



Obr. 6: Hořčice černá ve fázi prodlužovacího růstu, materiál z kolekce NP 15O0600021 (foto Rychlá).

Hořčice černá začíná nakvétat pouze s nevýrazným odstupem za hořčici bílou. Délka kvetení porostů se pohybuje okolo 30 dnů. Také tento druh hořčice je cizosprašný a je výrazně navštěvován hmyzem, především včelami. Je považována za významnou nektarodárnou plodinu (Pelikán a kol., 2019). Květenstvím hořčice černé je zahuštěný hrozen sytě žlutých květů (obr. 7). Po opylení spodnějších pater květů dochází k prodlužování lodyhy a oddělení jednotlivých mladých šešulí. Hořčice černá je silně poškozována blýskáčky. Dochází k opadu neopylených květů, především v začátku období kvetení. Díky značnému počtu květenství dokáže hořčice černá ztráty na výnosu úspěšně dorovnat.



Obr. 7: Kvetoucí hořčice černá, materiál z kolekce NP 1500600014 (foto Rychlá).

Plodem hořčice černé je krátká, čtyřhranná šešule, těsně přiléhající k lodyze (Fábry a kol., 1975). Obsahuje několik drobných, tmavě hnědých semen. Ta mohou být, stejně jako u hořčice bílé, poškozována šedosemenností. Semena hořčice bílé obsahují kolem 30 % oleje. Složení mastných kyselin dominuje nežádoucí kyselina eruková (45 %), obsah kyseliny olejové, linolové a linolenové je vyrovnaný, kolem 11 %.

2.3. Hořčice sareptská

Hořčice sareptská, syn. brukev sítinovitá (*Brassica juncea* (L.) Czern. et Cosson) je druhou nejvýznamnější plodinou ze skupiny hořčic. Jde o allotetraploid *B. campestris* ($n=10$) a *B. nigra* ($n=8$) (Morinaga, 1934). Původním centrem výskytu byla střední Asie. Rozlišujeme dvě formy, které se od sebe liší barvou semen. Žlutá semena, s možnou příměsí 1-5 % nahnědlých semen, má forma orientální. Evropský typ představují hnědosemenné materiály (Fábry a kol., 1975). Morfologicky se jednotlivé genotypy mohou výrazně lišit především výškou, tvarem listu, hustotou květenství i velikostí šešulí. Barva semen hraje významnou roli i při výrobě speciálních druhů hořčic. Hnědosemenné materiály jsou základem pro hořčice kremžského typu, žlutosemenné pak pro orientální a francouzské typy hořčic (Baranyk a kol., 2010). Důležitou vlastností druhu je schopnost odstraňovat z půdy fytoextrakcí toxické kovy (Pb, Cd, Ni, Zn, Cu, Cr, Co, Hg a některé radionuklidy), které je schopna vázat ve svých pletivech. V Asii a Africe se listy využívají jako listová zelenina (Pelikán a kol., 2016).

Hořčici sareptskou lze použít jako zelené hnojení nebo jako přísady z drcených semen pro potlačení škodlivých organismů v půdě pomocí postupu známého jako biofumigace (např. Barker a kol., 2014; Sukovata a kol., 2015).

Hořčice sareptská je typicky jarní olejninou. Byly však vyšlechtěny i materiály s vyšší odolností k vyzimování, prezentované jako ozimé typy (odrůda Sarepta Spota). Pro produkci semen ji sejeme z časných jarních výsevů, pro produkci nadzemní biomasy lze vysévat během celého vegetačního roku. Hořčice sareptská přechází do prodlužovací fáze bez ohledu na délku dne, pouze spolu se zkracováním dne a snižováním teplot dochází ke zpomalení vývoje. V zimním období většinou vymrzá, záleží ale na vegetační fázi, ve které do zimního období vchází. Některé rostliny jsou pak schopny na jaře regenerovat.

Hořčice sareptská vzhází, podobně jako hořčice černá, s malým odstupem za hořčici bílou. Děložní lístky mladých rostlin jsou drobné a většinou tmavě zelené. Hypokotyl a žilnatina bývají zbarveny antokyanem, případně ochlupeny.

Hořčice sareptská má tenký, kúlový kořen (obr. 8), rozvětvený především v orniční vrstvě (Fábry a kol., 1975). Kořen může být dlouhý až 1 m (Pelikán a kol., 2019). Hořčice sareptská se díky dlouhému kořeni dobře vyrovnává se suchem. Také kratší přemokření půdy umí kompenzovat a je v tomto směru, v porovnání s hořčicí bílou a černou, nejplastičtější.



Obr. 8: Kořen hořčice sareptské, odrůda Saratovská (foto Rychlá).

Listovou růžici tvoří jasně zelené, jednoduché, peřenolaločnaté až peřenodílné zubaté listy (obr. 9), s jedním až třemi páry segmentů a se široce vejčitým segmentem koncovým (Pelikán a kol., 2016).

Hořčice sareptská může dosáhnout výšky, v závislosti na genotypu, od 0,75 do 2 m. Lodyha rostlin je v dolní části štětinovitě chlupatá, v horní části lysá, často ojiněná. Ve spodní části může dřevnatět (Pelikán a kol., 2019). Má zelenou až modrozelenou barvu. V úžlabí listů je nafialovělá. Lodyha se větví, není však tak košatá jako hořčice černá. Listy horních pater mají výrazně odlišnou morfologii (obr. 10). Jsou jednoduché, kopinaté, na krátkém řapíku a zcela bez ochlupení (Pelikán a kol., 2019).



Obr. 9: Listová růžice hořčice sareptské, odrůda Raketa (foto Rychlá).



Obr. 10: Materiál z kolekce NP 1500700082 ve fázi butonizace (foto Rychlá).

Hořčice sareptská kvete jasně žlutými až světle žlutými květy seskupenými do řídkého až středně zahuštěného hroznu (obr. 11). Otvírající se poupata jsou vyhledávána a často výrazně poškozována blýskáčky, dochází k jejich opadu a snižování výnosu semen. Květy jsou složeny ze čtyř korunních lístků. Tyčinek v květu je šest, čtyři jsou dlouhé a 2 krátké (Minkevič a Borkovskij, 1953).



Obr. 11: Kvetoucí hořčice sareptská, materiál z kolekce NP – Bulharská (foto Rychlá).

Plodem hořčice sareptské je šešule, která obsahuje průměrně 8 až 12, ale až 20 semen. Rovná šešule má úzký tvar, k lodyze je přisedlá pod ostrým úhlem. Průměrná velikost šešulí se pohybuje mezi 25 až 42 mm. Orientální typy se žlutými semeny mají méně pukavé šešule než forma hnědosemenná (Fábry a kol., 1975).

Semeno je kulaté, případně lehce z boku promáčklé, se zřetelnou retikulací osemení (Fábry a kol., 1975). Může mít žlutou, nahnědlou nebo tmavě hnědou barvu. Průměrná HTS hořčice sareptské dosahuje hodnot 1,7 až 4,2 g. Semena obsahují 25 – 33 % oleje. Dominantní mastnou kyselinou je kyselina eruková (35 – 49 %), zastoupení kyselin olejové, linolové a linolenové je rovnoměrné (okolo 12 – 15 %).

2.4. Katrán habešský

Katrán habešský, syn. katrán etiopský, krambe habešská (*Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fries) pochází ze Středomoří, kde roste na vápenitých a kamenitých svazích. Je považován za rostlinu suchovzdornou (Minkevič a Borkovskij, 1953). V roce 1963 byl testován na našem území v polních podmínkách, kdy bylo oseto okolo 100 ha plochy. Katrán má krátký vegetační cyklus a sklizeň nastává obvykle 90 – 110 dní po výsevu (Falasca a kol., 2010). V našich zeměpisných šířkách a s ohledem na průběh počasí a stav půdy může být dozrávání opožděné. Totéž uvádí i Stražil (2010).

Katrán habešský sejeme ve stejném termínu jako ostatní jarní olejny. Přizemní mrazíky snáší hůře, většinou ale k vymrznutí vzházejících rostlin nedochází. Voškeruša a kol. (1965) uvádějí, že mladé rostlinky vydrží nízké teploty až do $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a je možné jej pěstovat i v méně příznivých podmínkách. Počáteční růst porostu je ve srovnání s jinými druhy výrazně pomalejší. Děložní listy jsou tmavě nebo jasně zelené, některé genotypy mají nafialovělý hypokotyl a pletiva kolem listové žilnatiny. Katrán je odolnější vůči poškození dřepčičky (Samarappuli a kol., 2020), což pozorujeme i v našich podmínkách, především v době vzházení.

Katrán habešský má dlouhý, kulový kořen s velkým množstvím postranních kořínků (Voškeruša a kol., 1965). Právě robustní kořen je předpokladem dobré suchovzdornosti a odolnosti k zasolení půdy (Samarappuli a kol., 2020).

Listová růžice je tvořena světle zelenými, jednoduchými, celistvými, po obvodu částečně vroubkovanými listy (obr. 12). Ve srovnání s ostatními běžně využívanými brukvovitými plodinami má výrazně delší fázi plně vyvinuté listové růžice, a to bez ohledu na dobu výsevu. Při pozdním výsevu, v období zkracujícího se dne (září) do prodlužovací fáze vůbec nepřechází. Zimní období není schopen překonat a vymrzá.



Obr. 12: Listová růžice katránu habešského – položka z kolekce NP 1501100010 (foto Rychlá).

Prodlužovací růst začíná kolem 35. dne po výsevu, v závislosti na termínu setí. Je výrazně rychlejší a záhy je ukončen kvetením (obr. 13). Rostliny dosahují výšky 0,80 – 1,2 m. Lodyha má světle zelenou barvu, je silně větvená a ochlupená, stejně jako boční větve. Katrán je převážně samosprašný (Voškeruša a kol., 1965) a kvete drobnými bílými až nažloutlými kvítky postupně nakvétajícími na jednotlivých hroznovitých květenstvích (obr. 14).



Obr. 13: Začátek kvetení rostlin katránu habešského, materiál Indy (foto Rychlá).



Obr. 14: Katrán habešský se vyznačuje postupným nakvétáním jednotlivých květů na jednotlivých hroznovitých květenstvích, položka z kolekce NP 15O1100010 (foto Rychlá).

Plodem je drobná, kulovitá nažka světle hnědé barvy, která snadno po dozrání opadává (Voškeruša a kol., 1965). Velikost nažky je mezi 3-4 mm. Uvnitř obsahuje pouze jedno semeno, olivově zelené až tmavě hnědé barvy. Semeno se z nažky samovolně neuvolňuje, je potřebné mechanické porušení. Při mechanizované sklizni je sklizen celý plod.

Semena obsahují 32 – 38 % oleje (Pelikán a kol., 2019). Majoritní obsah má kyselina eruková (kolem 60 %), proto lze olej využívat pouze pro technické účely. Obsah kyseliny olejové se pohybuje okolo 17 % a podíly kyselin linolové a linolenové shodně okolo 6 – 8 %. Hmotnost tisíce nažek se pohybuje mezi 6,5 až 8,5 g.

2.5. Lnička setá

Lnička setá (*Camelina sativa* (L.) Crantz) pochází z jihovýchodní Evropy, přední Asie a severu Afriky (Pelikán a kol., 2019). Patří ke starým kulturním rostlinám, které se dříve pěstovaly po celé Evropě, a to na relativně velkých plochách. Na našem území byla zjištěna i v nálezech z doby keltské. K většímu rozšíření došlo po druhé světové válce, kdy Lnička sloužila jako náhradní plodina za vyzimovanou řepku (Baranyk a kol., 2010). V současné době roste zájem o pěstování Lničky jako suroviny pro biopaliva a bioprodukty (Johnson a kol., 2007). Její olej se ukázal vhodný pro výrobu bionafty a obnovitelného leteckého paliva (Shonnard a kol., 2010).

Lnička setá je nenáročná plodina s velmi vysokým účinkem osvojování živin a může růst i při omezeném hnojení dusíkem. Produkuje antimikrobiální fytoalexiny, které jí zajišťují odolnost vůči rostlinným patogenům a hmyzím škůdcům. Vyznačuje se rovněž alelopatickým působením (Lovett a Jackson, 1980).

Vyskytuje se ve formě jarní a ozimé. Má velmi krátkou vegetační dobu (kolem 3,5 měsíce) a současně jde o velmi nenáročnou plodinu, která má nízké nároky na stanoviště (Stražil, 2008). Je výrazně suchovzdorná a hodí se do sušších oblastí (Pelikán a kol., 2019). Naopak nesnáší zamokření půdy, dochází při něm ke zpomalení růstu, žloutnutí a opadu listů, který může končit až odumřením rostlin. Seje se jí v časně raných termínech, protože se dobře vyrovnává se slabšími přizemními mrazy.

Lnička je velmi odolná k napadení chorobami i škůdci a dá se pěstovat i jako meziplodina (Stražil, 2008). Je považována za dobrou nektarodárnou plodinu (Pelikán a kol., 2019). Na zkracující se délku dne reaguje pouze slabě, a je schopna přejít do prodlužovací fáze i v případě podzimních výsevů. Pak ale během zimy vymrzá.

Děložní listy mají vejčitý tvar, zcela odlišný od ostatních běžných brukvovitých plodin. Jsou světle zelené. Lnička rychle kličí a i následný vývoj je takový. Je citlivá na tvorbu půdního škraloupu, který má za následek mezerovité vzcházení porostů (Baranyk a kol., 2010). Mladé rostliny nejsou příliš napadány škůdci a většinou není nutné přistupovat k chemické ochraně.

Lnička má kulový kořen (obr. 15), který může být tlustý až přes 10 mm (Baranyk a kol., 2010). Listovou růžici tvoří světle zelené jednoduché listy, většinou celokrajné nebo slabě zubaté, po celé ploše ochlupené (obr. 16).

Lnička přechází do prodlužovací fáze záhy (4-6 týdnů po vzejití). Vytváří slaběji větvenou, zaobleně hranatou, plnou lodyhu. Lodyha je drsná, porostlá chloupky (Voškeruša a kol., 1965).



Obr. 15: Kořen Lničky seté (foto Rychlá).



Obr. 16: Plně vyvinutá listová růžice lničky seté, položka z kolekce NP – odrůda Voroněžská (foto Rychlá).

Lnička větví podle hustoty porostu. Řídké porosty se začínají větvit již od báze lodyhy, zatímco v hustých porostech až od asi 2/3 lodyhy (Baranyk a kol., 2010). Postranní větve jsou krátké a nepřevyšují stonk (Voškeruša a kol., 1965). Lnička dosahuje celkové výšky 0,7 - 1 m.

Dolní listy jsou dlouze řapíkaté, obkopynaté nebo zpeřeně členěné, střední a horní přisedlé (obr. 17), podlouhlé až obkopynaté, všechny ochlupené (Baranyk a kol., 2010).



Obr. 17: Lnička setá ve fázi butonizace, materiál z kolekce NP – odrůda Braníšovická (foto Rychlá).

Květy lničky seté jsou drobné, světle žluté, seskupené v malých hroznovitých květenstvích (obr. 18). Květy rozkvétají postupně odspodu rostliny a stejně pak dozrává celá rostlina (Voškeruša a kol., 1965). Květy rostou na dlouhých, šikmo odstálých stopkách (Baranyk a kol., 2010). Kاليšní lístky mají podlouhlý tvar, jsou úzce bíle lemované (Stražil, 2008).

Lnička začíná kvést v případě časných jarních zásevů (konec března) v první dekádě června. Délka kvetení se pohybuje kolem 14 dnů. Hlavním opylovačem jsou včely (Baranyk a kol., 2010).



Obr. 18: Lnička setá ve fázi plného květu, materiál z kolekce NP – odrůda Voronezhskii (foto Rychlá).

Plodem lničky seté je obvejcovitá šešulka, rozdělená přepážkou na dvě části (Baranyk a kol., 2010). Průměrná velikost šešule se zobanem se pohybuje kolem 8 – 10 mm. Šešule nepukají ani v plné zralosti (Stražil, 2008). Semena jsou v šešulích umístěna ve dvou řadách.

Semena lničky mají žlutohnědou až oranžovou barvu. Mají elipsoidní tvar, jsou jemně hrbolatá s výraznou rýhou. HTS se pohybuje mezi 0,9 až 1,7 g. Gesch a kol. (2017) poukazují na vyšší vzcházivost rostlin při výsevu semen do hloubky 20 mm než při hlubším setí. Semena obsahují kolem 35 % oleje. Složení mastných kyselin se výrazně liší od ostatních brukvovitých olejnin. Podíl nežádoucí kyseliny erukové je malý (kolem 3 %). Majoritní podíl má kyselina linolenová (30 %), linolová (20 %). Kyselina olejová je obsažena pouze z 15 %, stejný obsah má ale i kyselina eikosenová, což není zcela běžné.

2.6. Roketa setá

Roketa setá (*Eruca sativa* (L.) Mill.) pochází ze Středozeří a horských oblastí jihozápadní Asie (Pelikán a kol., 2019). Jde o cizosprašnou brukvovitou olejninu s krátkou vegetační dobou. Je suchovzdorná, hodí se pro využití v sušších oblastech. Další její výhodou je vyšší odolnost k poškození živočišnými škůdci. Může se vysévat již časně na jaře, protože je odolná k nízkým teplotám (Voškeruša a kol., 1965). V období prodlužujícího se dne přechází záhy do generativní fáze, při podzimním výsevu (září) již do prodlužovací fáze většinou nepřechází. Většina genotypů roketky jarního typu přes zimu vyzimovává, přesivkové typy ale mohou na jaře pokračovat ve vývoji. Roketa setá (rukola) se používá také jako listová zelenina s obsahem vitamínu C. Čerstvá roketka setá má charakteristickou štiplavou chuť. Předpokládá se, že to souvisí s přítomností glukosinolátů a produktů jejich rozpadu – isothiokyanátů (Bennett a kol., 2002).

Děložní lístky jsou jasně zelené, klasického tvaru, jako u většiny brukvovitých plodin. Hypokotyl bývá často nafialovělý. Roketa není příliš citlivá na chlad v začátku vegetace, k poškození rostlin nedochází. Také poškození požerem škůdců nebývá fatální. Plodina není výrazněji náročná na podmínky prostředí. Dobře vzchází i v sušší půdě, přemokření s nedostatkem vzduchu v půdě je pro ni stresující.

Listová růžice je tvořena jednoduchými laločnatými listy jasně zelené barvy (obr. 19) s výraznou žilnatinou, u některých genotypů částečně nafialověnou. Listy nebývají ochlupené. V této vývojové fázi se rostliny používají jako zelenina. Kořen roketý seté je kulovitý a silně větví (obr. 20).

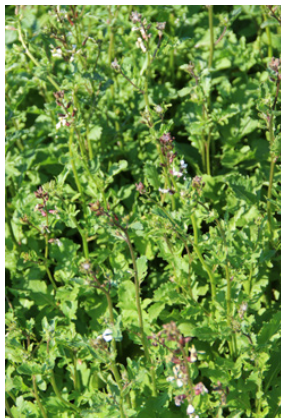


Obr. 19: Listová růžice roketý seté, položka z kolekce NP 1501200004 (foto Rychlá).



Obr. 20: Kořen roketý seté (foto Rychlá).

Do generativní fáze přechází roseta záhy po výsevu (obr 21). Výrazně dobu zkracuje teplé a suché počasí v tomto období. V případě podzimních výsevů v důsledku zkracujícího se dne k přechodu nedochází nebo jen velmi omezeně. Lodyha je přímá s menším počtem postranních větví. Je často alespoň částečně nafialovělá a slabě ochlupená. Rostliny mohou dosáhnout celkové výšky až 0,6 – 1 m. Lodyha je slabá, má silný sklon k poléhání v důsledku hmotnosti květenství a posléze vyvíjejících se plodů. Pokud nedojde k celkovému polehnutí, často je alespoň deformovaná. Dolní listy jsou lyrovitě peřenoklané, horní přisedlé a nepravidelně zubaté (Pelikán a kol., 2019).



Obr. 21: Přechod rostlin roketky seté do generativní fáze
(foto Rychlá).

Rostliny mají výrazné větší květy bílé, krémové, žluté až oranžové barvy, podle genotypu. Květ je čtyřčetný, pravidelný, s výrazně nafialovělými kališními lístky na kratších stopkách (obr. 22). V době květu a následujícím období dozrávání rostliny intenzivně a charakteristicky voní. Hustota květenství není velká a souvisí s genotypem. Rostliny nakvétají rovnoměrně, od nejstarších poupat k vrcholu květenství. Nemají sklon k tvorbě bočních větví s dalšími květy. Doba květu se pohybuje mezi 21 - 30 dny. Porosty jsou v této době hojně navštěvovány hmyzem, především včelami.



Obr. 22: Květy roketky seté, položka z kolekce NP 1501200002
(foto Rychlá).

Plodem roketky seté je šešule s celkovou délkou 20 – 35 mm. Šešule je tvořena kýlnatými chloupkami s mečovitým zobanem (Pelikán a kol., 2019). Šešule těsně přiléhají k lodyze, často mají anthokyanidové zbarvení. Mají sklon samovolně nebo v důsledku malého tlaku pukát, čímž dochází ke ztrátě semen.

Semena roketky seté jsou hladká. Barva osemení se liší dle genotypu. Převažují různé odstíny hnědé, od světlých až po tmavé. Na semeni je patrná výrazná rýha. HTS se pohybuje mezi 2,5 – 4,0 g. Semena obsahují kolem 30 % oleje s největším podílem kyseliny erukové (kolem 54 %). Obsah kyseliny linolové se pohybuje kolem 8 %, linolenové a olejové 10 - 11 %. S ohledem na extrémní obsah kyseliny erukové nelze využívat olej v lidské výživě, své využití najde ale jako technický olej se specifickými vlastnostmi.

Voškeruša a kol. (1965) uvádějí, že sklizeň semen je náročnější, protože výrazně nerovnoměrně dozrávají. Z našich pokusů ale vyplývá, že výrazným problémem je spíše poléhání materiálů a sklon k vypadávaní semen.

2.7. Řepka ozimá

Řepka ozimá, tj. ozimá forma brukve řepky olejky (*Brassica napus* L. subsp. *napus*), je v našich podmínkách nejpěstovanější olejnou plodinou. Využití jako meziplodiny je však velmi omezené. Důvodem je časté zařazování řepky do osevních postupů jako hlavní plodiny a ve fytosanitárních rizicích s tím spojených. Přesto by v některých specifických případech mohla být jako meziplodina, či jako komponent do směsí meziplodin, využita.

Brukev řepka olejka ozimé formy striktně vyžaduje období jarovizace s nízkými teplotami, aby byla schopna přejít do generativní fáze. Proto se jako hlavní plodina seje na podzim. Pokud je vyseta na jaře, či ještě lépe začátkem léta, není schopna přejít do generativní fáze a zůstává dlouhodobě ve fázi listové růžice. Jedinou výjimkou mohou být chladné a vlhké roky, ve kterých může proběhnout částečná jarovizace. Rostliny mohou pokračovat ve vývoji, nakvétají ale výrazně později. Vytvořená květenství jsou slabá, silně poškozovaná škůdci, ke zrání semen dochází pouze v nepatrné míře. Současně je z habitu rostliny patrné, že se jedná o ozimou řepku vysetou na jaře (vyšší podíl listů a mohutnější lodyhy).

Řepka ozimá klíčí a vzhází velmi rychle. V optimálních podmínkách můžeme do 7 dnů po zásevu hodnotit porost jako rovnoměrně vzešlý. Tvar děložního lístku je obráceně ledvinovitý, dvakrát širší než delší (Voškeruša a kol., 1965). Většinou má tmavě zelenou barvu a hypokotyl nafialovělý.

Během podzimních měsíců dochází k vývoji listové růžice, která má před zimou minimálně devět pravých listů, kořenový krček je silný i více než 10 mm. Listy jsou řapíkaté, lyrovitě zpeřené. Okraj listu může být nerovnoměrně zubatý. Morfologie listů se výrazně liší podle genotypu. Barva listu je tmavě zelená až namodralá (obr. 23).



Obr. 23: Plně vyvinutá listová růžice, odrůda Sněžka (foto Rychlá).

Ozimá řepka je šlechtěna na vysokou odolnost k vyzimování. Výpadky rostlin na jaře jsou proto spíše výjimečné a způsobuje je silné poškození škůdci (dřepčící, slimáci, mšice). V důsledku prodlužujícího se dne a zvyšování teplot přechází řepka brzy na jaře do generativní fáze. Lodyha může dosáhnout celkové výšky až 2 m (obr. 24). Při pěstování jako hlavní plodiny je snížení rizika polehnutí rostlin řešeno využitím nižších genotypů, či použitím morforegulátorů. Regulace porostů morforegulátory je z pohledu mimoprodukčního využití jako mezíplodiny samozřejmě nepravděpodobná. Lodyha středně větví, dle genotypu od nižších nebo středních pater. Uvnitř lodyhy je dřev, lodyha není ochlupená a pokud je zbarvena anthokyanidy, pak spíše lokálně a ve vyšších patrech. Lodyha nese přisedlé, poloobjímavé, peřenolaločnaté, zubaté nebo celokrajné listy (Pelikán a kol., 2019).



Obr. 24: Prodlužovací fáze řepky ozimé, položka z kolekce NP 1500100607 (foto Rychlá).



Obr. 25: Detail květu řepky ozimé (foto Rychlá).

Řepka ozimá začíná kvést koncem dubna, začátkem května. Délka kvetení se pohybuje kolem 30 dnů. Obvyklou barvou květu je jasně žlutá, existují však i genotypy světle žluté, oranžové nebo krémové (bělokvětá řepka). Květy jsou souměrné, tvořené čtyřmi korunními plátky a čtyřmi listy kališními (obr. 25). Korunní plátky jsou 8 - 12 mm dlouhé, mají úzký nehet, tyčinky jsou uspořádány ve dvou kruzích. Vnější dvě jsou kratší než čtyři vnitřní. V květu jsou i čtyři medníky, které vylučují nektar, a tím vábí hmyz do květů (Voškeruša a kol., 1965). Řepka ozimá je jednou z nejvýznamnějších nektarodárných plodin s významem pro organizovaný chov včel. Květenství řepky tvoří středně řídký hrozen. Nejprve rozkvétají květy na hlavním terminálu, později na bočních větvích.

Plodem řepky ozimé je protáhlá, neochlupená šešule. Její celková délka může dosáhnout až 100 mm. Šešule obsahuje dvě jednonervové síťové chlopně a středně dlouhý kuželový zoban. U starších materiálů byl problém s pukavostí šešulí, a tím se ztrátami při sklizni. Současné moderní odrůdy jsou již dostatečně odolné a k těmto ztrátám běžně nedochází. Šešule je umístěna v ose se stopkou na rozdíl od řepic, kde je šešule ke stopce zalomena.

Semena řepky jsou nepravidelně kulatá (Pelikán, 2019), s výraznou rýhou. Jsou tmavě hnědá až černomodrá, podle genotypu lesklá nebo matná. HTS se pohybuje mezi 3,5 až 6,5 g. Semena obsahují kolem 40 - 45 % oleje. Skladba mastných kyselin v oleji moderních odrůd je pro lidskou výživu velmi příznivá. Obsahuje kolem 65 - 70 % kyseliny olejové, 15 % kyseliny linolové, 6 - 8 % kyseliny linolenové a pouze nepatrný obsah kyseliny erukové. Obsah glukosinolatů byl šlechtitelským procesem také snížen a to pod 15 $\mu\text{mol/g}$.

2.8. Řepka jarní

Jarní forma brukve řepky olejky (*Brassica napus* L. subsp. *napus*) nemá v podmínkách České republiky zásadní hospodářský význam. Důvodem jsou mírnější zimy, které umožňují úspěšně pěstovat výnosnější ozimou formu, oproti níž má jarní forma některé další nevýhody. Mezi nejdůležitější patří to, že rostliny seté na jaře rychle přecházejí do generativní fáze, čímž dochází k omezenější produkci nadzemní biomasy a ke snížení výnosu semen. V našich klimatických podmínkách je také v období kvetení jarní formy velmi silný tlak škůdců (blýskáčci), kteří silně poškozují rostliny. Tlak škůdců je při využití jako hlavní plodiny nutné řešit opakovaným použitím chemické ochrany. Tyto vstupy zatěžují systém pěstování jarní formy řepky na semeno, který se stává nejen neekologickým, ale i neekonomickým. Z pohledu využití jarní řepky jako meziplodiny však může být situace zcela jiná. Existují genotypy tzv. krmného typu, tedy materiály s vyšším podílem biomasy a delší vegetativní fází, které by mohly být za tímto účelem pěstování jako meziplodiny využity.

Jarní řepka se v běžné praxi seje brzo na jaře. Při výsevu na podzim nedojde k odkladu nástupu generativní fáze, pouze se doba vegetativní fáze nepatrně prodlouží. Z našich pokusů máme potvrzeno, že jarní formy řepky jsou schopny ve vývoji (začátek kvetení) pokračovat i v pozdním podzimu, kdy se již často vyskytují přízemní mrazíky (listopad). Takové materiály kvetou v této době plným květem, z velké části se však již nejsou schopny opylit a nedochází tak k vývoji semen. Dokonce některé rostliny jsou takto schopny přečkat zimu, na jaře zregenerovat a znovu vykvést.

Morfologie rostlin u jarní formy brukve řepky olejky je velmi podobná její ozimé formě. Proto není zapotřebí se jí do hloubky věnovat. Zdůrazníme pouze základní rozdíly, které obě formy odlišují. Děložní listy jarní formy jsou tvarově shodné, jsou ale světlejší.

Fáze plně vyvinuté listové růžice je výrazně kratší než u ozimé formy. V teplých a suchých letech nedosáhne počet listů ani počtu 9 (často jen 4 - 5, obr. 26) a rostliny přejdou do prodlužovací fáze. Barva spodních listů je výrazně světlejší než u řepky ozimé. Listy jsou menší a slabší. Často jsou spíše celistvé, bez hlubších zářezů, jak je známe u ozimé formy. Kořen řepky jarní je slabší, hluboko kořenicí, s menším počtem postranních kořinek (obr. 27).



Obr. 26: Listová růžice v počátku přechodu do generativní fáze, odrůda Magma (foto Rychlá).



Obr. 27: Kořen řepky jarní (foto Rychlá).

Přechod do generativní fáze je velmi rychlý a je ovlivněn průběhem počasí (teplota, srážky). Lodyha je výrazně slabší, rostliny jsou celkově nižší. V průměru dorůstají pouze 0,8 – 1 m. Lodyha má světle zelenou barvu, stejně tak i lodyžní lístky. Jarní forma řepky nakvétá v době konce květu ozimé formy (obr. 28).

Květenství tvoří výrazně řidší hrozen jasně žlutých květů, existují ale, stejně jako u ozimé řepky, materiály např. bělokvěté. Květenství bývá silně poškozováno blyskáčky, což vede k výrazným ztrátám na výnosu semen. Šešule jarní formy mají stejný tvar, jsou ale převážně kratší. Často i ony jsou poškozovány škůdci (bejlmorka kapustová) a houbovými chorobami (plíseň zelná), semena bývají menší, s nižší HTS.

Semena jarní řepky jsou drobnější, průměrná HTS se pohybuje mezi 3,5 až 4,5 g. Barevně se neliší od ozimé formy, některé genotypy (nebo také v důsledku nouzového dozrání) však mají semena světle hnědé barvy. Obsah oleje v semeni je mezi 38 až 40 %. V oleji dominuje kyselina olejová (45 – 52 %) následovaná kolem 17 % kyselinou linolovou a ze 7 % kyselinou linolenovou. Obsah kyseliny erukové a glukosinolatů je u moderních odrůd jarních řepok také minimální.



Obr. 28: Prodlužovací fáze řepky ozimé, položka z kolekce NP 15O0100607 (foto Rychlá).

2.9. Řepák olejný - řepice ozimá a jarní

Řepák olejný, přesněji brukev řepák olejný (*Brassica rapa* L. subsp. *oleifera* (DC.) Metzger), častěji nazývaný jako řepice olejná, byla v dřívějších dobách pěstována ve směsi s řepkou, teprve později byly oba druhy rozděleny a vyvíjely se samostatně. Stejně jako u brukve řepky olejky, i u řepic rozlišujeme formu ozimou a jarní, se všemi důsledky, které popisujeme v kapitole o řepce. Řepice, jako druh, je ve srovnání habitu s řepkou celkově slabší. Je výrazně ranější, nakvétá i zraje o cca 14 dnů dříve. V provozní praxi jsou rostliny řepic často mylně považovány za řepku, protože jsou si morfolocky velmi podobné. Řepice ozimá se dříve pěstovala intenzivněji, jako krmivo pro dobytek nebo na zelené hnojení. Existují u nás lokality, kde vysemeněné řepice dodnes silně zaplevelují plochy s ozimou řepkou. Jarní forma se pěstovala méně často, a to spíše jako náhrada za vyzimovanou ozimou řepku pro svoji kratší vegetační dobu a vyšší odolnost proti poškozování škůdci. Limitujícím faktorem pro větší využití řepic k produkci semen je nepříznivé složení mastných kyselin v oleji. Obsahuje vyšší podíl nežádoucí kyseliny erukové, případně také glukosinolátů. Šlechtění nových genotypů probíhá pouze omezeně, a to v zahraničí. Díky němu jsou ale na trhu již materiály s dobrou kvalitou, které mohou být snáze pěstovány ve větším měřítku.

Vzcházení zásevů ozimých i jarních forem řepic bývá většinou bezproblémové. Děložní lístky mají světlejší zelenou barvu, tvar shodný s řepkou. Poškození dřepčiky nebývá tak silné, mladé rostliny jsou ale enormně citlivé na přenos viróz mšicemi, mnohdy napadení a rozvoj virózy vede až k odumření rostlin, případně jsou ozimé materiály tak oslabeny, že během zimy vyzimují.

Přízemní růžice řepic je tvořena výrazně světle zelenými, peřenosečně dělenými listy (obr. 29), které jsou silně ochlupené. Ozimá forma tvoří před zimou dobře vyvinutou listovou růžici s velkým množstvím biomasy. Jarní forma je, stejně jako v případě brukve řepky olejky, výrazně slabší, listy slaběji ochlupené. Také tyto rostliny přecházejí záhy do generativní fáze. Kořen řepic, zvláště jarní formy, je slabší, kulovitý, hluboce kořenící. Má menší počet postranních kořínků.



Obr. 29: Listová růžice řepice jarní, odrůda Boël (foto Rychlá).

Lodyha má kulatý tvar a trávově zelenou barvu. Může být částečně nafialovělá, dle genotypu. Větvi podobně jako řepka ozimá. Listy přisedající k lodyze ji zcela objímají (obr. 30), což je výrazný rozdíl oproti řepce. Rostlina je méně olistěná než řepka. Řepice obou forem dosahují menší celkové výšky. Ozimé řepice dorůstají do 1,4 – 1,7 m, jarní forma 0,9 – 1 m. Řepice má silný sklon k poléhání, zvláště ozimá forma poléhá pravidelně. Šlechtění nových odrůd není tak intenzivní, přesto nejmodernější materiály jsou již k poléhání více odolné.



Obr. 30: Ozimá řepice ve fázi prodlužování, odrůda Lenox (foto Rychlá).

Porosty řepic nakvétají vždy před řepkou. Rozdíl v termínu nakvétání se pohybuje mezi 10 – 14 dny, dle průběhu počasí. Květenství tvoří hustý hrozen menších, většinou jasně žlutých květů. Květní stopka je vždy delší než květ, u řepky stejná (Voškeruša a kol., 1965). Řepice nebývá tolik poškozována blýskáčky v době začátku květu, většinou bez větších problémů nasadí dostatečné množství plodných šešulí. Včelami je navštěvována podobně jako řepka. Tím, že kvete před ní, prodlužuje dobu sběru nektaru.

Doba květu řepic je podobná jako u řepky, dokvětá a zraje výrazně dříve. V tomto období dochází k polehnutí porostů. Šešule řepic jsou kratší. Zoban je výraznější. Šešule jsou zalomeny k ose stopky, což je typickým determinačním znakem pro tuto plodinu. Celková délka šešulí se pohybuje mezi 50 – 70 mm. Starší genotypy mají sklon k pukání a vypadávání semen, což je také podpořeno polehnutím rostlin.

Semeno řepic je menší, nepravidelně kulaté. Ozimé formy mají semena hnědá, světlejší než řepka. U jarních forem se vyskytují i genotypy s podílem žlutých semen. Průměrná HTS se pohybuje mezi 3,5 až 4,5 g. Semena starších genotypů nemají optimální skladbu mastných kyselin, obsahují vyšší podíl kyseliny erukové a glukosinolátů. Průměrný obsah oleje v semenech je 35 až 42 %. Největší zastoupení v něm má kyselina olejová 44 až 70 % (diference mezi genotypy je značná), linolová 17 až 20 %, linolenová 7 až 12 %, eruková 30 % až stopy (moderní genotypy).

2.10. Další perspektivní druhy

Kromě výše uvedených druhů z čeledi brukvovitých je potřebné zmínit i některé méně využívané druhy, které mohou doplnit a rozšířit druhovou skladbu meziplodin.

Hořčice habešská, syn. **brukev kýlnatá** (*Brassica carinata* A. Braun) je nazývána též abesínské zelí nebo etiopská hořčice. Pěstuje se především jako olejнина v Etiopii (Alemaheyu a kol., 2002) a její semena se vyznačují vysokým obsahem glukosinolátů a kyseliny erukové (Getinet a kol., 1997). Vylisovaný olej s vysokým obsahem kyseliny erukové (40 – 45 %) je vhodný pro průmyslové využití (Shivendra a kol., 2020). Seepaul a kol. (2021) uvádějí, že hořčice habešská je široce adaptabilní pro pěstování ve vlhkých subtropických a vlhkých kontinentálních klimatických oblastech Asie, Afriky, Severní Ameriky, Jižní Ameriky, Evropy a Austrálie jako jarní nebo zimní plodina. Rostliny jsou odolné vůči teplu, chorobám a vyznačují se nižšími požadavky na spotřebu vody než ostatní brukvovité rostliny.

Rostliny dosahují průměrné výšky 1,4 m a vyznačují se vysokým větvením, kořeny dosahují hloubky až 1 m (Barro a Martín, 1999; Zanetti a kol., 2013). Lodyhy jsou lysé, voskové, dosahují až 20 mm v průměru. Na lodyhách jsou listy s krátkým řapíkem, ty jsou střídavé, lysé až mírně chlupaté. Dolní čepele listů jsou vejčité až podlouhlé s jedním až třemi hlubokými laloky, dlouhé 0,2 m a 0,1 m široké (Seepaul a kol., 2021).

Šlechtěním nebo jednoduchým výběrem byly vyvinuty listnaté typy pro různé nutriční účely (zelenina a pícniny). Rostlina má jemnou chuť a konzumuje se rovněž jako listová zelenina. Její pěstování v osevních postupech zahrnujících řepku, cukrovou řepu, brambory a zeleniny je omezeno, protože jako brukvovitá rostlina silně podporuje rozvoj nádorovitosti košťálovin (firemní materiály Feldsaaten Freudenberger GmbH & Co. KG).

Při využití jako meziplodiny lze druh použít jako rychle rostoucí komponent do směsí nebo pro monokulturní porosty. Termín výsevu je na jaře a při využití jako strnisková meziplodina nejpozději do konce srpna. Výsevek se při zakládání čistosevů doporučuje na úrovni 15 kg/ha, hloubka setí v rozmezí 10 až 20 mm. Druh je považován za vhodný do mírného klimatu, ale dobře snáší horké a suché počasí. I za stresových podmínek vykazuje vegetativní růst (Inovation, 2017).

Pro odolnost vůči suchu a vysokým teplotám je doporučována do směsí letních meziplodin (firemní materiály Deutsche Saatveredelung AG), zde se jedná o odrůdu Redbone, která se vyznačuje červenofialovým zbarvením. U jednotlivých odrůd lze nalézt rostliny s typickým zeleným zbarvením, tak rostliny s antokyanovým podbarvením listů (obr. 31).

Řeřicha setá (*Lepidium sativum* L.), nazývaná rovněž řeřicha zahradní, je rychle rostoucí rostlina nižšího vzrůstu. Při časném jarním výsevu začíná kvést na konci května. Semena bez problému dozrají v druhé polovině července. Rostliny dorůstají celkové výšky 0,6 až 1 m, lodyha středně větví a je olistěna stříbřitými drobnějšími lístky.



Obr. 31: Rostliny hořice habešské se často využívají do směsí a vyznačují se rychlým růstem a tvorbou širokých listů (foto Brant).

Rostlina je spíše vnímána jako jedlá bylina využívaná ve fázi mladých rostlin. V posledních letech se stala využívanou jako meziplodina.

Semena řeřichy velmi dobře klíčí i za přítomnosti světla. Rostliny jsou velmi citlivé k herbicidům. Rostlinné zbytky lze velmi dobře zapracovat do půdy. Hmotnost tisíce semen se pohybuje na úrovni 8 g. Hloubka setí by se měla pohybovat v rozmezí 10 až 20 mm. Při monokulturním pěstování se doporučuje výsev v rozmezí 10 až 20 kg/ha (firemní materiály Feldsaaten Freudenberger GmbH & Co. KG a BSV Saaten).

Řeřicha je pro svou dobrou pokrývnost půdy, ale s nepříliš bujnou tvorbou biomasy, ideální jako meziplodina před jarním setím do mulče, například pro výsev kukuřice. Jarní výsevy lze doporučit od začátku dubna, při využití jako strniskové meziplodiny, či pro tvorbu vymrzajícího



Obr. 32: Směsný porost brukvovitých plodin (ředkev olejná, Inička setá a řeřicha setá) založený jako strnisková meziplodina na začátku srpna (foto Brant).

mulče nejpozději do konce srpna. Eriksen a kol. (2004) uvádějí, že rostliny se vyznačují vysokým obsahem síry (1,03 %) a úzkým poměrem C : S (40 : 1).

Řeřicha setá je často zařazována do směsi s ostatními meziplodinami, nebo přímo se zástupci z čeledi brukvovitých. Na obrázku 32 je porost složený z ředkve olejné, lničky seté a řeřichy seté vysetý na začátku srpna. Na začátku září již rostliny řeřichy seté a lničky seté vstupovaly do fáze začátku kvetení.

Botanický druh s označením **ředkev setá** (*Raphanus sativus* L.) zahrnuje velké množství poddruhů, které se mezi sebou i dost zásadně liší, a to jak po stránce morfologické, tak i z pohledu fenologického. V zásadě jde o rostliny tvořící mohutné listové růžice a zvětšený kořen (bulvičku), který se často konzumuje. Jde o rostliny silně reagující na délku dne a teplotní podmínky. Po jejich překročení dochází k zastavení tvorby nadzemní biomasy i kořene a rychlému vývoji květů. Do této skupiny patří i již zmiňovaná ředkev olejná (*Raphanus sativus* L. convar. *oleiferus* Sazonova et Stankevič). Existují ředkve zimní, ale i letní, které se vyvíjejí ve stejných podmínkách odlišně. Pro využití jako meziplodiny jsou testovány ředkve kulaté, černé a žlutokořenné odrůdy Lutea. Ředkev černá pochází z Asie. Využívá se jako zelenina, má velmi výraznou chuť, a je tak vhodná pro přímý konzum, přídobu pokrmů i pro výrobu šťávy. Tento druh je určen k pozdnímu letnímu výsevu. Při časně jarním výsevu setrvává ve fázi listové růžice o 7 až 10 dnů déle než ředkev olejná, pak přechází do generativní fáze. Žlutokořenná Lutea se jako zelenina vysévá časně na jaře. V porovnání s ředkvi černou i ředkvi olejnou přechází do generativní fáze až o 14 dnů později. Oba poddruhy tvoří, ve srovnání k ředkvi olejné, menší množství nadzemní biomasy, rostliny jsou v závěru vegetace nižší, olistění na lodyze menší. Naopak biomasa podzemní je v důsledku tvorby bulviček vyšší.

Výrazný zájem lze v posledních letech zaznamenat u ředkve čínské. Rostliny tvoří silný kulovitý kořen, většinou zelenavé či bílé barvy. Hloubka prokořenění půdy je závislá na vláhových podmínkách. Ředkev čínská při dostatku vody v půdě vytváří kořen do hloubky kolem 0,3 m. Zařazována je do směsi za účelem hlubokého prokořenění půdy a intenzivního kypření půdy.

3. Biologické vlastnosti semen

Semena brukvovitých plodin se obecně vyznačují vysokým obsahem oleje a bílkovin. Musaev a kol. (2022) uvádějí, že v semenech kulturních brukvovitých druhů se nachází 33 – 40 % oleje a 25 – 36 % bílkovin. Tyto látky jsou hlavními živinami semene pro proces klíčení. Oleje jsou alternativou formy uloženého uhlíku a zajišťují semenům více energie na jednotku hmotnosti. Samotný obal semen brukvovitých druhů se skládá ze čtyř odlišných vrstev, které jsou tvořeny nejzevnější epidermální vrstvou, která může obsahovat sliz. U některých druhů je přítomna následná subepidermální vrstva, poté nejněvnější vrstva vnější, jež je často charakterizovaná silnými zesílenými vnitřními tangenciálními a radiálními stěnami. Poslední vrstvu tvoří vrstva pigmentová (Moise a kol., 2005). Uvnitř semen se nachází endosperm a embryo (Black a kol., 2006).

Semena brukvovitých druhů se obecně vyznačují tvarovou a barevnou variabilitou. Ta se samozřejmě projevuje i u kulturních druhů (Musaev a kol., 2022). Na jedné straně je rozmanitost semen nebo heterogenita biologicky užitečný jev vyvinutý v procesu evoluce, který zajišťuje stabilitu a spolehlivost populace nezbytné pro přežití druhů (Probert a kol., 2000). Zároveň je variabilita semen pro zemědělskou výrobu často nežádoucí. S jejich variabilitou je spojována nerovnoměrnost vývoje klíčnicích rostlin, rozdílná produktivita rostlin a heterogenita produktů (Musaev a kol., 2022).

Dlouhodobě jsou kvalitativní parametry osiva při využití jako meziplodin opomíjeny a podceňovány. S rozvojem nových technologických postupů zakládání meziplodin či výsevu pomocných plodin, které mohou probíhat i na základě přesného setí a lokálního rozmístění

rostlin v požadované struktuře porostu, je potřebné kvalitativní parametry osiva zohlednit i při mimoprodukčním využití. Snížení spotřeby osiva meziplodin na základě kvalitního uložení do půdy při systémech přesného setí apod. zajišťuje nejen dosažení pěstitelského cíle, ale má vliv i na výkonnost pracovních souprav a na plošný výkon secích strojů. Menší spotřeba osiva může kompenzovat zvýšené náklady na osivo s vysokou klíčivostí, velikostně vyrovnanými semeny apod. Tento trend je v současné době na začátku svého vývoje, ale jednoznačně ukazuje další vývoj v precizních postupech zakládání a práce s meziplodinami.

3.1. Faktory ovlivňující klíčení semen

Jednou z nejdůležitějších vlastností osiva je klíčivost. Schopnost osiva vyklíčit je základním předpokladem úspěšného založení porostu a naplnění jeho pěstebního cíle. Po uložení semen do půdy dochází primárně k procesu přechodu vody a následně vzduchu přes jeho ochranné obaly k embryu. Rychlost procesů přeměny zásobních látek na jednodušší sloučeniny následně využitelné pro tvorbu zárodečného kořínku a dalších orgánů nového klíčenice je regulována teplotou prostředí.

Mezi primární faktory ovlivňující klíčivost semen patří abiotické faktory prostředí. Zde se jedná o vodu, vzduch, teplotu a případně světlo. Významný vliv na klíčivost osiva meziplodin mají agrotechnické faktory, které nepřímo ovlivňují výši hodnot a vzájemné interakce abiotických faktorů.

Jako meziplodiny se samozřejmě dominantně využívají běžné kulturní druhy. V pozici meziplodin jsou však jejich porosty zakládány mimo standardní agrotechnické termíny odpovídající pěstebními technologiím. Porosty meziplodin lze totiž zakládat během celé délky vegetace ve vztahu k pěstebnímu cíli. Výrazný vliv na proces klíčení semen a na následné vzejití porostů má i způsob zpracování půdy před výsevem, uložení semen do půdy ve vztahu k použitému systému setí, kvalita tvorby setového lože apod. U meziplodin se lze setkat s jejich výsevem na povrch půdy bez zapravení semen, s výsevem za pracovní nástroje kypřičů, pleček apod. až po výsevy pomocí konvenčních secích strojů. Rozdílné způsoby založení ve vztahu ke stavu půdy po hlavní plodině, ke zpracování půdy po sklizni či mezi řádky hlavní plodiny apod. vyžadují dobrou znalost reakce semen jednotlivých druhů meziplodin na tyto podmínky.

Brukvovité meziplodiny lze ve vztahu k biologickým vlastnostem daného druhu a k požadavkům kladeným na funkci rostlinného pokryvu vysévat v podmínkách České republiky od konce března až do první poloviny října.

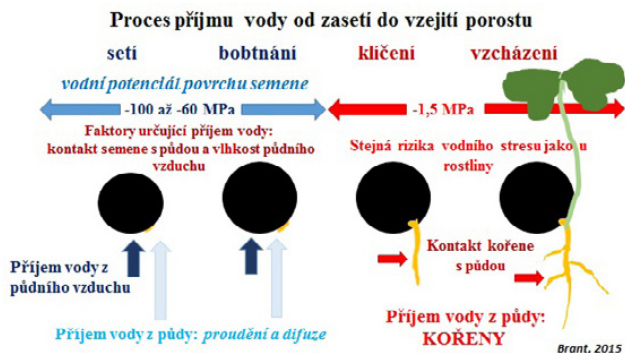
3.1.1. Abiotické faktory

Tyto faktory vycházejí primárně z podmínek prostředí určených půdně-klimatickými podmínkami a průběhem počasí, zásadním způsobem jsou však modifikovány agrotechnickými postupy.

Voda

Zásadní význam má dostupnost vody v půdním prostředí. Voda je nenahraditelným médiem pro aktivaci enzymů, rozklad, translokaci a využití zásobních látek (Copeland a McDonald, 1995). Míru dostupnosti vody pro semena a rostliny v půdě lze vyjádřit pomocí hodnot vodního potenciálu půdy (SWP). Vodní potenciál půdy patří společně s teplotou k primárním ekologickým regulátorům klíčení semen (Alvarado a Bradford, 2002). 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

snížující klíčení semen a vzházení rostlin. Významnou roli při získávání vody z půdy semeny hraje rovněž kontakt mezi semenem a půdou (Wuest, 2002). Schopnost rostlin přijímat vodu z půdy je všeobecně podmíněna nižší hodnotou vodního potenciálu v kořenech nebo v semeni ve srovnání s hodnotami SWP (Larcher, 2001). Nedostatek vody v půdě je také například spojován s možností vzniku sekundární dormance u semen ozimé řepky (Pekrun a Claupein, 2001). Podle Larchera (2001) činí hodnoty SWP při polní kapacitě $-0,015$ MPa a za bod vadnutí je všeobecně považována hodnota $-1,5$ MPa. Na povrchu suchých semen se hodnoty vodního potenciálu pohybují v rozmezí -100 až -60 MPa a významnou roli pro bobtnání semen zde hraje difuze vody (Bradbeer, 1988).



Obr. 33: Proces příjmu vody od zasetí do vzejití porostu (Brant a kol., 2016a).

Z hlediska příjmu vody lze dobu od uložení osiva do půdy až po vzejití prostu rozlišit do následujících fází. Po výsevu nastává fáze bobtnání semen. Ta se vyznačuje příjmem vody do osiva a trvá do doby, než zárodečný kořínek proroste osemnění. V této době osivo velice dobře přijímá vodu, neboť na povrchu semene se hodnota vodního potenciálu pohybuje v rozmezí -100 až -60 MPa (obr. 33).

Teplota

Teplota půdy je dalším významným faktorem určujícím proces klíčení semen. Při využití druhů jako meziplodin se může jednat o široké rozpětí teplot při a po výsevu. U porostů meziplodin zakládáných časné na jaře, či naopak později na podzim se může jednat o průměrné teploty půdy ve výši 4 až 6 °C, při výsevu v letním období se průměrné denní teploty půdy mohou pohybovat nad hodnotou 20 – 25 °C.

U porostů meziplodin, které mohou být vysévány na povrch půdy či mělce pod povrch, je teplota důležitá i z hlediska procesů kondenzace vody. Brant a kol. (2016a) uvádějí, že teplotní změny, jsou-li spojeny s poklesem teploty půdy pod hodnoty rosného bodu, mohou vést ke vzniku půdní rosy. Ovlhčení půdy kondenzací vody z půdního vzduchu může být důležitým faktorem zajišťujícím dostatek vody pro semena nebo vzházející rostliny.

Vzduch

Otázka významu dostupnosti vzduchu, či spíše kyslíku, pro semena je v agronomické praxi opomíjenou skutečností. Laboratorní experimenty poukazují na skutečnost, že ke zvýšené spotřebě kyslíku dochází u semen mezi 2. až 6. dnem po uložení na klíčidlo (Bradbeer, 1988). Bewley a kol. (2013) uvádějí, že dýchání, které dodává metabolickou energii, je aktivováno ihned po nasání vody.

Salinita

V souvislosti se změnou klimatu nelze opomínat zasolení půdy, které může negativně ovlivnit i pěstování meziplodin v podmínkách České republiky. Primárním efektem oteplování je zvyšování teploty, v jejímž důsledku dochází ke zvýšenému počtu povodní a období sucha. Sekundárním efektem je změna salinity vody a půdy (Tayfur, 2011). Zasolení půdy je spojeno s poklesem klíčivosti semen rostlin, včetně druhů z čeledi brukvovitých (např. Mass a Hoffman, 1977; Long a kol., 2013; Rauf a kol., 2021).

3.1.2. Klíčivost semen brukvovitých druhů

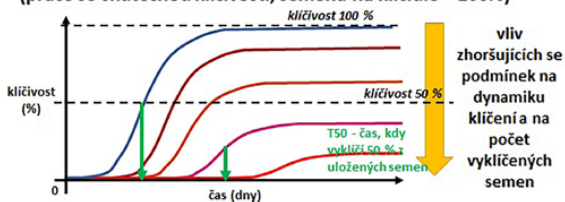
V rámci laboratorních experimentů byl autorským kolektivem ověřován vliv teploty, dostupnosti vody a salinity na klíčivost vybraných druhů meziplodin. Do laboratorních pokusů klíčivosti bylo vybráno celkem 16 genotypů, a to vždy po dvou odrůdách od jednotlivých druhů olejnin. Konkrétně byly vybrány tyto druhy: brukev řepka olejka – ozimá forma, ředkev olejná, hořčice bílá, hořčice černá, hořčice sareptská, lnička setá, katrán habešský, roseta setá. Při výběru konkrétní odrůdy se kladl důraz na kontrast v konkurenceschopnosti růstu, tvorbě a výnosu biomasy (nadzemní a kořenů), plasticitě ve vztahu k počasí atd. Osivo poskytla Oseva PRO, Opava s.r.o. Základem pokusů byla práce se semeny shodné proveniencí (lokalita Opava) ze sklizně 2020. Informace o klíčivosti brukvovitých druhů využitelných v České republice jako meziplodiny jsou v dostupné literatuře omezené a předkládané výsledky lze považovat za originální a cenné.

V rámci laboratorního hodnocení klíčivosti byly použity dva přístupy, které se liší pohledem na stanovení dynamiky klíčení ve vztahu k hodnotě T_{50} (obr. 34). Hodnota dokládá dobu ve dnech, kdy za daných podmínek vyklíčí 50 % z celkového počtu vyklíčených semen. První hypotetický přístup vychází ze situace, kdy se pracuje s klíčivostí danou počtem vyklíčených semen uložených na klíčidlo, druhý, jež je autorským kolektivem používaným a publikovaným (Neckář a kol., 2008), poté z předpokladu, že vyklíčená semena představují 100 %. Pro stanovení hodnot T_{50} byl použit model, který vychází z omezující podmínky, že 100 % klíčivost vychází z počtu vyklíčených semen za dobu hodnocení klíčivosti. Použití hodnoty 100 % vyklíčených semen na klíčidle pro stanovení růstové dynamiky zajišťuje vyloučení neklíčivých semen, která by omezovala vzájemné srovnání modelových křivek klíčivosti a zároveň jsou do modelu zahrnuta jen životaschopná semena.

Vliv teploty na klíčení

Tabulky 1 a 2 dokumentují vliv teploty 10 °C na klíčivost hodnocených druhů. Z hodnocení klíčivosti vycházející z celkového počtu semen uložených na klíčidlo je patrné, že semena katránu habešského vykazují nejnižší klíčivost při teplotě 10 °C. Pomalý nástup klíčení je patrný i u semen hořčice černé, hořčice sareptské, řepice jarní, ale i řepky ozimé. Tabulka 2 vycházející z hodnot klíčivosti jen životaschopných semen potvrzuje citlivost na nižší teploty u výše uvedených druhů, ale zároveň dokládá skutečnost, že většina životných semen vyklíčí do 5. dne po uložení na klíčidlo.

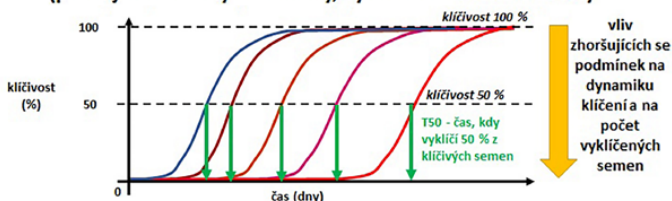
**Modelový příklad vlivu faktorů negativně ovlivňujících klíčivost semen
(práce se skutečnou klíčivostí, semena na klíčiidle = 100%)**



Působení negativních faktorů se projevuje zpomalením dynamiky klíčení, snížením počtu vyklíčených semen a počtem vzešlých rostlin na dané ploše v daném okamžiku)

Brant, 2021

**Modelový příklad vlivu faktorů negativně ovlivňujících klíčivost semen
(práce jen se vzešlými semeny, vyklíčená semena = 100%)**



Působení negativních faktorů se projevuje oddálením doby, kdy vyklíčí 50% z celkového počtu klíčivých v daných podmínkách – to rozhoduje o efektivitě herbicidního zásahu, dynamice druhů ve směsi, o ovlivnění vývoje složení směsi v čase apod.

Brant, 2021

Obr. 34: Modelový přístup pro stanovení hodnoty T_{50} . Upraveno podle Neckář a kol. (2008).

Tab. 1: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 10 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčiidle. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet semen na klíčiidle | | den uložení na klíčiidle | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------|--------------------------|---------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 1. | 2. | 3. | 5. | 7. | 9. | 11. | |
| hořčice bílá | Paliisse | 29,0 b | 92,0 cd | 96,0 f | 100 e | 100 c | 100 c | 100 c | |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 26,0 b | 72,0 cd | 84,0 def | 88,0 bcde | 88,0 bc | 89,0 c | 89,0 c | |
| hořčice černá | Sizaja | 0 a | 41,0 b | 92,0 ef | 94,0 cde | 94,0 c | 94,0 c | 94,0 c | |
| hořčice černá | N 2A94 | 1,0 a | 57,0 bc | 90,0 def | 92,0 cde | 93,0 c | 93,0 c | 93,0 c | |
| hořčice sarepská | TM-4 | 0 a | 13,0 a | 70,0 cde | 96,0 cde | 98,0 c | 99,0 c | 99,0 c | |
| hořčice sarepská | VNIIMK 12 | 0 a | 4,0 a | 37,0 ab | 77,0 bc | 84,0 bc | 90,0 c | 91,0 c | |
| katrán habešský | Voronezhskii | 0 a | 6,0 a | 19,0 a | 26,0 a | 27,0 a | 29,0 a | 29,0 a | |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 0 a | 3,0 a | 20,0 a | 25,0 a | 25,0 a | 26,0 a | 26,0 a | |
| lnička setá | Sortadinskij | 28,0 b | 100 d | 100 f | 100 e | 100 c | 100 c | 100 c | |
| lnička setá | PRFGL. 59 | 26,0 b | 100 d | 100 f | 100 e | 100 c | 100 c | 100 c | |
| roketka setá | ERU 21/84 | 1,0 a | 65,0 c | 71,0 cde | 71,0 b | 71,0 b | 71,0 b | 71,0 b | |
| roketka setá | BGRC 33984 | 14,0 ab | 95,0 d | 96,0 f | 97,0 de | 97,0 c | 97,0 c | 97,0 c | |
| řepice jarní | Saturn | 0 a | 6,0 a | 56,0 bc | 82,0 bcde | 84,0 bc | 85,0 bc | 85,0 bc | |
| řepice jarní | Kova | 0 a | 13,0 a | 66,0 cd | 88,0 bcde | 89,0 c | 90,0 c | 90,0 c | |
| řepka ozimá | Esxska | 0 a | 1,0 a | 41,0 ab | 79,0 bcd | 90,0 c | 95,0 c | 95,0 c | |
| řepka ozimá | Orion | 0 a | 12,0 a | 80,0 cdef | 99,0 e | 99,0 c | 100 c | 100 c | |

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Tab. 2: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 10 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet vyklíčených semen | | den uložení na klíčidlo | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|---------|-----------|----------|--------|--------|-----|--|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 1. | 2. | 3. | 5. | 7. | 9. | 11. | |
| hořčice bílá | Pallisse | 29,0 b | 92,0 e | 96,0 ef | 100 c | 100 a | 100 a | 100 | |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 28,7 b | 79,9 de | 94,0 def | 98,9 bc | 98,9 a | 100 a | 100 | |
| hořčice černá | Sizaja | 0 a | 42,8 bc | 97,9 ef | 100 c | 100 a | 100 a | 100 | |
| hořčice černá | N 2A94 | 1,1 a | 61,6 cd | 96,7 ef | 99,0 bc | 100 a | 100 a | 100 | |
| hořčice sareptská | TM-4 | 0 a | 13,2 a | 70,8 cd | 97,0 abc | 99,0 a | 100 a | 100 | |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | 0 a | 4,4 a | 40,6 a | 84,6 ab | 92,3 a | 98,9 a | 100 | |
| katrán habešský | Voronežskii | 0 a | 21,0 ab | 63,8 abc | 87,3 abc | 89,6 a | 100 a | 100 | |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 0 a | 11,3 a | 76,8 cdef | 95,0 abc | 95,0 a | 100 a | 100 | |
| lnička setá | Sortadinskij | 28,0 b | 100 e | 100 f | 100 c | 100 a | 100 a | 100 | |
| lnička setá | PRFGL 59 | 26,0 b | 100 e | 100 f | 100 c | 100 a | 100 a | 100 | |
| roketka setá | ERU 21/84 | 1,4 a | 91,3 e | 100 f | 100 c | 100 a | 100 a | 100 | |
| roketka setá | BGRC 33984 | 14 ab | 98 e | 99 f | 100 c | 100 a | 100 a | 100 | |
| řepice jarní | Saturn | 0 a | 6,9 a | 66,1 bc | 96,5 abc | 98,8 a | 100 a | 100 | |
| řepice jarní | Kova | 0 a | 14,8 a | 73,2 cde | 97,8 abc | 99,0 a | 100 a | 100 | |
| řepka ozimá | Esexska | 0 a | 1,0 a | 43,0 ab | 83,0 a | 94,7 a | 100 a | 100 | |
| řepka ozimá | Orion | 0 a | 12,0 a | 80,0 cdef | 99,0 bc | 99,0 a | 100 a | 100 | |

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Při teplotě 20 °C klíčila většina semen velice dobře a zásadní rozdíly nelze mezi hodnocenými druhy pozorovat, přestože jsou mezi hodnotami klíčivosti v hodnocených dnech na začátku klíčení statisticky průkazné rozdíly. U většiny druhů byla již 7. den po uložení na klíčidlo (mimo katránu habešského, - Voronežskii, tab. 3) stanovena klíčivost vyšší než 90 %. Obdobné výsledky potvrzuje i tabulka 4.

Tab. 3: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet semen na klíčidle | | den uložení na klíčidlo | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 1. | 2. | 3. | 5. | 7. | 9. | 11. | |
| hořčice bílá | Pallisse | 91,0 fg | 94,0 a | 97,0 ab | 98,0 b | 98,0 b | 98,0 b | 98,0 b | |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 66,0 de | 81,0 a | 82,0 a | 82,0 a | 82,0 a | 82,0 a | 82,0 a | |
| hořčice černá | Sizaja | 67,0 de | 97,0 a | 99,0 b | 100 b | 100 b | 100 b | 100 b | |
| hořčice černá | N 2A94 | 46,0 cd | 90,0 a | 91,0 ab | 91,0 ab | 91,0 ab | 91,0 ab | 91,0 ab | |
| hořčice sareptská | TM-4 | 31,0 abc | 100 a | 100 b | 100 b | 100 b | 100 b | 100 b | |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | 39,0 bc | 80,0 a | 86,0 ab | 87,0 ab | 87,0 ab | 87,0 ab | 87,0 ab | |
| katrán habešský | Voronežskii | 18,0 ab | 92,0 a | 97,0 ab | 100 b | 100 b | 100 b | 100 b | |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 9,0 a | 89,0 a | 96,0 ab | 97,0 ab | 97,0 b | 97,0 b | 97,0 b | |
| lnička setá | Sortadinskij | 96,0 g | 98,0 a | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | |
| lnička setá | PRFGL 59 | 98,0 g | 99,0 a | 100 b | 100 b | 100 b | 100 b | 100 b | |
| roketka setá | ERU 21/84 | 81,0 efg | 92,0 a | 92,0 ab | 92,0 ab | 92,0 ab | 92,0 ab | 92,0 ab | |
| roketka setá | BGRC 33984 | 99,0 g | 99,0 a | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | |
| řepice jarní | Saturn | 69,0 def | 98,0 a | 98,0 b | 98,0 b | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | |
| řepice jarní | Kova | 65,0 de | 99,0 a | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | |
| řepka ozimá | Esexska | 12,0 a | 82,0 a | 96,0 ab | 98,0 b | 98,0 b | 98,0 b | 98,0 b | |
| řepka ozimá | Orion | 36,0 bc | 93,0 a | 97,0 ab | 98,0 b | 98,0 b | 98,0 b | 98,0 b | |

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Tab. 4: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet vyklíčených semen | | den uložení na klíčidlo | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|---------|--------|--------|-----|-----|-----|--|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 1. | 2. | 3. | 5. | 7. | 9. | 11. | |
| hořčice bílá | Paliisse | 93,0 h | 96,0 b | 99,0 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 80,6 fgh | 98,7 b | 100 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| hořčice černá | Sizaja | 67,0 efg | 97,0 b | 99,0 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| hořčice černá | N 2A94 | 50,4 cde | 98,9 b | 100 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| hořčice sareptská | TM-4 | 31,0 abc | 100 b | 100 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | 43,9 cd | 90,5 ab | 99,0 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| katrán habešský | Voronezhskii | 18,0 ab | 92,0 ab | 97,0 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 9,4 a | 91,7 ab | 99,0 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| lnička setá | Sortadinskij | 96,9 h | 99,0 b | 100 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| lnička setá | PRFGL 59 | 98,0 h | 99,0 b | 100 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| roketka setá | ERU 21/84 | 88,0 gh | 100 b | 100 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| roketka setá | BGRC 33984 | 100,0 h | 100 b | 100 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| řepice jarní | Saturn | 69,8 efg | 99,0 b | 99,0 a | 99,0 a | 100 | 100 | 100 | |
| řepice jarní | Kova | 65,7 def | 100 b | 100 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| řepka ozimá | Esexska | 12,3 a | 83,8 a | 98,0 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |
| řepka ozimá | Orion | 36,6 bc | 94,9 ab | 99,0 a | 100 a | 100 | 100 | 100 | |

klíčivost: 0 - ≤ 20%
 >20 - ≤ 40%
 >40 - ≤ 60%
 >60 - ≤ 80%
 >80 - ≤ 100%

Tab. 5: Průměrné hodnoty parametru T₅₀ (dny) při klíčení vybraných druhů brukvovitých meziplodin ve vodě při teplotě 10, 20 a 30 °C. Hodnota T₅₀ byla počítána pro hodnoty klíčivosti, kdy 100 % představovalo množství vyklíčených semen na konci doby klíčení. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet vyklíčených semen | | T ₅₀ (dny) | | |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------|---------|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 10 °C | 20 °C | 30 °C |
| hořčice bílá | Paliisse | 1,09 a | * | * |
| | BGRC 34555 | 1,14 a | * | 0,52 ab |
| hořčice černá | Sizaja | 1,93 bcd | 0,80 a | 0,56 ab |
| | N 2A94 | 1,78 bc | 0,95 abc | 0,80 bc |
| hořčice sareptská | TM-4 | 2,36 de | 1,03 abcd | * |
| | VNIIMK 12 | 2,95 fg | 0,95 ab | 0,31 a |
| katrán habešský | Voronezhskii | 2,32 cde | 1,12 bcd | 0,80 bc |
| | BGRC 32855 | 2,43 def | 1,20 cd | 0,96 c |
| lnička setá | Sortadinskij | 1,01 a | * | * |
| | PRFGL 59 | 1,06 a | * | * |
| roketka setá | ERU21/84 | 1,55 ab | * | * |
| | BGRC 33984 | 1,09 ab | * | * |
| řepice jarní | Saturn | 2,53 efg | 0,79 a | * |
| | Kova | 2,30 cde | 0,94 ab | * |
| řepka ozimá | Esexska | 3,06 g | 1,23 d | 0,80 c |
| | Orion | 2,29 cde | 0,99 abcd | * |

* pro druh nebylo pomocí zvoleného modelu hodnotu T₅₀ možné stanovit

Tab. 6: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku PEG (WP -0,1 MPa), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet semen na klíčidle | | den uložení na klíčidle | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 1. | 2. | 3. | 5. | 7. | 9. | 11. | |
| hořčice bílá | Palisse | 17,0 ab | 72,0 b | 89,0 b | 90,0 b | 98,0 b | 99,0 b | 99,0 b | |
| hořčice černá | Sizaja | 16,0 a | 85,0 bc | 92,0 b | 94,0 b | 94,0 b | 94,0 b | 94,0 b | |
| hořčice sareptská | TM-4 | 12,0 a | 85,0 bc | 95,0 b | 96,0 b | 99,0 b | 100 b | 100 b | |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 1,0 a | 27,0 a | 49,0 a | 50,0 a | 53,0 a | 53,0 a | 53,0 a | |
| Inička setá | Sortadinskij | 96,0 c | 100 c | 100 b | 100 b | 100 b | 100 b | 100 b | |
| roketka setá | ERU 21/84 | 22,0 ab | 91,0 bc | 92,0 b | 92,0 b | 92,0 b | 92,0 b | 92,0 b | |
| řepice jarní | Kova | 39,0 b | 98,0 c | 98,0 b | 99,0 b | 99,0 b | 99,0 b | 100 b | |
| řepka ozimá | Orion | 7,0 a | 79,0 bc | 99,0 b | 99,0 b | 100 b | 100 b | 100 b | |

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Tab. 7: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku PEG (WP -0,25 MPa), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet semen na klíčidle | | den uložení na klíčidle | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|---------|----------|---------|--------|--------|--------|--|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 1. | 2. | 3. | 5. | 7. | 9. | 11. | |
| hořčice bílá | Palisse | 0 a | 41,0 ab | 87,0 cd | 96,0 c | 96,0 b | 96,0 b | 96,0 b | |
| hořčice černá | Sizaja | 3,0 a | 49,0 bc | 75,0 bc | 88,0 bc | 92,0 b | 93,0 b | 93,0 b | |
| hořčice sareptská | TM-4 | 0 a | 21,0 ab | 65,0 b | 80,0 b | 88,0 b | 92,0 b | 92,0 b | |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 2,0 a | 11,0 a | 13,0 a | 15,0 a | 16,0 a | 17,0 a | 17,0 a | |
| Inička setá | Sortadinskij | 100 b | 100 d | 100 d | 100 c | 100 b | 100 b | 100 b | |
| roketka setá | ERU 21/84 | 5,0 a | 80,0 cd | 89,0 cd | 91,0 bc | 91,0 b | 92,0 b | 92,0 b | |
| řepice jarní | Kova | 5,0 a | 81,0 cd | 96,0 cd | 98,0 c | 98,0 b | 98,0 b | 98,0 b | |
| řepka ozimá | Orion | 0 a | 48,0 bc | 86,0 bcd | 96,0 c | 97,0 b | 98,0 b | 98,0 b | |

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Tab. 8: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku PEG (WP -0,5 MPa), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet semen na klíčidle | | den uložení na klíčidle | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 1. | 2. | 3. | 5. | 7. | 9. | 11. | |
| hořčice bílá | Palisse | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | |
| hořčice černá | Sizaja | 0 a | 1,0 a | 7,0 ab | 8,0 ab | 8,0 ab | 8,0 ab | 9,0 ab | |
| hořčice sareptská | TM-4 | 0 a | 2,0 a | 12,0 ab | 21,0 ab | 26,0 ab | 29,0 ab | 30,0 ab | |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 0 a | 4,0 a | 6,0 ab | 7,0 ab | 7,0 ab | 8,0 ab | 8,0 ab | |
| Inička setá | Sortadinskij | 51,0 b | 91,0 b | 94,0 c | 96,0 c | 97,0 c | 97,0 c | 97,0 c | |
| roketka setá | ERU 21/84 | 0 a | 1,0 a | 8,0 ab | 11,0 ab | 11,0 ab | 14,0 ab | 15,0 ab | |
| řepice jarní | Kova | 0 a | 14,0 a | 27,0 ab | 32,0 b | 32,0 b | 32,0 b | 32,0 ab | |
| řepka ozimá | Orion | 0 a | 3,0 a | 17,0 ab | 29,0 ab | 33,0 b | 35,0 b | 35,0 b | |

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Hodnocení klíčivosti semen při teplotě 30 °C přispělo k rychlé dynamice klíčení všech druhů a tato teplota nebyla pro hodnocené druhy limitujícím faktorem. Nižší hodnota klíčivosti byla po 25 dnech uložení na klíčidlo stanovena pouze u hořčice bílé (70 %, BGRC 34555) a katránu habešského (74 %, BGRC 32855). Důvodem nižší klíčivosti u těchto druhů byl rozvoj plísní na klíčidle. Z hlediska praktického využití výsledků nelze teploty půdy na úrovni 30 °C při dostatku vody považovat za limitující faktor klíčení semen hodnocených druhů.

Tabulka 5 dokumentuje průměrné hodnoty parametru T₅₀ pro hodnocené druhy v závislosti na teplotě. Z tabulky je jednoznačně patrný pokles výše hodnot T₅₀ s narůstající teplotou. Zajímavé jsou především hodnoty pro teplotu 10 °C, které poukazují na rozdíly v klíčení druhů při nízkých teplotách. Za druhy, které vykazují rychlejší dynamiku klíčení při teplotě 10 °C lze považovat hořčici bílou, lničku setou. Pomalejší dynamiku klíčení při nižší teplotě vykazovala poté hořčice černá. Ostatní druhy se vyznačovaly parametrem T₅₀ přesahujícím hodnotu 2,29 dne. U těchto druhů lze očekávat negativní vliv nižších teplot na klíčení.

Vliv nedostatku vody

Při teplotě 20 °C byla ověřována schopnost semen klíčit i při podmínkách snížené dostupnosti vody. Vodní stres byl simulován pomocí roztoku PEG 6000 (polyethylenglykol, koncentrace roztoků PEG odpovídaly hodnotám vodního potenciálu -0,1 MPa, -0,25 MPa, -0,5 MPa a -1 MPa). Stanovení hodnot koncentrace roztoků PEG 6000 ve vodě bylo provedeno podle metodiky Kaufmana (1973). Tabulky 6 až 8 dokládají vliv poklesu míry dostupnosti vody pro semena na pokles hodnot klíčivosti (100 % jsou semena uložená na klíčidlo). Při poklesu hodnot vodního potenciálu (WP, MPa) na hodnotu -0,1 MPa (tab. 6) nebyla klíčivost semen mimo katrán habešský zásadním způsobem ovlivněna. Pokles hodnot vodního potenciálu půdy v polních podmínkách v horní vrstvě půdy (do hloubky 50 mm) na úroveň -0,1 MPa lze považovat za běžný. Predikce délky trvání poklesu hodnot vodního potenciálu půdy v jejich horních vrstvách je však obtížná, protože horní vrstva půdy, či její povrch jsou z hlediska dostupnosti vody ovlivnitelné i malými srážkami (srážky do 5 mm). Podle Larchera (2001) činí hodnoty vodního potenciálu půdy při polní kapacitě -0,015 MPa a za bod vadnutí je všeobecně považována hodnota -1,5 MPa.

Výraznější vliv na klíčivost semen byl prokázán při klíčení v roztocích odpovídajících hodnotě -0,25 MPa (tab. 7). Pokles hodnot se primárně projevil na zpomalení dynamiky klíčení, ale již 9. den po uložení na klíčidlo dosahovala u většiny druhů klíčivost hodnot vyšších než 92 % (opět mimo katrán habešský). Vysokou hodnotu klíčivosti semen vykazovala semena lničky seté. K poklesu hodnot vodního potenciálu na úroveň -0,2 až -0,3 MPa přispívá rovněž zpracování půdy, například provedení podmytky v suchých letech (Brant a kol., 2017a). Při kypření půdy dojde v důsledku nadzvednutí půdy k tvorbě hrubých sekundárních pórů. Přitom klesne množství hmoty v daném objemu půdy a v důsledku změny zrnitosti dojde i k poklesu středních a jemných pórů. Tím klesnou i hodnoty maticího potenciálu (Hartge a Horn, 1999). Nakypřením půdy dojde nejen k celkovému poklesu dostupnosti vody pro semena či rostliny, ale nakypřená půda bez napojené kapilarity ze spodních vrstev rychleji vysychá.

Zásadní pokles klíčivosti semen byl pozorován při hodnotě koncentrace roztoku PEG odpovídající -0,5 MPa (tab. 8). Tato hodnota se již blíží hydrolimitu klasifikovanému jako bod snížené dostupnosti vody, který se vyznačuje přerušením kapilární spojitosti. Za těchto podmínek úspěšně klíčila jen semena lničky seté. Testovaná semena hořčice bílé při dané hodnotě vodního potenciálu neklíčila a velmi nízkou úroveň klíčivosti vykazovaly rovněž semena katránů habešského a rokyty seté. Z hlediska objektivnosti pokusů je nutné poznamenat, že pro klíčení byla použita semena katránů habešského, která se nacházela v plodech. Tato skutečnost mohla přispět ke snížení klíčivosti v podmínkách snížené dostupnosti vody. V podmínkách simulujících vodní potenciál na úrovni hodnoty -1 MPa semena většinou neklíčila.

Vliv salinity na klíčení

U vybraných semen brukvovitých druhů byl dále sledován vliv salinity na klíčivost a její dynamiku. Klíčivost probíhala v podmínkách salinity simulované pomocí roztoků NaCl (100 a 200 mM NaCl/l H₂O).

Roztok s nižší koncentrací NaCl (100 mM NaCl/l H₂O) zásadním způsobem ovlivnil klíčení semen katránu habešského (tab. 9). Nejvyšší klíčivost v těchto podmínkách opět dosahovala semena Inička setá. Většina semen testovaných druhů vykazovala zpomalení dynamiky klíčení do 3. dne uložení na klíčidlo.

Výraznější pokles klíčivosti byl zaznamenán v roztoku obsahujícím 200 mM NaCl/l H₂O (tab. 10). Výrazně nejvyšší klíčivost vykazovala Inička setá a za tolerantní lze považovat i testované odrůdy řepky ozimé a hořčice sarepské. I zde je nutné upozornit na skutečnost, že pro klíčení byla použita semena katránu habešského, která se nacházela v plodech.

Tab. 9: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku NaCl (100 mM NaCl/l H₂O), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet semen na klíčidle | | den uložení na klíčidlo | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 1. | 2. | 3. | 5. | 7. | 9. | 11. |
| hořčice bílá | Pallisse | 29,0 c | 70,0 b | 89,0 b | 97,0 c | 97,0 c | 98,0 c | 98,0 c |
| hořčice černá | Sizaja | 4,0 a | 70,0 b | 94,0 b | 94,0 bc | 95,0 bc | 95,0 bc | 95,0 bc |
| hořčice sarepská | TM-4 | 20,0 abc | 87,0 b | 95,0 b | 100 c | 100 c | 100 c | 100 c |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 0 a | 18,0 a | 29,0 a | 34,0 a | 35,0 a | 35,0 a | 35,0 a |
| Inička setá | Sortadinskij | 90,0 d | 94,0 b | 94,0 b | 99,0 c | 99,0 c | 100 c | 100 c |
| roketka setá | ERU 21/84 | 13,0 abc | 66,0 b | 77,0 b | 78,0 b | 78,0 b | 78,0 b | 78,0 b |
| řepice jarní | Kova | 26,0 bc | 83,0 b | 94,0 b | 96,0 c | 96,0 c | 96,0 c | 96,0 c |
| řepka ozimá | Orion | 6,0 ab | 83,0 b | 99,0 b | 99,0 c | 99,0 c | 100 c | 100 c |

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Tab. 10: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku NaCl (200 mM NaCl/l H₂O), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

| 100 % = počet semen na klíčidle | | den uložení na klíčidlo | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|--------|--------|----------|---------|---------|---------|
| druh | odrůda/šlech. materiál | 1. | 2. | 3. | 5. | 7. | 9. | 11. |
| hořčice bílá | Pallisse | 0 a | 10,0 a | 18,0 a | 34,0 c | 37,0 c | 39,0 c | 44,0 c |
| hořčice černá | Sizaja | 0 a | 2,0 a | 5,0 a | 8,0 ab | 8,0 ab | 13,0 ab | 14,0 ab |
| hořčice sarepská | TM-4 | 2,0 a | 24,0 a | 56,0 b | 79,0 d | 84,0 d | 88,0 d | 90,0 d |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a |
| Inička setá | Sortadinskij | 65,0 b | 95,0 b | 96,0 c | 97,0 d | 98,0 d | 98,0 d | 98,0 d |
| roketka setá | ERU 21/84 | 0 a | 4,0 a | 9,0 a | 21,0 abc | 22,0 bc | 25,0 bc | 25,0 bc |
| řepice jarní | Kova | 0 a | 6,0 a | 21,0 a | 28,0 bc | 29,0 bc | 29,0 bc | 30,0 bc |
| řepka ozimá | Orion | 0 a | 19,0 a | 65,0 b | 90,0 d | 94,0 d | 97,0 d | 97,0 d |

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Vliv světla na klíčivost

Z hlediska polních sledování byl prokázán vliv způsobu uložení semen meziplodin (včetně brukvovitých druhů) při výsevu (na povrch půdy a do půdy) na vzházivost rostlin. Z tohoto důvodu byl ověřován vliv světla na klíčení semen vybraných brukvovitých druhů (tab. 11). Provedené experimenty poukazují, že u brukvovitých druhů není s velkou pravděpodobností fotopozitivita faktorem ovlivňujícím klíčivost semen.

Tab. 11: Vliv světla (světelný režim světlo/tma -16/8 hod.) a tmy (24 hod. tma) na klíčivost semen vybraných druhů z čeledi brukvovitých 3. a 7. den po uložení na klíčidlo.

| doba hodnocení klíčivosti | podmínky | rostlinný druh | | | | | | | |
|-------------------------------|----------|----------------------|--------------|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|---------|
| | | katrán habešský | | lnička setá | | hořčice bílá | | řepka ozimá | |
| | | odrůda/novošlechtění | | | | | | | |
| | | BGRC 32855 | Voronezhskii | Sortadinskij | Prfgl.59 | Pallisse | BGRC M.B. | Orion | Esekska |
| 3. den po uložení na klíčidlo | světlo | 90 a | 90 a | 97 a | 97 a | 100 | 100 a | 86 a | 86 a |
| | tma | 89 a | 92 a | 97 a | 98 a | 100 | 99 a | 93 a | 98 b |
| 7. den po uložení na klíčidlo | světlo | 96 a | 99 a | 100 a | 100 a | 100 | 100 a | 99 a | 97 a |
| | tma | 92 a | 96 s | 97 a | 98 a | 100 | 99 a | 98 a | 98 a |

3.1.3. Vliv uložení osiva při výsevu

Zajímavou otázkou je, zda způsob výsevu a uložení osiva do půdy při setí ovlivňuje klíčivost semen a počáteční vývoj druhu. Znalost tohoto parametru je důležitá především z hlediska stanovení výše výsevu, který by měl kromě daných půdních a povětrnostních podmínek, termínu setí apod. zohlednit i tuto skutečnost. Kromě požadované optimalizace vývoje porostů se jedná i o potenciální ekonomické úspory při zakládání porostů ve vztahu k potřebě osiva. Brant a kol. (2017b) uvádějí, že druhy jako hořčice bílá, svazanka vratičolistá a ředkev olejná lze bez problému vysévat oběma způsoby (na povrch půdy a do půdy). Autoři však poukazují na skutečnost, že na plochách s výsevem směsí hořčice bílé a svazenky vratičolisté, kdy jednou byla do řádků vyseta hořčice bílá a jednou svazanka vratičolistá a druhý druh byl uložen na povrch půdy, byly stanoveny rozdíly v produkci nadzemní biomasy a v počtu vzešlých rostlin na jednotku plochy. Na základě výsledků tedy předpokládají, že u svazenky vratičolisté je výhodnější výsev pomocí secí botky. Při plošném výsevu tohoto druhu 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 ve směsích. Při hodnocení suché nadzemní biomasy (tab. 12) 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. 12). Důvodem obráceného výsledku u hořčice bílé mohla být právě vyšší vnitrodruhová konkurence mezi rostlinami při výsevu do řádku.

Tab. 12: 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 ($\alpha = 0,05$, Tukey, ANOVA). Červeně jsou označeny druhy, které byly vysety na povrch půdy před secí botky.

| 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 | svazanka vratičolistá | pohanka obecná |
| hořčice bílá + pohanka obecná | svazanka vratičolistá | 0,328 ab | 0,061 ab | 0,196 a |
| pohanka obecná | svazanka vratičolistá | | 0,044 a | |
| pohanka obecná | hořčice bílá | 0,218 a | | 0,223 a |
| svazanka vratičolistá | hořčice bílá | 0,424 b | 0,073 b | |
| svazanka vratičolistá + pohanka obecná | hořčice bílá | 0,355 ab | 0,057 ab | 0,200 a |

3.1.4. Dormance semen brukvovitých druhů

Dormance představuje stav klidu, kdy živá semena nebo plody nejsou schopna vyklíčit a jejich metabolismus je snížen na minimum. Můžeme ji definovat jako dočasnou neschopnost semen klíčit za takových podmínek vnějšího prostředí, které jsou jinak schopny klíčení vyvolat (Radosevich a kol., 1997). Dormance představuje adaptační vlastnost rostlin, která zvyšuje míru přežívání následující generace prostřednictvím optimalizace termínu klíčení v průběhu času.

Primární dormance

Primární neboli vrozená dormance je geneticky určenou vlastností semen. Semena s primární dormancí nevyklíčí hned po uzrání, i když jsou v optimálních podmínkách pro klíčení (teplota, vlhkost). Takováto semena a plody vyklíčí po určitém stimulu, který dormanci přeruší. Bývá to často nízká teplota nebo její střídání, popřípadě dozrání embrya, narušení osemení a další faktory. V rámci primární dormance můžeme odlišit následující formy (Baskin a Baskin, 2001):

Endogenní dormance (vyvolaná vlastnostmi embrya, které znemožňují klíčení)

- fyziologická – její příčinou jsou fyziologické mechanismy inhibující klíčení; za normálních podmínek je odstraňována stratifikací,
- morfologická – odvíjí se od nedostatečně vyvinutého embrya; je odstraňována vhodnými podmínkami pro jeho růstu,
- morfofyziologická – zde se uplatňují jak fyziologické inhibiční mechanismy, tak nevyvinutost embrya; je přerušována stratifikací.

Exogenní dormance (vyvolaná vlastnostmi ostatních struktur semene či plodu)

- fyzikální – nepropustnost osemení či oplodí pro vodu,
- chemická – obaly semen obsahují látky inhibující klíčení; je narušována jejich vyplavením,
- mechanická – její příčinou jsou dřevnaté struktury na povrchu semen, které znemožňují růst embrya; schopnost klíčit nastává u těchto semen či plodů po stratifikaci.

Základní funkce primární dormance jsou dvě (Mudroch a Ellis, 2000):

1. zabránit semenům předčasně vyklíčit na mateřské rostlině,
2. umožňuje disperzi semen v čase, čímž je zabráněno jejich bezprostřednímu a hromadnému klíčení před nástupem nepříznivých podmínek prostředí.

Druhou funkci můžeme rozvést podle toho, jaké faktory se během evoluce dormance mohly uplatňovat:

- zajištění perzistence v rizikovém prostředí,
- prevence konkurence ze strany mateřské rostliny a ostatních příbuzných jedinců,
- adaptace na přežití v období, kdy podmínky prostředí nejsou vhodné pro přežívání klíčících rostlin,
- načasování klíčení na takové období, kdy je maximalizována reprodukční zdatnost vzešlé rostliny.

Nejdelší primární dormanci mají obvykle semena nepřezimujících (pozdních jarních a časných jarních) jednoletých druhů rostlin, která klíčí a vzházejí na jaře. Primární dormance semen těchto druhů může trvat až 5 měsíců i déle. Naopak semena jednoletých ozimých druhů mají zpravidla primární dormanci kratší (1 až 3 měsíce). Do určité míry platí, že délka primární dormance semen a plodů je podobná u druhů patřících do stejné čeledi (Martinková a kol., 1997).

U planých jednoletých druhů brukvovitých rostlin je primární dormance obvykle poměrně silná, u rodu hořčice (obr. 35) je bezprostředně po dozrání schopno klíčit max. 5 % semen, ostatní jsou dormantní. U této čeledi se v rámci primární dormance uplatňuje nejen vliv samotného embrya, ale i struktur vytvářených mateřskou rostlinou (osemení).

Velká variabilita v délce primární dormance je častá také uvnitř jednoho druhu, kdy populace rostoucí v odlišných podmínkách mohou vykazovat různě dlouhou primární dormanci.



Obr. 35: Řada druhů z čeledi brukvovitých má silnou primární dormanci. To se týká i hořčice polní, která má navíc i schopnost dlouhodobě přežít v půdě (foto Holec).

U brukvovitých rostlin hraje roli i vyzrálост semen – tmavší, vyzrálější semena se vyznačují delší (silnější) primární dormancí než semena světlejší, která jsou většinou nevyzrálá. Obsahy inhibičních látek, které brání klíčení, jsou přitom u obou typů semen stejné. U nevyzrálých semen se ale díky vlastnostem osemení snadněji vyplavují a dormance se tím odbourává (Durán a Retamal, 1989).

U většiny kulturních druhů je primární dormance velmi krátká, odeznívá bezprostředně po dozrání semen. Díky tomu výtrol semen (sklizňové ztráty) snadno a hromadně za vhodných podmínek klíčí a vzhází, čehož je využíváno pro minimalizaci rizika výskytu rostlin z výtrolu v následných plodinách. Stejně tak například po poškození šesuli krupobitím ještě před sklizní můžeme vidět, že vypadaná semena ihned klíčí a v době sklizně je již půda pokrytá klíčovými rostlinami. V případě později umrtvených porostů meziplodin se často stává, že po jejich mělkém zapravení do půdy začnou dozrálá a zároveň již nedormantní semena ihned klíčit, tak jak to často vidíme v případě hořčice bílé (obr. 36).



Obr. 36: Kulturní hořčice bílá primární dormanci postrádá, semena z výtrolu klíčí bezprostředně po sklizni (foto Holec).

Sekundární dormance

Dormance může být indukována u semen po přerušení kontaktu s mateřskou rostlinou, jsou-li vlhká (tedy ne nezbytně plně nabobtnalá) semena vystavena vnějším stresům, které jim neumožňují klíčení, či narušení dormance. Tuto dormanci (i když zjednodušeně) označujeme jako sekundární. Dříve se za hlavní příčinu sekundární dormance považoval především nedostatek kyslíku nebo vysoký obsah oxidu uhličitého (Benvenuti a Macchia, 1998). Stejně tak ale může být sekundární dormance vyvolána dlouhodobým pobytem v podmínkách nepříznivých pro klíčení, přičemž limitujícím faktorem nemusí být jen obsah kyslíku a vlhkost půdy, ale např. nízké či vysoké teploty. Nejčastěji bývají rozlišovány následující typy sekundární dormance (Baskin a Baskin, 2001):

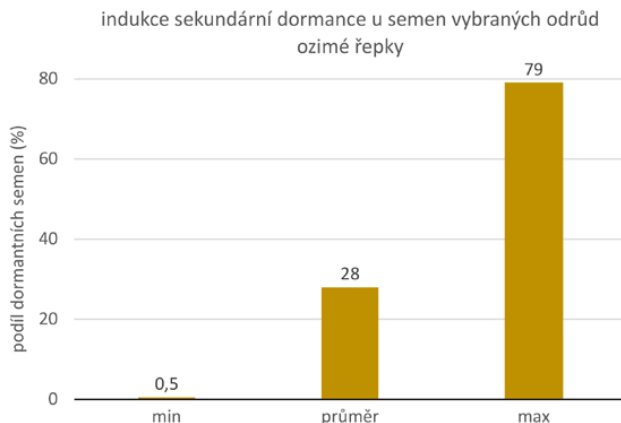
- **Termodormance** – je vyvolána působením teplot. Tento způsob indukce je poměrně efektivní a uplatňuje se především při indukcii sekundární dormance u semen v povrchových vrstvách půdy, kde je kolísání teplot velmi vysoké. Obecně lze říci, že dormance semen jarních plevelů je indukována vysokými teplotami v průběhu června a července, tyto druhy proto od poloviny léta až do zimy nevzcházejí, naopak nízké teploty v zimě dormanci porušují. U obligátně ozimých plevelů je sekundární dormance semen indukována nízkými teplotami (v průběhu zimy) a zabraňuje vyklíčení semen na jaře, vysoké letní teploty naopak dormanci semen těchto plevelů porušují a tyto plevele pak mohou hromadně vzcházet na podzim.
- **Skotodormance** – nastává po několikadenním umístění semen, vyžadujících pro klíčení světlo, v temnu. Během této doby se semena stanou silně dormantními a často se u nich vyvine snížená senzitivita ke světlu. Většinou je tento typ sekundární dormance pozitivně ovlivňován teplotou.
- **Fotodormance** – je indukována prodlouženou expozicí bílého světla nebo (častěji) dlouhovlnného červeného světla.
- **Osmodormance** – příčinou vzniku sekundární dormance je osmotický stres, tedy nedostatek vody pro klíčení, i když určité množství vody je v prostředí dostupné a semena mohou bobtnat.

Zatímco u dormance primární hrají často značnou roli struktury semen či plodů, produkované mateřskou rostlinou, u sekundární dormance se již jedná výhradně o vnitřní faktory, související s genetickými dispozicemi a metabolickou reakcí semen či plodů na podmínky vnějšího prostředí. Indukce sekundární dormance je obecně závislá na tom, zda se nabobtnalá semena setkají s takovými přírodními podmínkami, které jim neumožní klíčit.

Semena mohou plynule přecházet mezi stavy dormance a schopnosti okamžitě klíčit, je možné vypořádat roční sezónnost dormance u jednotlivých druhů (Martinková a Honěk, 2000). Přejít mezi dormantním a nedormantním stavem není skokový. Při odeznívání dormance je semeno nejprve schopno klíčit pouze v úzkém rozsahu optimálních podmínek, který se postupně rozšiřuje. Kromě toho je přechod pozvolný i v rámci populace, protože jednotlivá semena často vykazují značné rozdíly v síle dormance.

Jak bylo uvedeno výše, kulturní formy brukvovitých se vyznačují jen krátkou primární dormancí. Stále si však zachovávají schopnost vstupovat do dormance sekundární. Tato schopnost se liší u jednotlivých kultivarů, například u řepky v rámci našich pokusů byla celkem u 49 odrůd indukována sekundární dormance v průměru u 28 % semen. Odrůda s nejnižší schopností semen vstupovat do sekundární dormance vykazovala jen 0,5 % dormantních semen, naopak odrůda s nejvyšším podílem měla dormantních téměř 80 % semen (obr. 37).

Jak je vidět, i u druhů s minimální primární dormancí může za vhodných podmínek naprostá většina semen vstoupit do dormance sekundární. S tím je potřeba počítat a přizpůsobit agrotechnické zásahy i tomu, aby semena ze sklizňových ztrát (množitelské porosty meziplodin)



Obr. 37: Průměrné, nejnižší a nejvyšší hodnoty podílu semen, u nichž bylo v rámci pokusu možné indukovat sekundární dormanci u jednotlivých odrůd řepky (celkem hodnoceno 49 odrůd).

či semena, která jsou již dozralá při zapravování porostu meziplodiny do půdy, neměla možnost sekundární dormanci získat a následně se v dalších letech uplatňovat jako zaplevelující rostliny (viz příslušná kapitola).

V průběhu dlouholeté zemědělské činnosti nastala významná změna délky dormance u kulturních rostlin i plevelných druhů a v jednotlivých zeměpisných šířkách se vytvořila periodicitu vzcházení během vegetace (obr. 38), tj. cykličnost, v níž se střídá období růstové aktivity s obdobím odpočinku. Primární dormance semen kulturních rostlin se může lišit nejen mezi druhy určitých skupin, ale i mezi odrůdami, zvláště pak u nově vytvořených odrůd nebo nově introdukovaných plodin. Procesem šlechtění, které vede vždy ke zkrácení dormance, nemusí být tato vlastnost v genetickém základu zakotvena. Tato problematika je aktuální i proto, že nově zaváděné odrůdy nemusí být testovány na délku primární dormance, která může být ovlivněna například i procesem urychlení dozrávání, tj. například desikací (Kohout, 1996).



Obr. 38: Planá forma hořčice bílé vytváří dormantní semena, na jihu Evropy se uplatňuje jako polní plevel, fotografie byla pořízena v Řecku (foto Holec).

Při pěstování meziplodin se s dormancí setkáváme při zakládání porostů, kdy se u jednotlivých druhů může projevit přetrvávající dormance primární, která semenům či plodům brání v klíčení. To je typické především pro jeteloviny, u nichž hovoříme o tzv. tvrdoslupečnosti. U brukvovitých meziplodin v tomto směru nejsou problémy, jejich klíčivost (zvláště u prošlechtěných a nejčastěji pěstovaných druhů – hořčice, řepka) je již brzy po sklizni vysoká. Problémem ale může být dormance sekundární, tedy stav, kdy již klíčivá semena vlivem podmínek prostředí se stanou opět neklíčivými, ale stále životnými. Sekundární dormance těmto semenům brání v neproduktivním klíčení a umožňuje jim dlouhodobé přežívání v půdě.

Přežívání semen v půdě

Po dozrání a vysemenění na orné půdě se semena a plody rostlin (plevelů i plodin) v důsledku zpracování půdy ve značné míře dostávají do jednotlivých vrstev půdního profilu, kde mohou různě dlouhou dobu přežít. Některá semena jsou klíčivá jen velmi krátkou dobu, jiná přetrvávají v půdě životná celá desetiletí, výjimečně i staletí. Tato semena vytvářejí půdní zásobu, která se též označuje jako půdní banka semen. Půdní zásoba semen je nejvýznamnějším zdrojem zaplevelení orných půd. Někdy bývá rozlišováno mezi půdní zásobou tranzientní, tedy dočasnou, v níž žádná semena nemohou přežít déle než rok, a perzistentní – trvalou. Perzistentní půdní zásoba je tvořena semeny různého stáří, z nichž některá jsou dormantní, jiná jsou vystavena příznivým podmínkám prostředí a mohou klíčit a další neklíčí vlivem nepříznivých podmínek (Aldrich a Kremer, 1997). Každým rokem je půdní zásoba obohacována o nové diaspory (semena či plody). Obecně platí, že dormantní semena, která vstupují a významně přispívají do semenných bank, se častěji vytvářejí u jednoletých a jiných krátce žijících rostlinných druhů než u druhů žijících déle.

K ochuzování půdní zásoby dochází jednak samotným klíčením semen, kdy ale počet všech semenáčků, které vyklíčí na orné půdě během jednoho roku, představuje asi jen 3 – 6 % semen z celkové půdní zásoby, déle mortalitou semen, která má několik příčin. Významný je pokles počtu životných semen následkem přirozené ztráty klíčivosti. Ta může být důsledkem několika jevů:

- zásoby živin jsou vyčerpány, takže buňky nemají dostatek energie na reparaci poškozených částí,
- zásoby živin prošly chemickou změnou a nejsou tedy nadále pro embryo využitelné,
- došlo k takovému poškození DNA, že buněčné dělení a následný růst jsou znemožněny,
- buněčné membrány ztratily integritu, čímž dochází ke ztrátě funkčnosti organel,
- došlo k významnému poklesu enzymatické aktivity (Mohler, 2001).

K výše uvedeným jevům dochází dříve u semen, která nestihla plně dozrát, přičemž vysoké teploty a vyšší vlhkost tento proces urychlují. Kromě vnitřních faktorů způsobuje mortalitu semen i řada faktorů vnějších, jako je činnost půdních mikroorganismů, které semena a plody atakují a způsobují jejich předčasnou odumření. Počty semen v půdní zásobě jsou také snižovány činností predátorů semen, mezi něž patří obratlovci (drobní hlodavci, zrnažraví ptáci), stejně jako bezobratlí (např. larvy vybraných druhů střevlíkovitých brouků). V agroekosystémech mají predátoři na svědomí významnou část ztrát semen z půdní zásoby (Westerman a kol., 2002; Saska, 2003).

Dlouhověkost semen v půdní zásobě je především druhovou vlastností, která je však silně ovlivněna působením vnějších podmínek. Krátkou životnost v půdě mají obilky běžných druhů obilnin, proto jejich výdrol zapleveluje jen bezprostředně následující plodinu. Naopak k druhům s vysokou perzistencí semen v půdě patří i některé brukvovité plevely, jako ředkev ohnice a hořčice rolní, jejichž semena mohou v půdě přežít i desetiletí. Významným způsobem

ovlivňují životnost semen půdní podmínky. Na ulehých půdách s nedostatkem kyslíku si semena udržují životnost delší dobu. Naopak na lehčích, výhřevných, úrodných, biologicky činných půdách semena ztrácí klíčivost v kratší době (již po roce i dřívě). Perzistence semen plevelů v půdě je také silně ovlivňována klimatickými podmínkami. Semena plevelů uložená na stanovišti s nižšími srážkami a konstantní teplotou během roku vykazují obvykle delší perzistenci v půdě než semena uložená na stanovišti s vyššími srážkami a silným kolísáním teplot. Délka perzistence semen plevelů v půdě je do značné míry ovlivněna také hloubkou uložení v půdě. Semena uložená ve větší hloubce si udržují životnost po delší dobu než semena uložená na povrchu, nebo několik centimetrů pod povrchem půdy. To je způsobeno vyšší biologickou aktivitou v povrchové vrstvě půdy a vyšší fluktuací teplot.

Právě dobrá schopnost přežívat v půdě umožňuje brukvovitým plodinám uplatňovat se jako významné rostliny zaplevelující (obr. 39). Aby bylo riziko jejich vzházení v následných plodinách minimalizováno, je nutné jednak omezit vstup semen těchto druhů do půdní zásoby, tedy zajistit, aby v případě sklizně množitelských porostů docházelo jen k minimálním ztrátám, snažit se co nejvíce semen vyprovokovat ke klíčení bezprostředně po sklizni, omezit jejich zapravení do hlubších vrstev půdy, kde je vyšší pravděpodobnost indukce sekundární dormance, a tedy jejich delší životnost v půdě, ale také co nejvíce existující půdní zásobu redukovat (vhodným zpracováním půdy vyprovokovat semena ke klíčení a zvyšovat jejich mortalitu). Dále je nutné porosty meziplodin zapravovat do půdy či jinak umrtvovat (mechanicky, chemicky) před plným dozráním jejich semen. To je poměrně snadno proveditelné v případě jednodruhových porostů, ale již komplikovanější v případě pěstování směsí meziplodin (viz kapitola o meziplodinách jako zaplevelujících rostlinách).



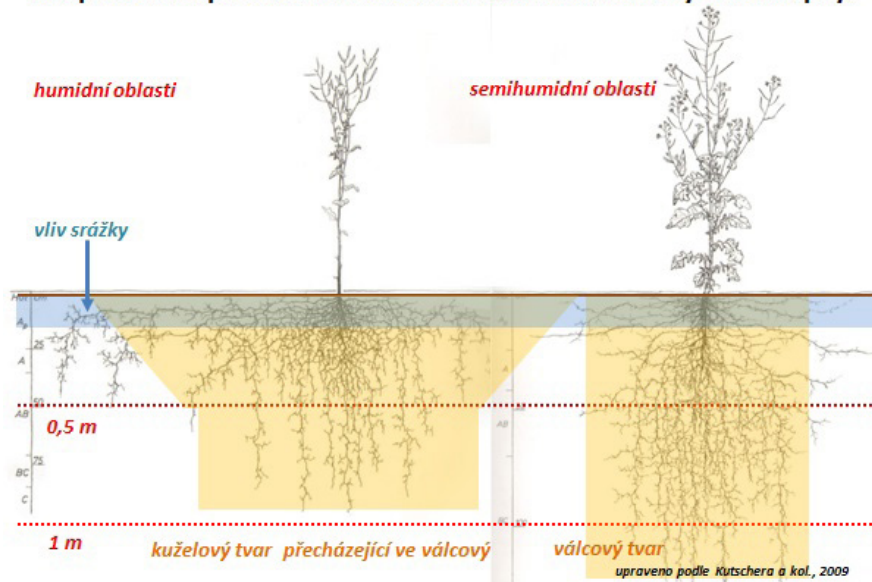
Obr. 39: Semena řepky ozimé nejsou po dozrání dormantní, může se u nich ale vytvořit dormance sekundární, která jim umožňuje lépe přežívat v půdě a uplatnit se jako závažná zaplevelující rostlina v následných plodinách, zde v porostu brambor (foto Holec).

Samotné pěstování meziplodin s jejich následným zapravením do půdy představuje zdroj kvalitní a snadno rozložitelné organické hmoty, která funguje jako zdroj energie a živin pro půdní společenstvo. Biologicky aktivní půda s intenzivní činností půdních mikro i makroorganismů snižuje životnost semen v půdě, neboť i tato jsou napadána a destruována.

4. Kořenový systém

Většina brukvovitých druhů se vyznačuje kúlovým kořenovým systémem s rozdílným počtem a délkou postranních kořenů. Prostorové rozmístění postranních kořenů kolem kúlového kořene vytváří typický tvar kořenového systému, který u brukvovitých zaujímá tvar kužele či válce (např. Kutschera a kol., 2009; Sobotik a kol., 2020). Válcovitý tvar kořenového systému je spojen i s vyšší intenzitou prokořenění spodních vrstev půdy, které je známo např. u ozimé řepky. Barraclough (1989) uvádí, že u ozimé řepky dochází k poklesu intenzity prokořenění od povrchu půdy směrem do hloubky, ale přibližně od hloubky půdy 0,5 m se již intenzita prokořenění půdy nemění. Naopak u obilnin dochází k lineárnímu poklesu intenzity prokořenění od povrchu do spodních vrstev, což u pšenice seté popisují Gregory a kol. (1978). Samotný tvar kořenového systému v reálných podmínkách může být modifikován půdními a klimatickými podmínkami, včetně vláhových podmínek v daném roce (srážková dotace a rozložení srážek během vegetace). Obrázek 40 dokládá reakci kořenového systému ozimé řepky na vláhové podmínky prostředí.

Vliv podmínek prostředí na architekturu kořenového systému řepky.



Obr. 40: Vliv vláhových podmínek lokality na rozložení kořenového systému v půdě a na jeho tvar.

Z hlediska zajištění funkcí kořenového systému v půdě lze za důležité parametry považovat rovněž hloubku prokořenění půdy, boční prokořenění půdy, dynamiku růstu a hloubku prokořenění půdy v čase. Dynamika růstu kořenového systému v čase, zejména ve vztahu k hloubce prokořenění, je zmapována u hlavních kulturních plodin, kde hloubka prokořenění půdy narůstá s délkou vegetace plodiny (Gregory, 2006).

Hloubka prokořenění půdy a intenzita rozvoje kořenového systému směrem od středu rostliny je závislá na půdních podmínkách daného stanoviště. Tabulka 13 uvádí základní parametry kořenových systémů vybraných druhů z čeledi brukvovitých.

Tab. 13: Specifikace kořenových systémů vybraných druhů z čeledi brukvovitých (upraveno podle Kutschera a kol., 2009).

| rostlinný druh | tvár kořenového systému | hloubka prokořenění* (m) | šířka prokořenění* (m) |
|----------------------------|--|--------------------------|------------------------|
| lnička setá | kuželovitý/válcovitý | 0,84 – 0,93 | 0,81 |
| roketka setá | kuželovitý, spíše válcovitý | 1,5 | 0,95 |
| řepka olejka (ozimá forma) | nepravidelně kuželovitý až výrazně válcovitý | do 1,3 | 2,63 |
| hořčice bílá | kuželovitý/válcovitý | přes 1,05 | 1,06 |
| ředkev olejná | kuželovitý, často válcovitý | do 1,53 | 1,20 |

* hodnoty jsou vztaženy pro konkrétní odběrové lokality

4.1. Specifika vývoje kořenového systému meziplodin

Na rozdíl od brukvovitých druhů pěstovaných jako hlavní plodiny je vývoj kořenového systému meziplodin výrazněji ovlivněn agrotechnickými opatřeními vycházejícími z pěstební cíle. Výsev meziplodin může probíhat téměř během celé doby vegetace. V zemědělské praxi stále převládá členění meziplodin ve vztahu k termínu založení na podsevové, letní, strnskové a ozimé (Brant a kol., 2008). Změna technologických postupů pěstování polních plodin a využití meziplodin pro biologické zpracování půdy ve vytrvalých kulturách však termíny výsevu posouvá do celého období vhodného pro růst rostlin. Typickým příkladem je využití brukvovitých plodin jako tzv. pomocných plodin. Zde se jedná o pozdní výsevy brukvovitých druhů s ozimými obilninami, o časně jarní celoplošné či pásové výsevy před založením širokořádkových plodin, ale i o cílené podsevy do trvalých kultur během celé délky jejich vegetace (např. Brant a kol., 2019a a 2021a). Termín výsevu zásadním způsobem ovlivňuje faktory určující vývoj rostlin, včetně kořenového systému, především teplotní, vláhové a světelné podmínky. Výrazný vliv na vývoj a prostorové rozmístění kořenového systému má i stav penetračního odporu půdy, který je spojen s pěstební technologií hlavní plodiny, zejména se systémem zpracování půdy, ale také se vznikem technogenního zhutnění při sklizni apod. Přestože se obecně poukazuje na pozitivní vliv kořenů meziplodin na porušení zhutněných vrstev v půdním profilu (např. Brunotte a Fröba, 2007), nelze na samotnou funkci meziplodin zhutněnou půdu rozrušit spoléhat. Van den Akker a Schjøning (2004) upozorňují, že zhutnění podloží ovlivňuje všechny aspekty kvality půdy a, na rozdíl od zhutnění ornice, je trvalé. Přírozené procesy jako jsou objemové změny v závislosti na vlhkosti půdy, působení mrazu a biologické aktivity včetně růstu kořenů se s hloubkou rychle zpomalují.

Ve zhutněné půdě v podorničí jsou tyto odlehčovací procesy navíc omezeny, protože růst kořenů a biologická aktivita jsou sníženy a obsah vody v půdě zůstává vyšší ve zhutněné než v dobře strukturované půdě. Na možnost zvýšení množství organické hmoty v půdě včetně podorničních horizontů využitím biologického zpracování půdy poukazují např. Olson a kol. (2014) a Jian a kol. (2020).

Přítomnost zhutnění půdy v orničním profilu a na úrovni podorničí může však být primárním faktorem omezujícím rozvoj kořenů nejen do orničního profilu samotného, ale i dále do hlubších půdních vrstev (obr. 41). Obrázek 42 dokládá deformaci kořenových systémů hořčice bílé na dvou chmelnicích v žatecké oblasti pěstované v meziřadí v důsledku vysokého zhutnění půdy v orničním profilu, které vzniklo jako důsledek nevhodného zpracování půdy. Vlevo (obr. 42) je extrémní případ zhutnění půdy nacházející se již v hloubce 50 až 70 mm pod povrchem půdy.

Vliv penetračního odporu na tvorbu kúlového kořene ozimé řepky. Plochy s nízkou hodnotou penetračního odporu (vlevo) a s vyšší hodnotou vpravo. Hodnoceno 27.6.2013.



Brant, 2022


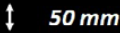






Obr. 41: Deformace kořenů ozimé řepky v závislosti na přítomnosti zhuštění půdy v rozdílných hloubkách půdního profilu.



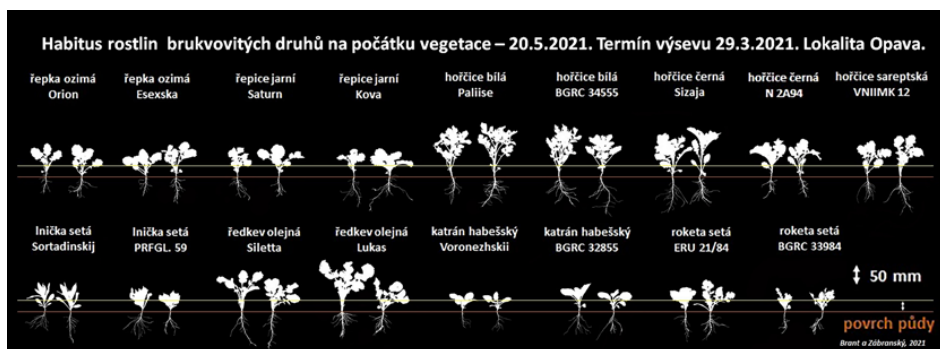
Obr. 42: Deformace kořenových systémů hořčice bílé na dvou chmelnicích v žatecké oblasti pěstované v meziřadí v důsledku vysokého zhuštění půdy v orníčním profilu (foto Brant).

Ve srovnání s hlavními plodinami se u druhů vyšetřovaných jako meziplodiny setkáváme s větší variabilitou systémů zpracování půdy a způsobů výsevu meziplodin. Výrazněji se lze u plodin vysévaných jako meziplodiny setkat se systémy mělkého zpracování půdy či výsevu do strniště. Vývoj kořenového systému je poté ovlivněn např. hloubkou zpracování půdy, uložením rostlinných zbytků po sklizni hlavní plodiny v půdě apod. Na půdách bez přítomnosti zhuštění půdy dochází u většiny brukvovitých meziplodin k tvorbě kúlového kořene (obr. 43). Na začátku vegetace je pro většinu brukvovitých meziplodin pěstovaných v České republice typická tvorba kúlového kořene s postranními kořeny, které společně vytváří kuželový tvar (obr. 44).

Významný vliv na modifikaci růstu a habitu kořenového systému může mít i způsob rozmístění rostlin ve vztahu k založení porostu. Vyšší vnitrodruhová konkurence mezi rostlinami při výsevu do řádku je většinou spojena s podporou prodlužovacího růstu a s tvorbou slabších a méně větvených kořenů. Výsev tzv. naširoko, který zajistí dostatečný prostor pro růst nadzemní i podzemní biomasy, je spojen s tvorbou silnějších a rozvětvenějších kořenů, včetně omezení etiolizačního efektu u nadzemní části rostliny (obr. 45). Kromě výše uvedeného etiolizačního efektu se spon rostlin podílí i na modifikaci kořenového systému. Zejména u ředkve olejné omezovalo hustější rozmístění rostlin (výsev do řádku) tvorbu ztloustlých kúlových kořenů.

| druh/ specifikace | hořčice bílá | ředkev olejná | lnička setá |
|---|---|---|---|
| habitus nadzemní části rostliny <i>povrch půdy</i>   |  |  |  |
| typ kořene | <i>kulový</i> | <i>kulový</i> | <i>kulový</i> |
| tvar kořenového systému |  |  |  |
| poměr nadzemní a podzemní biomasy | <i>velký</i> | <i>velký/ střední</i> | <i>velký</i> |

Obr. 43: Habitus nadzemní biomasy a kořenového systému vybraných brukvovitých meziplodin (upraveno podle Brant a kol., 2017b).



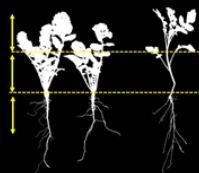
Obr. 44: Habitus nadzemní a podzemní části rostlin z čeledi brukvovitých na počátku vegetace stanovený 20.5.2021. Založení porostů proběhlo 29.3.2021 na lokalitě Opava.

Omezení tvorby ztloustlých kořenů, které je typické např. pro rostliny ředkve olejně (Brant a kol., 2017c, obr. 46), snižuje riziko vymrznutí rostlin přes zimu a přispívá k jejich regeneraci z nepoškozených kořenů na jaře. Tyto regenerující rostliny mohou následně vést k zaplevelení hlavní plodiny.

Habitus vyšetých druhů meziplodin v závislosti na způsobu výsevu na lokalitě Habry 6.11.2018. Výsev byl proveden 7.9.2018.

výsev do pásů
plečkou

1 2



výsev do řádků
secím strojem

1 2



0,1 m

1 – ředkev olejná, 2 – hořčice bílá

Brant, 2018

Obr. 45: Habitus nadzemní a podzemní části rostlin hořčice bílé a ředkve olejné v závislosti na výsevu do pásů a pomocí sečí botky (upraveno podle Brant a kol., 2019c).



Obr. 46: Tvorba ztloustlých kořenů, ke které dochází především u rostlin ředkve olejné, snižuje riziko vymrznutí rostlin přes zimu (foto Brant).

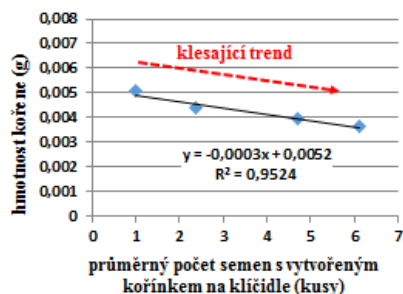
4.2. Vývoj primárních kořenů u klíčenců

Vývoj klíčenců a jejich primárních kořenů je intenzivně sledován u většiny kulturních rostlin. Vysoká klíčivost a následná vzcházivost je základem dosažení požadované struktury porostů, a tím naplnění daných pěstitelských cílů. Tato skutečnost je však opomíjena při využití druhů jako mezplodin. Z hlediska vývoje primárního kořínku při vzcházení rostlin nehrají roli jen abiotické faktory prostředí, včetně kvality seťového lože, ale zajímavou otázkou je i reakce klíčících semen a následný vývoj rostlin, dojde-li k umístění dvou či více semen do jednoho místa. K této situaci může u mezplodin docházet pravděpodobně častěji, protože jsou mnohdy vysévány např. za výsevni radličky, rozptylem za pracovní nástroje apod. Dalším faktorem je v praxi velmi časté navyšování výše výsevků z hlediska jistoty založení porostů, zejména při výsevu mezplodin do méně kvalitně zpracované půdy, za sucha, při pozdních výsevech atd. Na základě pozorování rostlin v polních podmínkách se ukazuje, že vznik tzv. „dvojáků“ je většinou spojen s redukcí jedné rostliny ve dvojici, či omezeným růstem obou rostlin. Vliv vzájemné interakce mezi semeny u ozimé řepky, nachází-li se jich více ve shluku, popisují Brant a kol. (2016b). Autoři na základě laboratorních experimentů probíhajících v agaru uvádějí, že průměrná hmotnost všech kořenů vzcházejících rostlin nacházejících se na agarovém klíčidle ve shluku byla ve srovnání se soliterně umístěnými semeny nižší (obr. 47, vlevo). Při podrobnějším pohledu na hmotnosti kořenů jednotlivých klíčenců ve shluku bylo zjištěno, že nejdelší kořen ve shluku semen vykazoval vždy vyšší hmotnost, než byla hmotnost samostatně klíčící rostliny (Brant a kol., 2016b). Ostatní kořeny měly hmotnost nižší. Výsledky naznačují, že na začátku klíčení může vést vzájemné ovlivňování se rostlin k vzájemné stimulaci (obr. 48). Následně však nejvyvinutější rostlina může negativně ovlivnit vývoj ostatních. Obdobné výsledky byly prokázány např. u vojtěšky seté. U vojtěšky se zpočátku vzájemné působení projevuje synergicky, později však působí silná vnitrodruhová kompetice.

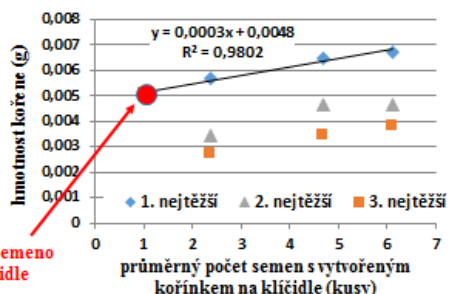
Na základě dalších experimentů autorského kolektivu byl obdobný efekt prokázán také u hořčice černé (tab. 14). Primární kořen u soliterně umístěného semínka na klíčidle byl ve srovnání s většinou kořenů klíčenců ve shluku (kromě dominantního nejdelšího kořene) delší. Vývoj primárních kořenů u semen hořčice černé dokládá obrázek 49. U lničky seté (odruža Sortadinskij) rozdíl mezi délkou primárního kořene u semen ve shluku a semen soliterně umístěných na klíčidle prokázán nebyl.

Interakce mezi semeny ozimé řepky při klíčení v agaru

Závislost mezi průměrnou hmotností kořene (g) a průměrným počtem semen s vytvořeným kořínkem na klíčidle (kusy)

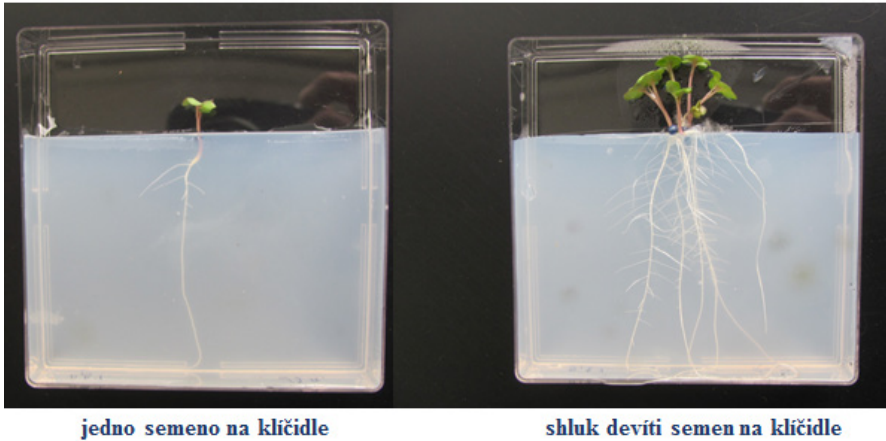


Závislost mezi průměrnou hmotností 1., 2. a 3. největšího kořene (g) a průměrným počtem semen s vytvořeným kořínkem na klíčidle (kusy)



Obr. 47: Interakce mezi klíčovými semeny ozimé řepky stanovená na základě hmotnosti kořene (Brant a kol., 2016b).

Interakce mezi semeny ozimé řepky při klíčení v agaru



Obr. 48: Rozvoj kořene klíčících semen ozimé řepky v závislosti na jejich vzájemné interakci (Brant a kol., 2016b).

Tab. 14: Vliv vzájemné konkurence mezi klíčovými semeny hořčice černé (materiál N2A94) na základě stanovení délky primárního kořene, délky hypokotylu a poměru délky primárního kořene a hypokotylu (mm). Rozdílné indexy v rámci sloupce dokumentují statisticky průkazný rozdíl mezi průměry na hladině významnosti 95 % (ANOVA, LSD test). Uložení semen na agarové klíčidlo 8.12.2021, termín hodnocení 14.12.2021.

| varianta | pořadí semen podle délky kořínku ve shluku (1 - nejdelší) | délka kořínku (mm) | délka hypokotylu (mm) | poměr: délka kořínku/délka hypokotylu |
|-----------------|---|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 5 semen - shluk | 1 | 71,2 c | 9,2 a | 6,0 a |
| | 2 | 58,4 abc | 8,0 a | 6,4 a |
| | 3 | 50,8 abc | 7,0 a | 7,2 ab |
| | 4 | 46,0 ab | 7,0 a | 8,0 ab |
| | 5 | 42,8 a | 7,6 a | 8,3 ab |
| 1 semeno | | 65,0 bc | 6,2 a | 10,6 b |

Kromě vzájemných interakcí mezi klíčovými rostlinami je potřebné do procesů rozvoje primárního kořene zahrnout samotnou orientaci uložení semena na klíčidlo či v půdě, především umístění otvoru klového vůči geotropickému směru růstu kořenů. Ten představuje místo na povrchu semene, kde při klíčení vyrůstá ze semene kořínek klíčku (Brant a kol., 2017a). Zásadní rozdíly ve vývoji klíčenců lze pozorovat při orientaci otvoru klového směrem k povrchu půdy či směrem do půdy. Je-li otvor klový nasměrován k povrchu půdy, proráží klíček ze semena tímto směrem. V důsledku působení geotropismu se však začne stáčet dolů. Tento proces je spojen např. s prodlužováním doby pronikání kořene do spodnějších vrstev seťového lože. Doba potřebná k obrůstání semínka může trvat několik hodin, ale i dnů. V této době se však zárodečný kořínek nachází ve velmi zranitelné vrstvě půdy z hlediska ztráty vody. Rychle

Interakce mezi semeny hořčice černé při klíčení v agaru



shluk pěti semen na klíčidle

jedno semeno na klíčidle

Brant, 2022

Obr. 49: Rozvoj kořene klíčících semen hořčice černé v závislosti na jejich vzájemné interakci.

přeschnutí horní vrstvy půdy, zejména u mělce vysévaných semen, např. u ozimé řepky, zvyšuje riziko zaschnutí klíčenců a následné snížení vzházivosti. Tuto skutečnost lze považovat za důležitou i u ostatních brukvovitých meziplodin, především zástupců rodů, které vykazují větší velikost semen (zástupci rodu hořčice, katrán habešský, ředkev olejná a řepice ozimá a jarní). U malých semen lničky seté hraje orientace uložení semen pravděpodobně menší roli.

Vývoj primárního kořene klíčenců však může být ovlivněn i dalšími faktory prostředí, např. zasolením půdy. Pavlovič a kol. (2019) uvádějí, že v současné době je většina druhů plodin z čeledi brukvovitých klasifikována jako středně tolerantní vůči zasolení. Amfidiploidní druhy (genetická informace je složena ze dvou sad chromozómů jednoho rodiče a dvou sad chromozómů druhého rodiče) vykazují poněkud vyšší toleranci než diploidní druhy (Purty a kol., 2008). Nejčastější nepříznivý vliv salinity na plodiny z čeledi brukvovitých se projevuje snížením výšky rostlin, její velikostí a poklesem výnosu, stejně jako zhoršením kvality produktu (např. Ashraf a McNeilly, 2004; Zamani a kol., 2010). Kromě pomalejšího růstu nadzemní a podzemní biomasy dochází u citlivých druhů k vyššímu poškození buněk u klíčenců, k navýšení obsahu sodíku v biomase a k menší produkci prolinu (Kumar a kol., 2009).

Na základě našich pokusů byl ověřován vliv vybraných druhů brukvovitých meziplodin na délku primárního kořínku klíčenců v závislosti na salinitě prostředí. Salinita byla simulována v agaru vytvořeném pomocí rozdílných koncentrací NaCl (chlorid sodný) v destilované vodě (tab. 15). Hodnocení prokázala redukci růstu primárního kořínku a nadzemní části u klíčenců u všech vybraných druhů brukvovitých meziplodin (tab. 15 a obr. 50). Nejmenší redukce délky primárního kořínku byla stanovena u lničky seté, kde při salinitě odpovídající hodnotě 50 mM (2,92g NaCl/l H₂O) došlo k 72 % redukci délky vůči kontrole, u ostatních hodnocených druhů tato redukce přesahovala hodnotu 80 %.

Tab. 15: Vliv salinity simulované NaCl v agaru na délku primárního kořínku a nadzemní části klíčenců u vybraných druhů z čeledi brukvovitých. Rozdílné indexy v rámci sloupce dokumentují statisticky průkazný rozdíl mezi průměry na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey) samotné pro jednotlivé druhy. Hodnocení bylo provedeno 7. den po uložení semen na klíčidlo.

| druh/odrůda - novošlechtění | míra salinity | délka kořene (mm) | snížení délky kořínku (%), kontrola = 100 % | procento rost- lin tvořících kořínek (%) | délka nadzemní části (mm) | procento rostlin tvořících nadzemní část (%) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|--|--|---------------------------------|--|
| hořčice bílá/ Paliisse | 0 mM (kontrola) | 59,3 b | | 87,5 | 15,3 c | 87,5 |
| | 50 mM NaCl/I H ₂ O | 7,6 a | 87,2 | 87,5 | 8,0 b | 87,5 |
| | 100 mM NaCl/I H ₂ O | | | 0 | 3,0 a | 50 |
| | 200 mM NaCl/I H ₂ O | | | 0 | 0 | 0 |
| katrán habešský/ Voronezhskii | 0 mM (kontrola) | 31,8 b | | 50 | 8,3 | 75 |
| | 50 mM NaCl/I H ₂ O | 6,3 a | 80,3 | 50 | 7,0 | 12,5 |
| | 100 mM NaCl/I H ₂ O | 2,0 | | 12,5 | | 0 |
| | 200 mM NaCl/I H ₂ O | | | 0 | | 0 |
| řepka ozimá/ Orion | 0 mM (kontrola) | 56,8 b | | 75 | 11,3 b | 75 |
| | 50 mM NaCl/I H ₂ O | 8,3 a | 85,3 | 75 | 6,5 a | 75 |
| | 100 mM NaCl/I H ₂ O | 2,2 a | | 75 | 5,0 | 12,5 |
| | 200 mM NaCl/I H ₂ O | | | 0 | 0,0 | 0 |
| řepice jarní/ I.B. 1692 | 0 mM (kontrola) | 70,4 b | | 100 | 6,5 b | 100 |
| | 50 mM NaCl/I H ₂ O | 9,4 a | 86,6 | 87,5 | 3,4 a | 87,5 |
| | 100 mM NaCl/I H ₂ O | 1,0 | | 12,5 | 1,0 | 12,5 |
| | 200 mM NaCl/I H ₂ O | | | 0 | | 0 |
| ředkev olejná/ Siletta | 0 mM (kontrola) | 68,6 | | 100 | 24,3 b | 100 |
| | 50 mM NaCl/I H ₂ O | 9,4 | 86,3 | 87,5 | 11,4 a | 87,5 |
| | 100 mM NaCl/I H ₂ O | 9,0 | | 12,5 | | 0 |
| | 200 mM NaCl/I H ₂ O | | | 0 | | 0 |
| Inička setá/ PRFGL. 59 | 0 mM (kontrola) | 29,4 b | | 100 | 6,3 b | 100 |
| | 50 mM NaCl/I H ₂ O | 8,1 a | 72,3 | 87,5 | 2,9 a | 87,5 |
| | 100 mM NaCl/I H ₂ O | 1,7 | | 37,5 | | 0 |
| | 200 mM NaCl/I H ₂ O | | | 0 | | 0 |

Vývoj klíčenců vybraných druhů brukvovitých meziplodin v závislosti na zasolení prostředí (simulace testem klíčivosti v agaru s přidáním NaCl)



Obr. 50: Vývoj klíčenců vybraných druhů brukvovitých meziplodin v závislosti na zasolení prostředí (simulace testem klíčivosti v agaru s přidáním NaCl).

5. Produkce nadzemní biomasy

Produkce biomasy brukvovitých meziplodin je závislá na pěstitelském cíli, zejména z hlediska pěstování podsevojových, letních, strniskových či ozimých meziplodin. Průměrné hodnoty produkce nadzemní a podzemní biomasy vybraných druhů brukvovitých meziplodin vycházející z klasických prací vztahujících se k problematice meziplodin dokumentuje tabulka 16. V kontextu dnešní doby se jedná i o posouzení produkce nadzemní biomasy při využití brukvovitých jako pomocných plodin, systémů ozelenění meziřadí chmelnic, druhů pro vícekomponentní směsi pěstované v ekologickém zájmu apod. Brant a kol. (2008) uvádějí, že v rámci jednotlivých pěstebních směrů má na produkci biomasy vliv použitý rostlinný druh, termín výsevu, průběh počasí, způsob založení porostů a další faktory. Na základě těchto skutečností jsou hodnoty produkce biomasy velice rozdílné a v závislosti na ročníku značně kolísají. V literatuře zabývající se touto problematikou lze nalézt nepřeborné množství údajů, jejichž zevšeobecnění do podoby intervalu dokládajícího rozmezí mezi nejnižšími a nejvyššími hodnotami produkce biomasy ztrácí v konečném důsledku možnost dalšího praktického využití těchto informací. Tyto údaje totiž následně zakrývají rozdíly v půdně-klimatických podmínkách, v průběhu počasí během vegetace, ve způsobu založení a ve výši výsevku, v délce vegetace porostu meziplodiny a ve vlivu odrůdy.

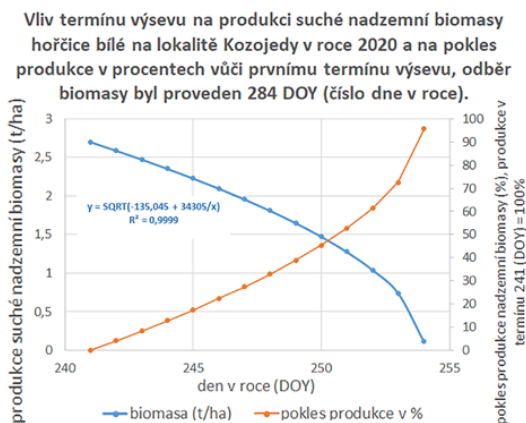
Tab. 16: Průměrné hodnoty suché nadzemní biomasy a kořenové hmoty u vybraných brukvovitých meziplodin (upraveno podle: Renius a Lütke Entrup 1985; Freyer, 2003; Brant a kol., 2008).

| rostlinný druh | produkce suché biomasy t/ha | |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|
| | nadzemní biomasa | biomasa kořenů |
| hořčice bílá | 3,5 – 4 (1 – 2)* | 1 – 1,5 (0,4)* |
| hořčice sareptská | 2 – 3 | 1 – 1,5 |
| krmná kapusta | 3,5 – 7 | 0,8 – 1 |
| ředkev olejná | 3 – 4 (1 – 2)* | 1,5 – 2,5 (0,8 – 1,2)* |
| řepice ozimá | 5 – 6,5 | 0,8 – 1 |
| řepka jarní | 3,5 – 4 | 1 – 1,2 |
| řepka ozimá | 3 – 4,5 (1 – 1,5)* | 1 – 1,5 (0,3 – 0,6)* |

* pěstování jako strnisková meziplodina

Zejména se změnou klimatu lze očekávat i reakci druhů ve vztahu k produkci biomasy v závislosti na termínu založení a následnému průběhu počasí v daném roce. Brant a kol. (2011) stanovili těsnou závislost mezi celkovou produkcí biomasy, sumou srážek od 1.května do termínu setí a průměrnou teplotou vzduchu od zasetí do termínu posledního hodnocení produkce biomasy. Průměrná teplota vzduchu za hodnocené období závisela na množství srážek ve středních Čechách u hořčice bílé a ozimé řepky. Autoři dále poukazují na skutečnost, že celková produkce nadzemní biomasy u brukvovitých strniskových meziplodin (hořčice bílá, řepka ozimá a ředkev olejná) pozitivně koreluje s délkou vegetace. Tuto již obecně známou skutečnost potvrzují např. Kahnt (1980) a Entrup a Oehmichen (2000).

Brant a kol. (2021a) dokládají na modelovém příkladu vliv posunu termínu setí na podzim na pokles produkce nadzemní biomasy hořčice bílé (obr. 51) na lokalitě Kozojedy v roce 2020. Do termínu vstupu meziplodin do generativní fáze lze předpokládat, že při daném poměru nadzemní a podzemní biomasy se bude obdobným způsobem vyvíjet i produkce podzemní biomasy. Vstup rostliny do generativní fáze je většinou spojen se zastavením tvorby produkce nadzemní a podzemní biomasy. Pozitivní korelací mezi hloubkou prokořenění půdy a dobou růstu rostliny prokázali např. Mayaki a kol. (1976) a Jaafar a kol. (1993). Vliv termínu výsevu na produkci nadzemní a podzemní biomasy hořčice bílé při podzimním založení porostů dokládá tabulka 17.



Obr. 51: Vliv termínu výsevu na produkci suché nadzemní biomasy hořčice bílé na lokalitě Kozojedy v roce 2020 v meziřadí chmelnice. Červená křivka znázorňuje procenta poklesu výnosu z hlediska posunutí termínu výsevu (Brant a kol., 2021a).

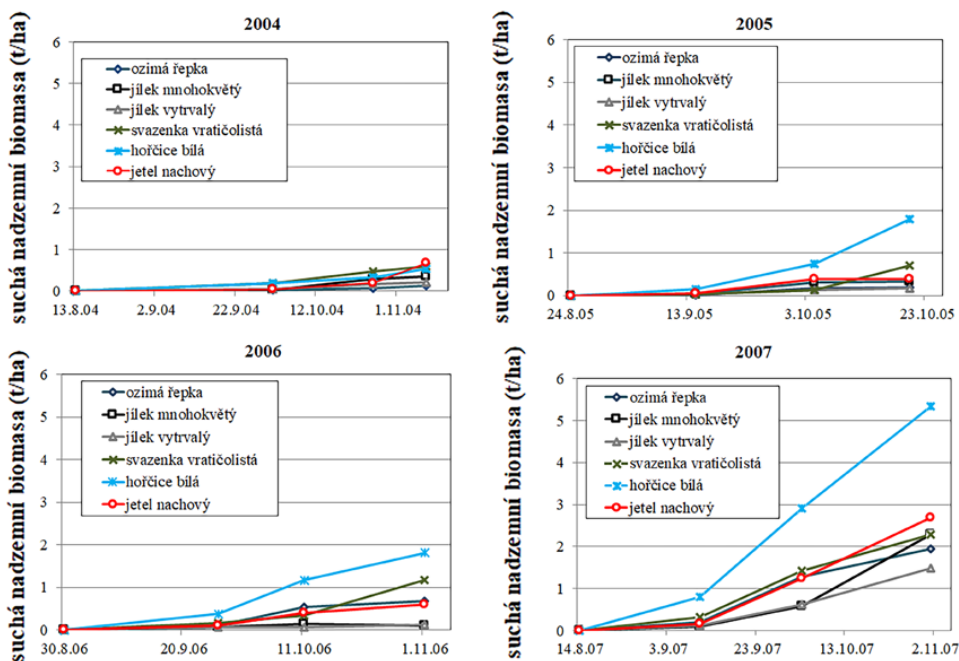
Tab. 17: Produkce suché podzemní a nadzemní biomasy hořčice bílé na lokalitě Kozojedy, termín hodnocení 21. 10. 2020. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

| termín výsevu | suchá podzemní biomasa (t/ha) | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá nadzemní a podzemní biomasa (t/ha) | počet rostlin na m ² | poměr nadzemní/podzemní |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------|
| 28.08.2020 | 0,376 b | 2,703 b | 3,079 b | 96 a | 7,22 a |
| 05.09.2020 | 0,224 a | 1,646 a | 1,870 a | 114 a | 7,56 a |

5.1. Monokultury brukvovitých druhů

Pro podmínky České republiky jsou informace o produkci nadzemní biomasy brukvovitých druhů, kromě hořčice bílé a ředkve olejné, omezené. Důvodem je dominantní uplatnění hořčice bílé jako meziplodiny pěstované především jako monokulturního druhu. Dostupné jsou informace o srovnání vybraných druhů brukvovitých meziplodin ve srovnání s ostatními meziplodinami z jiných čeledí (např. Brant a kol., 2006; 2008, 2009a, 2011 a 2017b). Především se však jedná o hodnocení, kdy porosty byly založeny jako strniskové meziplodiny.

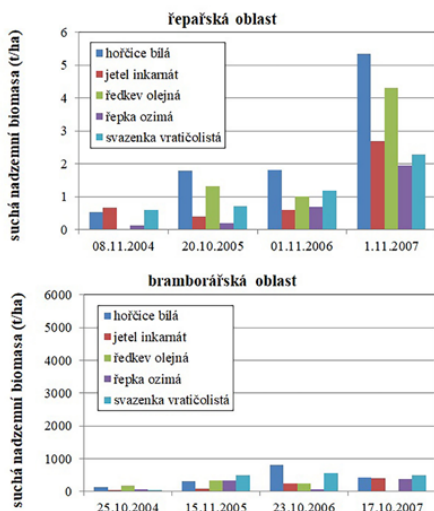
Obecně se u produkce meziplodin, včetně brukvovitých druhů, setkáváme s kolísáním výnosů, které je primárně určováno průběhem počasí. Brant a kol. (2009a) dokládají dynamiku produkce strniskových meziplodin v suchých oblastech středních Čech mezi lety 2004 až 2007 (obr. 52).



Obr. 52: Kolísání produkce nadzemní biomasy u strniskových meziplodin v letech 2004 až 2007 ve středních Čechách (upraveno podle Brant a kol., 2009a).

Z hlediska vývoje porostů, zejména u jarních a strniskových (či podzimních) výsevů, nelze zapomínat na rozdíly mezi lokalitami. Vliv lokality vycházející z ověřování produkce strniskových mezplodin včetně brukvovitých druhů v řepařské a bramborářské oblasti popisují Kasal a kol. (2007) a Brant a kol. (2010). Autoři uvádějí, že v rámci hodnocených lokalit byly vyšší hodnoty produkce nadzemní biomasy meziplodin stanoveny v řepařské oblasti. (obr. 53). Nejvyšší průměrnou produkcí biomasy (průměr let 2004 – 2007) vykázaly v obou oblastech porosty hořčice bílé. Vysoké výnosy biomasy jako u hořčice bílé byly v řepařské oblasti stanoveny také u ředkve olejné. Tyto druhy se vyznačují rychlým počátečním vývojem, zejména při dostatku vody v půdě. Za vhodných vláhových podmínek jsou schopny rychle přerůst výdrol obilniny a následně jej potlačit. Především v řepařské oblasti, kde jsou z hlediska teploty vzduchu příznivější podmínky pro růst rostlin a nehrozí zde brzký nástup přízemních mrazíků, které mnohdy v bramborářské oblasti z hlediska poškození rostlin vedou k ukončení vegetace porostů, mohou tyto druhy vyprodukovat značné množství nadzemní biomasy. U hořčice bílé se však v řepařské oblasti setkáváme s problémem brzkého zakvétání rostlin v důsledku sucha. Přechod hořčice bílé do generativní fáze je spojen s ukončením růstu a zároveň s ukončením nárůstu produkce nadzemní, ale i podzemní biomasy. Proces senescence rostlin je rovněž spjat se zasycháním listů a s následným snížením pokryvnosti porostů. V pozdějším období, zejména při dostatku půdní vláhy a vyšších teplotách vzduchu na konci vegetace, mohou být tyto porosty silně zaplevelovány. V řepařské oblasti je proto nutné, a to i z hlediska délky vegetace, pěstovat především odrůdy hořčice bílé, které nejsou náchylné k brzkému zakvétání. Při využití hořčice bílé v rámci půdoochranných technologií, tj. systémů výsevu kukuřice nebo cukrovky do mulče vymrzající mezplodiny, je vhodné v řepařské oblasti provádět spíše pozdější výsevy. Časně výsevy hořčice bílé jsou spojeny s vysokou produkcí biomasy, především tvorbou vysokých a silných lodyh, které se přes zimu obtížně rozkládají a mohou působit problémy při výsevu hlavní plodiny.

Za nejméně spolehlivé z hlediska produkce biomasy se na základě našich pokusů jeví pěstování řepky ozimé. V porovnání s hořčicí bílou a ředkví olejnou je pro ozimou řepku typická nižší vzházivost, která je do značné míry ovlivněna kvalitou zpracování půdy před založením porostu, a nízká konkurence vůči výdrolu.



Obr. 53: Průměrná produkce nadzemní biomasy meziplodin (kg/ha) na konci vegetace v řepařské a bramborářské oblasti v letech 2004 - 2007. Ředkev olejná nebyla v roce 2004 hodnocena v řepařské oblasti a v roce 2007 v bramborářské oblasti. Upraveno podle Branta a kol. (2010).

5.2. Brukvovité druhy ve směsích

Dominantní postavení v současné době přebírají vícekomponentní směsi meziplodin, které jsou složeny ze dvou a více rostlinných druhů. Důvody jejich rozšíření jsou spojeny s potřebou nárůstu tzv. plasticity porostu ve vztahu k omezení působení abiotických a biotických stresorů (např. odolnost vůči vodnímu a teplotnímu stresu, odolnost proti živočišným škůdcům apod.). Dalším faktorem je zvýšení druhové pestrosti porostů ve vztahu ke zvýšení potravní nabídky a za účelem podpory druhové pestrosti půdní mikroflóry. Zásadní význam pro rozšíření vícekomponentních směsí má i vývoj technických prostředků pro výsev druhově pestrých směsí, zejména ve vztahu k počtu zásobníků osiva na secích strojích, či strojů pro další pracovní operace) a dostupnost systémů pro rozdílné uložení osiva ve vztahu k jeho velikosti do půdy při výsevu. Ve srovnání s monokulturními porosty nabízejí vícedruhové směsi následující výhody (Brant a kol., 2017b):

- Zajištění vzejití alespoň části porostu při nevhodných podmínkách pro klíčení. Semena jednotlivých druhů, ale i odrůd meziplodin vykazují odlišnou schopnost klíčení a následného vzcházení rostlin např. za sucha nebo v závislosti na technologii a kvalitě zpracování půdy.
- Jistota dobrého pokryvu půdy a tvorby biomasy i při nevhodném průběhu abiotických podmínek pro vývoj rostlin na základě rozdílné reakce jednotlivých druhů. Zde se jedná o využití rozdílných teplotních a vláhových nároků druhů, dynamiky růstu apod.
- Zajištění dostatečné konkurence vůči plevelným a zaplevelujícím druhům (především výdrol obilní předplodiny) na základě rozdílné dynamiky růstu a habitu rostlin.
- Rovnoměrná tvorba biomasy v nadzemních horizontálních patrech porostu ve vztahu k útlumu kinetické energie deště za účelem snížení vodní eroze a zvýšení využití slunečního záření.
- Homogenní rozložení kořenové hmoty v jednotlivých částech půdního profilu, včetně možnosti využití příměsí hlubokokořenících druhů.
- Vzájemná podpora druhů na základě synergického působení od chemických procesů (alelopatické působení a komunikace v nadzemní sféře) až po vzájemnou mechanickou podporu druhů.
- Zvýšení druhové pestrosti agrofytocenóz z hlediska potravní nabídky pro volně žijící organismy, a to z hlediska tvorby zelené fytomasy, pylu, v omezených případech i semen. Druhová odlišnost zajišťuje diferenciaci procesů dynamiky vývoje a kvalitativních parametrů biomasy druhů v čase.
- Snížení monotónnosti obrazu krajiny na základě rozdílné barvy listů či květů druhů ve směsi.

V roce 2017 probíhalo ověřování produkce nadzemní biomasy a pokryvu půdy u směsí strniskových meziplodin na lokalitě Šumice (Uherský Brod, Brant a kol., 2017c). Porosty byly založeny na plochách vedených v ekologickém režimu. Součástí hodnocení byly i směsi se zařazením brukvovitých druhů (tab. 18).

Z hlediska tvorby biomasy byl experiment zaměřen i na produkci podzemní biomasy. Pro stanovení množství podzemní biomasy byl nejdříve u hodnocených druhů stanoven poměr mezi nadzemní a podzemní biomasou. Hodnoty poměru byly následně použity pro stanovení hmotnosti podzemní biomasy z hmotnosti suché nadzemní biomasy druhu na jednotku plochy. Na základě srovnání nadzemní suché produkce biomasy a celkové suché (nadzemní + podzemní) biomasy je patrné, že kořenový systém může celkovou produkci u vybraných druhů výrazně ovlivnit. Tato skutečnost je dobře patrná právě na variantách s ovsem setým, na kterých se produkce biomasy po započtení kořenové hmoty přiblížila k hodnotám produkce biomasy porostů s dominantním zastoupením hořčice bílé (tab. 19). Hodnocení produkce biomasy bylo provedeno ve dvou termínech po výsevu.

Tab. 18: Varianty dvou- a tří-komponentních směsí meziplodin a hodnoty výsevku (kg/ha). Zdroj Brant a kol. (2017b).

| druh vysetý sečí botkou – hlavní zásobník | výsevek (kg/ha) | druh vysetý na povrch půdy před výsevní botky – zásobník na přísev | výsevek (kg/ha) |
|---|-----------------|--|-----------------|
| hořčice bílá | 10 | jetel nachový | 18 |
| hořčice bílá | 10 | svazenka vratičolistá | 8 |
| lnička setá | 8 | svazenka vratičolistá | 8 |
| vikev panonská + tritikale | 45 + 5 | svazenka vratičolistá | 8 |
| pohanka obecná | 50 | svazenka vratičolistá | 8 |
| oves setý | 70 | svazenka vratičolistá | 8 |
| oves setý | 70 | ředkev olejná | 18 |
| oves setý | 70 | hořčice bílá | 10 |
| ředkev olejná | 18 | hořčice bílá | 10 |
| mastnák habešský | 10 | hořčice bílá | 10 |
| pohanka obecná | 50 | hořčice bílá | 10 |
| svazenka vratičolistá | 7 | hořčice bílá | 10 |
| svazenka vratičolistá + pohanka obecná | 5 + 50 | hořčice bílá | 10 |

Stav vybraných porostů se zařazením brukvovitých druhů při prvním termínu hodnocení (5.9.2017) dokumentuje obrázek 54. Následné hodnocení porostů meziplodin proběhlo 22.9.2017. V tomto termínu se rostliny pohanky obecné nacházely ve fázi plného kvetení a rostliny hořčice bílé začínaly kvést. Nástup fáze kvetení u rostliny je obecně spojen



Obr. 54: Stav vybraných porostů meziplodin 5.9.2017. Zdroj Brant a kol. (2017b).

s ukončením produkce nadzemní a podzemní biomasy a s její přípravou na tvorbu generativních orgánů. Ostatní druhy meziplodin v tomto termínu hodnocení stále přetrvávaly ve fázi tvorby biomasy.

Na konci září vykazovaly všechny hodnocené porosty pokryvnost půdy vyšší než 50 % (tab. 20). Vyšší hodnoty pokryvnosti byly opět stanoveny na plochách, kde byla přítomna hořčice bílá (tab. 21, 22.9.2017). Nejvyšší pokryvnost byla zaznamenána na plochách osetých směsí hořčice bílé, pohanky obecné a svazenky vratičolisté (obr. 55). Varianty s ovsem setým vykazovaly nižší pokryvnosti půdy, ale nabízejí další potenciál tvorby biomasy při teplém průběhu října a listopadu bez rizika vzniku lodyh, které mohou následně komplikovat např. setí na jaře, je-li meziplodina ponechána na povrchu půdy. Kombinace ovsa setého s hořčicí bílou a ředkvi olejnou zajišťuje nejen dosažení dobré pokryvnosti půdy, ale i rovnoměrné prokořenění půdního profilu na základě kombinace svazčitého kořenového systému ovsa setého a kůlových kořenů pronikajících do hlubších vrstev ornice u zástupců z čeledi brukvovitých.

Tab. 19: Průměrná produkce suché nadzemní a celkové biomasy (nadzemní + podzemní) na jednotku plochy (t/ha) vícedruhových směsí 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 (hladina spolehlivosti 95 %, Tukey, ANOVA). Zdroj Brant a kol. (2017b).

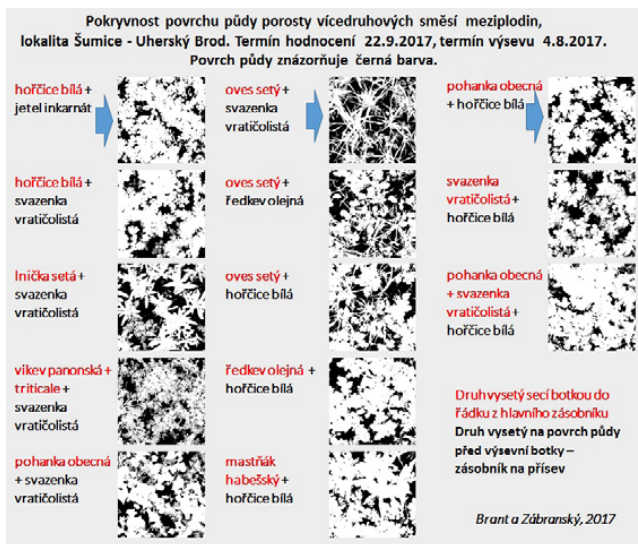
| druh vysetý secí botkou – hlavní zásobník | druh vysetý na povrch půdy před pěchovací válec – zásobník na přísevu | celková produkce suché nadzemní biomasy (t/ha) | produkce celkové suché nadzemní a podzemní biomasy (t/ha) | celková produkce suché nadzemní biomasy (t/ha) | produkce celkové suché nadzemní a podzemní biomasy (t/ha) |
|---|--|--|--|--|---|
| | | 5.9.2017 | | 22.9.2017 | |
| hořčice bílá + | jetel nachový | 0,372 abc | 0,454 abcde | 1,025 abcd | 1,268 abcd |
| hořčice bílá + | svazenka vratičolistá | 0,257 ab | 0,294 abc | 0,858 abc | 1,008 abc |
| lnička setá + | svazenka vratičolistá | 0,187 a | 0,252 ab | 0,725 a | 0,805 a |
| vikev panonská + tritikale + | svazenka vratičolistá | 0,168 a | 0,190 a | 0,715 a | 0,897 ab |
| pohanka obecná + | svazenka vratičolistá | 0,310 ab | 0,359 abcd | 0,833 abc | 0,936 ab |
| ovs setý + | svazenka vratičolistá | 0,355 ab | 0,493 bcdef | 0,779 ab | 0,978 ab |
| ovs setý + | ředkev olejná | 0,481 bcd | 0,614 def | 0,960 abc | 1,244 abcd |
| ovs setý + | hořčice bílá | 0,485 bcd | 0,614 def | 1,098 abcd | 1,412 bcde |
| ředkev olejná + | hořčice bílá | 0,638 d | 0,726 ef | 1,214 cde | 1,513 cde |
| mastňák habešský + | hořčice bílá | 0,320 ab | 0,371 abcd | 1,187 bcde | 1,409 bcde |
| pohanka obecná + | hořčice bílá | 0,481 bcd | 0,560 cdef | 1,440 de | 1,684 de |
| svazenka vratičolistá + | hořčice bílá | 0,604 cd | 0,687 ef | 1,036 abcd | 1,201 abcd |
| svazenka vratičolistá + pohanka obecná + | hořčice bílá | 0,643 d | 0,744 f | 1,564 e | 1,818 e |

Tab. 20: Pokryvnost povrchu půdy (%) porosty vícedruhových směsí meziplodin, lokalita Šumice - Uherský Brod, stanovená 5.9.2017 a 22.9.2017, termín výsevu 4.8.2017. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci mezi průměry (hladina spolehlivosti 95 %, Tukey, ANOVA). Zdroj Brant a kol. (2017b).

| druh vysetý sečí botkou – hlavní zásobník | druh vysetý na povrch půdy před výsevní botky – zásobník na přísev | pokryvnost povrchu půdy (%) 5.9.2017 | pokryvnost povrchu půdy (%) 22.9.2017 |
|---|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| hořčice bílá + | jetel nachový | 41,9 d | 77,8 de |
| hořčice bílá + | svazanka vratičolistá | 37,8 cd | 69,5 cde |
| lnička setá + | svazanka vratičolistá | 23,0 a | 53,9 ab |
| víkev panonská + tritikale + | svazanka vratičolistá | 25,0 ab | 65,6 bcd |
| pohanka obecná + | svazanka vratičolistá | 45,1 de | 67,9 cde |
| oves setý + | svazanka vratičolistá | 29,5 abc | 50,9 a |
| oves setý + | ředkev olejná | 35,8 bcd | 61,2 abc |
| oves setý + | hořčice bílá | 43,4 d | 64,8 bcd |
| ředkev olejná + | hořčice bílá | 55,0 ef | 65,0 bcd |
| mastňák habešský + | hořčice bílá | 44,2 de | 73,3 cde |
| pohanka obecná + | hořčice bílá | 61,4 f | 70,3 cde |
| svazanka vratičolistá + | hořčice bílá | 58,1 f | 66,6 bcd |
| svazanka vratičolistá + pohanka obecná + | hořčice bílá | 62,1 f | 80,3 e |

Tab. 21: Hmotnostní podíl (%) jednotlivých druhů na celkové produkci nadzemní biomasy v porostech vícedruhových směsí meziplodin a celková suchá produkce nadzemní biomasy porostů (t/ha), lokalita Šumice - Uherský Brod. Termín hodnocení 5.9.2017, termín výsevu 4.8.2017. Zdroj Brant a kol. (2017b).

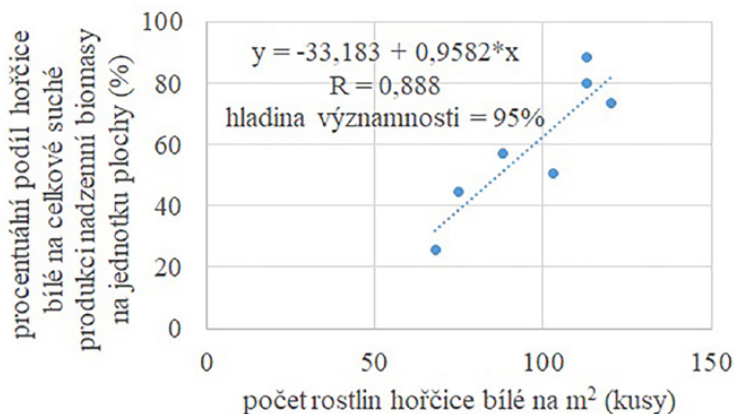
| druh vysetý sečí botkou – hlavní zásobník | druh vysetý na povrch půdy před výsevní botky – zásobník na přísev | druh vysetý sečí botkou (hmotnostní podíl %) | druh vysetý na povrch půdy (hmotnostní podíl %) |
|---|--|--|---|
| hořčice bílá + | jetel nachový | 73,4 | 26,6 |
| hořčice bílá + | svazanka vratičolistá | 88,4 | 11,6 |
| lnička setá + | svazanka vratičolistá | 81,7 | 18,3 |
| víkev panonská+ tritikale + | svazanka vratičolistá | 55,0+15,9 | 29,1 |
| pohanka obecná + | svazanka vratičolistá | 81,9 | 18,1 |
| oves setý + | svazanka vratičolistá | 91,2 | 8,8 |
| oves setý + | ředkev olejná | 50,8 | 49,2 |
| oves setý + | hořčice bílá | 42,8 | 57,2 |
| ředkev olejná + | hořčice bílá | 74,4 | 25,6 |
| mastňák habešský + | hořčice bílá | 16,0 | 84,0 |
| pohanka obecná + | hořčice bílá | 55,3 | 44,7 |
| svazanka vratičolistá + | hořčice bílá | 20,3 | 79,7 |
| svazanka vratičolistá + pohanka obecná + | hořčice bílá | 4,3+45,4 | 50,3 |



Obr. 55: Pokryvnost povrchu půdy porosty vícedruhových směsí meziplodin, lokality Šumice - Uherský Brod. Termín hodnocení 22.9.2017, termín výsevu 4.8.2017. Povrch půdy znázorňuje černá barva. Zdroj Brant a kol. (2017b).

Následný vývoj rostlin vycházející z jejich dynamiky růstu měl vliv i na produkci nadzemní a podzemní suché biomasy na jednotku plochy (tab. 19). Na osmi variantách bylo dosaženo produkce suché nadzemní biomasy překračující hodnotu 1 tuny na hektar. Obecně se vyšší produkci suché nadzemní a celkové biomasy vyznačovaly směsi obsahující hořčici bílou. Potřebné je opět upozornit na produkci celkové biomasy u směsi jetele nachového a hořčice bílé, která činila 1,2 t na ha. Pozitivní vliv na produkci celkové biomasy směsí s ředkvi olejnou měl proces tloustnutí kořene u tohoto druhu. Kombinace ovsu setého a brukvovitých druhů zajistila tvorbu nadzemní a následně i celkové produkce biomasy převyšující hodnotu jedné tuny na ha.

Za důležitý faktor lze považovat konkurenceschopnost brukvovitých druhů ve směsi vůči ostatním komponentům. Ve směsích s méně konkurenčními druhy (svazenka vratičolistá a jetel nachový) činil hmotnostní podíl hořčice bílé více než 70 %. V kombinaci s konkurenčními druhy (oves setý a pohanka setá) dosahoval podíl hořčice bílé na celkové produkci nadzemní biomasy přibližně 50 %. Ve směsi s ředkvi olejnou se hořčice bílá prosadila méně, její podíl na celkové produkci nadzemní biomasy činil jen 26 %. Mezi hmotnostním podílem hořčice na celkové produkci biomasy byly v souladu s výše uvedenými hodnotami stanoveny statisticky průkazné rozdíly (tab. 21). Hmotnostní podíl hořčice bílé je samozřejmě potřebné spojovat i s počtem rostlin na jednotku plochy. Počet rostlin na jednotku plochy může být po výsevu ovlivněn nejen půdními podmínkami, ale také konkurencí klíčících rostlin. Protože byl výsev hořčice bílé na všech plochách stejný, byla provedena analýza závislosti mezi počtem rostlin hořčice bílé (kusy/m²) a procentuálním podílem hořčice bílé na celkové suché produkci nadzemní biomasy směsí na jednotku plochy (%), kde byla prokázána pozitivní korelace (obr. 56). Vzájemná konkurence mezi druhy se pravděpodobně projevila i na počtu rostlin ovsu setého na jednotku plochy a následně i na jeho hmotnostním podílu na celkové produkci nadzemní biomasy. Rostliny ředkve olejné a hořčice bílé vykazovaly ve srovnání se svazenkou vratičolistou vyšší konkurenci vůči ovsu setému. U svazenky vratičolisté se obecně projevila nižší konkurenční schopnost vůči dynamičtěji rostoucím druhům (hořčice bílá, oves setý, ředkev olejná a pohanka setá).



Obr. 56: Vliv počtu rostlin hořčice bílé (kusy/m²) na procentuální podíl hořčice bílé na celkové suché produkci nadzemní biomasy na jednotku plochy (%), lokalita Šumice - Uherský Brod. Termín hodnocení 5.9.2017, termín výsevu 4.8.2017. Zdroj Brant a kol. (2017b).

5.3. Nadzemní a podzemní biomasa vybraných brukvovitých

V rámci práce autorského kolektivu byl v roce 2021 ověřován vliv termínu výsevu na dynamiku poměru suché nadzemní a podzemní biomasy vybraných a méně využívaných brukvovitých meziplodin v podmínkách České republiky (lokalita Opava, Brant a kol., 2021b).

Počáteční rozdíly mezi hodnocenými druhy byly patrné již na začátku vegetace. Tabulky 22 a 23 dokládají celkovou produkci nadzemní a podzemní biomasy při dvou prvních termínech výsevu provedených 29.3.2021 dne 26.5.2021. Nejvyšší dynamiku růstu vykazují rostliny hořčice bílé a černé a ředkev olejná. Vysoké hodnoty vykazovaly rovněž u obou termínů porosty méně vzrůstné lničky seté. Mezi hodnotami produkce podzemní biomasy byly stanoveny rozdíly mezi druhy. Za druh produkující nejvyšší hodnoty podzemní biomasy lze označit ředkev olejnou, která se vyznačuje tvorbou ztloustlých kořenů. Obecně nejnižší hodnoty vykazovaly u produkce podzemní biomasy porosty lničky seté.

Při třetím výsevu provedeném v létě (28.6.2021, tab. 24) vykazovaly na začátku vysokou produkci opět standardně využívané druhy, tedy hořčice bílá a ředkev olejná. V době tvorby květu a na začátku zrání plodů dosahovaly dobré úrovně produkce nadzemní biomasy i teplomilnější druhy – hořčice černá, roseta setá a ketrán habešský. Nejvyšší hodnoty podzemní biomasy byly opět stanoveny u ředkve olejně.

Zajímavý vývoj porostů a produkce biomasy přinesly podzimní výsevy, které již byly výrazněji ovlivněny průběhem teplot v období růstu. Mnohé porosty nevstoupily do fáze kvetení, či nevytvořily základy generativních orgánů (tab. 25).

Tab. 22: Produkce suché nadzemní a podzemní biomasy (t/ha) vybraných druhů z čeledi brukvovitých na lokalitě Opava v roce 2021 při jarním termínu výsevu. Porosty byly založeny 29.3.2021. Odlišné indexy u průměrů v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (hladina spolehlivosti 95 %, ANOVA, Tukey).

| termín založení: 29.3.2021 - jarní výsev - lokalita Opava | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| termín hodnocení | | 20.05.2021 | | 04.06.2021 | | 02.07.2021 | |
| dny od výsevu | | 52 | | 67 | | 95 | |
| růstová fáze | | vstup do prodlužovací fáze | | začátek kvetení | | tvorba generativních orgánů | |
| druh | odrůda/ novošlechtění | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) |
| řepka ozimá | Orion | 0,615 ab | 0,085 abcd | 17,042 f | 3,123 d | 11,018 ab | 2,071 bc |
| řepka ozimá | Esexska | 0,711 abcd | 0,094 abcd | 15,447 f | 3,079 d | 16,309 ab | 3,927 d |
| řepice jarní | Saturn | 0,837 abcd | 0,084 abcd | 3,563 ab | 0,631 ab | 9,243 ab | 0,569 a |
| řepice jarní | Kova | 0,773 abcd | 0,075 abc | 5,130 abcd | 0,773 ab | 17,133 ab | 1,047 abc |
| hořčice bílá | Paliisse | 1,218 cd | 0,173 de | 5,955 abcd | 1,001 abc | 15,424 ab | 1,211 abc |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 1,292 cd | 0,148 bcde | 3,863 abc | 0,562 ab | 14,118 ab | 1,042 abc |
| hořčice černá | Sizaja | 1,077 bcd | 0,146 cde | 8,542 cde | 1,188 bc | 9,774 ab | 0,815 ab |
| hořčice černá | N 2A94 | 0,686 abc | 0,074 abc | 2,948 ab | 0,510 ab | 18,488 ab | 1,539 abc |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | 0,738 abcd | 0,105 abcd | 3,943 abc | 0,761 ab | 7,886 ab | 2,377 c |
| lnička setá | Sortadinskij | 0,509 a | 0,047 a | 2,033 a | 0,282 a | 7,066 a | 0,526 a |
| lnička setá* | Sortadinskij | | | 2,418 a | 0,366 ab | 7,895 ab | 0,412 a |
| lnička setá | PRFGL 59 | 0,681 abc | 0,051 ab | 4,190 abc | 0,640 ab | 8,425 ab | 0,543 a |
| lnička setá* | PRFGL 59 | | | 4,530 abcd | 0,669 ab | 14,275 ab | 0,625 a |
| ředkev olejná | Lucas | 1,301 d | 0,212 e | 8,318 cde | 1,671 c | 17,970 ab | 1,099 abc |
| ředkev olejná | Siletta | 1,156 bcd | 0,160 cde | 7,182 dcb | 1,136 abc | 13,073 ab | 0,916 ab |
| katrán habešský | Voronezhskii | 0,580 ab | 0,043 a | 8,993 de | 1,070 abc | 8,205 ab | 0,877 ab |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 0,745 abc | 0,058 ab | 12,417 ef | 1,254 bc | 13,638 ab | 0,669 a |
| roketa setá | ERU 21/84 | 0,764 abcd | 0,093 abcd | 3,430 ab | 0,403 ab | 8,132 ab | 0,703 a |
| roketa setá | BGRC 33984 | 0,488 a | 0,041 a | 2,862 ab | 0,367 ab | 8,132 ab | 0,448 a |

* osivo z roku 2019

Tab. 23: Produkce suché nadzemní a podzemní biomasy (t/ha) vybraných druhů z čeledi brukvovitých na lokalitě Opava v roce 2021 při časném letním výsevu. Porosty byly založeny 26.5.2021. Odlišné indexy u průměrů v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (hladina spolehlivosti 95 %, ANOVA, Tukey).

| termín založení: 26.5.2021 - časný letní výsev - lokalita Opava | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| termín hodnocení | | 28.6.2021 | | 8.7.2021 | | 27.7.2021 | |
| dny od výsevu | | 33 | | 43 | | 62 | |
| růstová fáze | | vstup do prodlužovací fáze | | začátek kvetení | | tvorba generativních orgánů | |
| druh | odrůda/ novošlechtění | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) |
| řepice jarní | Saturn | 2,615 a | 0,498 a | 1,646 ab | 0,338 a | 3,428 ab | 0,689 ab |
| řepice jarní | Kova | 3,333 ab | 0,465 a | 2,632 abcde | 0,425 ab | 4,032 ab | 0,756 ab |
| hořčice bílá | Paliisse | 2,673 a | 0,469 a | 2,249 abcde | 0,455 abc | 6,265 abc | 0,911 ab |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 2,439 a | 0,379 a | 3,721 bcdef | 0,481 abc | 9,753 bc | 1,000 ab |
| hořčice černá | Sizaja | 2,807 ab | 0,519 a | 4,042 cdef | 0,716 bc | 5,441 abc | 1,029 ab |
| hořčice černá | N 2A94 | 2,551 a | 0,350 a | 2,800 abcde | 0,481 abc | 4,371 abc | 0,694 ab |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | 2,218 a | 0,405 a | 2,420 abcde | 0,396 ab | 1,788 a | 0,342 a |
| lnička setá | Sortadinskij | 3,825 ab | 0,641 a | 1,900 abcd | 0,402 ab | 4,671 abc | 0,516 a |
| lnička setá* | Sortadinskij | 2,279 a | 0,365 a | 1,320 a | 0,239 a | 5,036 abc | 0,468 a |
| lnička setá | PRFGL 59 | 2,507 a | 0,391 a | 1,733 abc | 0,307 a | 5,063 abc | 0,497 a |
| lnička setá* | PRFGL 59 | 3,924 ab | 0,517 a | 1,996 abcd | 0,396 ab | 7,326 abc | 0,764 ab |
| ředkev olejná | Lucas | 8,979 b | 1,217 b | 3,988 bcdef | 0,761 c | 10,572 c | 1,584 b |
| ředkev olejná | Siletta | 3,386 ab | 0,438 a | 3,420 abcdef | 0,516 bc | 10,730 c | 0,662 ab |
| katrán habešský | Voronezhskii | 6,749 ab | 0,610 a | 4,227 def | 0,471 abc | 7,826 abc | 0,878 ab |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 3,486 ab | 0,354 a | 3,817 bcdef | 0,369 a | 9,119 bc | 0,796 ab |
| roketa setá | ERU 21/84 | 4,274 ab | 0,486 a | 4,434 ef | 0,529 abc | 8,494 bc | 1,210 ab |
| roketa setá | BGRC 33984 | 3,072 ab | 0,389 a | 5,221 f | 0,473 abc | 3,875 ab | 0,805 ab |

* osivo z roku 2019

Tab. 24: Produkce suché nadzemní a podzemní biomasy (t/ha) vybraných druhů z čeledi brukvovitých na lokalitě Opava v roce 2021 při letním výsevu. Porosty byly založeny 28.6.2021. Odlišné indexy u průměrů v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (hladina spolehlivosti 95 %, ANOVA, Tukey).

| termín založení: 28.6.2021 - letní výsev - lokalita Opava | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| termín hodnocení | | 7.8.2021 | | 2.9.2021 | | 20.9.2021 | |
| dny od výsevu | | 40 | | 66 | | 84 | |
| růstová fáze | | vstup do prodlužovací fáze | | začátek kvetení | | tvorba generativních orgánů | |
| druh | odrůda/ novoslechtění | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) |
| řepka ozimá | Orion | 0,131 a | 0,019 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | | | |
| řepka ozimá | Esexska | 0,141 aab | 0,024 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | | | |
| řepice jarní | Saturn | 0,375 abcd | 0,040 ab | 1,641 ab | 0,170 a | 3,216 ab | 1,052 a |
| řepice jarní | Kova | 0,341 abcd | 0,067 ab | 0,434 a | 0,074 a | 0,932 a | 0,198 a |
| hořčice bílá | Pallisse | 0,658 cde | 0,065 ab | 3,239 abc | 0,418 a | 3,243 ab | 0,364 a |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 0,833 ef | 0,127 ab | 5,257 bc | 0,623 a | 6,903 ab | 0,998 a |
| hořčice černá | Sizaja | 0,295 abc | 0,102 ab | 3,319 abc | 0,523 a | 9,158 ab | 1,120 a |
| hořčice černá | N 2A94 | 0,227 abc | 0,040 ab | 3,330 abc | 0,427 a | 5,622 ab | 0,590 a |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | 0,266 abc | 0,036 ab | 0,715 a | 0,079 a | 3,670 ab | 0,405 a |
| lnička setá | Sortadinskij | 0,087 a | 0,011 a | 0,932 a | 0,199 a | 2,553 ab | 0,393 a |
| lnička setá* | Sortadinskij | 0,302 abc | 0,029 ab | 0,710 a | 0,149 a | 4,557 ab | 0,710 a |
| lnička setá | PRFGL 59 | 0,136 a | 0,074 ab | 1,701 ab | 0,245 a | 4,114 ab | 0,453 a |
| lnička setá* | PRFGL 59 | 0,086 a | 0,006 a | 1,222 ab | 0,182 a | 4,447 ab | 0,610 a |
| ředkev olejná | Lucas | 1,225 f | 0,152 b | 14,991 d | 1,885 b | 18,359 b | 2,633 b |
| ředkev olejná | Siletta | 0,728 de | 0,082 ab | 6,094 c | 0,636 a | 10,128 ab | 1,096 a |
| katrán habešský | Voronezhskii | 0,401 abcd | 0,042 ab | 2,131 abc | 0,271 a | 6,786 ab | 1,080 a |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 0,436 abcde | 0,086 ab | 4,207 abc | 0,426 a | 6,032 ab | 0,791 a |
| roketa setá | ERU 21/84 | 0,401 abcd | 0,062 ab | 2,158 abc | 0,442 a | 8,220 ab | 1,133 a |
| roketa setá | BGRC 33984 | 0,436 abcde | 0,035 ab | 2,383 abc | 0,274 a | 9,260 ab | 1,152 a |

* osivo z roku 2019

Tab. 25: Produkce suché nadzemní a podzemní biomasy (t/ha) vybraných druhů z čeledi brukvovitých na lokalitě Opava v roce 2021 při letním termínu výsevu. Porosty byly založeny 6.9.2021. Odlišné indexy u průměrů v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (hladina spolehlivosti 95 %, ANOVA, Tukey).

| termín založení: 6.9.2021 - podzimní výsev - lokalita Opava | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|
| termín hodnocení | | 9.11.2021 | | | |
| dny od výsevu | | 64 | | | |
| druh | odrůda/ novoslechtění | suchá nadzemní biomasa (t/ha) | suchá biomasa kořenů (t/ha) | růstová fáze v termínu hodnocení | |
| řepka ozimá | Orion | 1,046 a | 0,230 a | kvetení | |
| řepka ozimá | Esexska | 2,950 abc | 0,639 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| řepice jarní | Saturn | 2,140 ab | 0,476 a | kvetení | |
| řepice jarní | Kova | 1,463 a | 0,403 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| hořčice bílá | Pallisse | 3,021 abc | 0,683 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 2,366 abc | 0,437 a | kvetení | |
| hořčice černá | Sizaja | 2,643 abc | 0,576 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| hořčice černá | N 2A94 | 1,513 a | 0,287 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | 4,958 bc | 1,115 ab | kvetení | |
| lnička setá | Sortadinskij | 3,767 abc | 0,517 a | kvetení | |
| lnička setá | PRFGL 59 | 2,262 ab | 0,250 a | kvetení | |
| ředkev olejná | Lucas | 5,696 c | 2,113 b | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| ředkev olejná | Siletta | 10,017 d | 5,211 c | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| katrán habešský | Voronezhskii | 2,910 abc | 0,408 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 4,136 abc | 0,397 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| roketa setá | ERU 21/84 | 2,808 abc | 0,410 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |
| roketa setá | BGRC 33984 | 1,904 ab | 0,210 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení | |

6. Podíl orgánů na produkci nadzemní biomasy

Podíl jednotlivých orgánů na produkci biomasy lze považovat za důležitý faktor rozhodující o degradaci mulče, o jeho stabilitě na povrchu půdy či o obsahu živin, který je u jednotlivých nadzemních orgánů rostliny odlišný. Listy představují rychle degradovatelnou organickou hmotu (v půdě i na povrchu půdy), lodyhy naopak stabilnější biomasu.

Při hodnocení nadzemní a podzemní biomasy brukvovitých mezplodin byl sledován i hmotnostní podíl orgánů na rostlině (Brant a kol., 2021b). Pozdější růstová fáze spojená s tvorbou plodů může vést k nárůstu hodnot poměru nadzemní a podzemní biomasy. S nástupem zrání plodů se stárnutí porostu projevuje opadem listů, což snižuje nejen produkci nadzemní biomasy porostu, ale přispívá k prosvětlení porostů. Významně byla tato skutečnost zaznamenána u prvních dvou výsevů u hořčic a u lničky seté. Zde se bylo možné setkat s případy, kdy hmotnostní podíl listů na celkové produkci nadzemní biomasy nepřekročil v této fázi hodnotu 1 %, výrazně k této skutečnosti přispělo i suché počasí. Pomalejší opad listů byl zaznamenán u ředkve olejné a poté u katránů habešského a raketky seté, zde se jednalo o hodnoty průměrně dosahující 10 až 15 %. Na produkci nadzemní biomasy se však začaly zásadním způsobem podílet plody, v závislosti na druhu a jeho ranosti se procentuální podíl pohyboval v rozmezí od 12 do 61 %.

Při třetím termínu hodnocení se podíl listů na celkové produkci nadzemní biomasy porostů pohyboval v rozmezí od 5 do 51 %, vše v závislosti na rychlosti dozrávání druhů a na vyrovnanosti přechodu jednotlivých rostlin v porostu do růstové fáze. Nejvyšší podíl na produkci biomasy od kvetení do fáze počátku zrání lze očekávat u lodyh.

6.1. Poměr nadzemní a podzemní biomasy

Přestože je za jednu z důležitých charakteristik kořenového systému považována hloubka či intenzita prokořenění půdního profilu z hlediska jeho funkce na půdu, na produkci organické hmoty porostu, na koloběh živin apod., nelze zapomínat na produkci samotné organické hmoty kořenovými systémy.

Organická hmota vytvořená kořenovými systémy je přirozeným způsobem rozprostřena v půdním profilu a nevyžaduje, na rozdíl od nadzemní biomasy, následné zapravení do půdního profilu. Přirozený růst kořenů plní nejen principy biologického zpracování půdy, ale lze jej ze zemědělského hlediska považovat za ekonomicky a energeticky nejefektivnější způsob zapravení organické hmoty. Biologické zpracování půdy vychází z principu pozitivního vlivu kořenů rostlin na fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Vliv na půdu samozřejmě vykazují všechny rostliny pěstované na půdě, ale ve vztahu k pojmu biologické zpracování půdy se jedná o cílené zakládání porostů krycích plodin bez požadavku na přímé produkční využití. Především rostliny vytvářející silné a hluboko kořenicí kořeny lze použít k biologickému zpracování půdy, protože mohou účinně zlepšit strukturu půdy, pohyb vody a výměnu vzduchu na základě tvorby biopórů. Ty zajišťují nejen vhodné podmínky pro růst kořenů následných rostlin, ale také dostupnost kyslíku a živin v půdě (např. Chen a Weil, 2010; Zhang a Peng, 2021). Vliv biologického zpracování půdy na výnosy následných plodin se liší podle klimatických podmínek a postupů hospodaření. Vhodná plodina pro biologické zpracování by se měla vyznačovat nejen tvorbou silných a hlubokých kořenů, ale také jejich vysokou růstovou dynamikou, rychlým rozkladem zbytkových kořenů a dobrou adaptací na klimatická a půdní omezení (Zhang a Peng, 2021). Biologické zpracování půdy je obecně vnímáno jako faktor, který vede ke zlepšení

fyzikálních vlastností půdy jako jsou pórovitost, nasycená hydraulická vodivost a propustnost půdy pro vzduch (např. Uteau a kol., 2013; Abdollahi a kol., 2014). Gulick a kol. (1994) uvádějí, že na plochách s dlouhodobějším využitím biologického zpracování půdy byla rychlost kumulativní infiltrace 2,4 – krát vyšší než na plochách bez jeho uplatnění.

Zásadním problémem stanovení produkce biomasy kořenů je jeho složitost a časová náročnost. Velmi často je produkce podzemní biomasy rostlin či porostů prováděna na základě odběru půdních bloků nebo kompaktních půdních celků s kořeny rostlin a provedení přímého stanovení obsahu kořenové hmoty pro daný objem půdy, či pro daný kořenový systém konkrétní rostliny. Dojde-li současně ke stanovení hmotnosti nadzemní biomasy pro danou plochu půdy, či konkrétní rostliny, lze následně stanovit poměry mezi podzemní a nadzemní biomasou. Pro následné kalkulace produkce biomasy kořenů v půdě lze poté stanovit jen hmotnost nadzemní biomasy a pomocí koeficientů poměrů produkci podzemní biomasy vypočítat. Tab. 26 dokládá poměr nadzemní a podzemní biomasy vybraných druhů meziplodin pěstovaných ve dvou až třech komponentních směsích na lokalitě Šumice v roce 2017, včetně zástupců rostlin z čeledi brukvovitých (Brant a kol., 2017b). Obdobné srovnání poměrů podzemní a nadzemní suché biomasy rostlin zobrazuje tabulka 27, ve které jsou dané hodnoty znázorněny pro meziplodiny vysévané na jaře na lokalitě Praha Suchdol v roce 2020.

Tab. 26: 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 ($\alpha = 0,05$, Tukey, ANOVA). Zdroj Brant a kol. (2017b)

| rostlinný druh | poměr suché nadzemní a podzemní biomasy (nadzemní/podzemní) | |
|-----------------------|---|-----------|
| | 5.9.2017 | 22.9.2017 |
| hořčice bílá | 6,7 c | 5,2 ab |
| jetel nachový | 2,4 a | 3,6 ab |
| linička setá | 10,6 d | 7,3 b |
| mastnáček habešský | 4,8 abc | 7,4 b |
| oves setý | 2,4 a | 2,8 ab |
| pohanka obecná | 5,7 bc | 6,8 ab |
| ředkev olejná | 7,4 c | 3,8 ab |
| svazanka vratičolistá | 11,7 d | 17,4 c |
| tritíkale | 1,5 a | 1,7 a |
| vikev panonská | 3,2 ab | 4,1 ab |

Tab. 27: Poměry produkce suché nadzemní a podzemní biomasy vybraných druhů meziplodin. Poměr byl určen jako hmotnostní poměr mezi nadzemní hmotností jedné rostliny a kořenem - kořeny byly odebrány do hloubky 0,18 m a proplaveny. Porosty byly vysety 21.4.2020 na lokalitě Suchdol, termín hodnocení 1.6.2022.

| rostlinný druh | odrůda | poměr suché nadzemní a podzemní biomasy (nadzemní/podzemní) | výška porostu (m) |
|-----------------------|------------|---|-------------------|
| tritíkale jarní | Mamut | 10,4 | 0,25 - 0,30 |
| oves nahý | Marco Polo | 14,6 | 0,25 - 0,35 |
| | Oliver | 9,8 | 0,25 - 0,35 |
| oves setý žlutý | Atego | 10,1 | 0,25 - 0,35 |
| bob obecný | Merkur | 5,5 | 0,30 - 0,35 |
| hořčice bílá | Andromeda | 7,7 | 0,35 - 0,40 |
| linička setá | Zuzana | 6,7 | 0,18 - 0,22 |
| peluška ozimá | Arkta | 11,7 | 0,40 - 0,55 |
| peluška jarní | Arvika | 14,5 | 0,35 - 0,45 |
| svazanka vratičolistá | | 14,8 | 0,28 - 0,35 |
| žito trsnaté | | 13,6 | 0,35 - 0,45 |
| ječmen jarní | Solist | 11,0 | 0,35 - 0,45 |

Informace o poměru produkce suché nadzemní a podzemní biomasy jsou v literatuře pro porosty meziplodin omezeně dostupné a v podmínkách České republiky nebyla doposud této problematice věnována potřebná pozornost. V rámci práce autorského kolektivu byl v roce 2021 ověřován vliv termínu výsevu na dynamiku poměru suché nadzemní a podzemní biomasy vybraných brukvovitých meziplodin. Tabulka 28 dokládá poměr nadzemní a podzemní biomasy u brukvovitých meziplodin při jarním výsevu v březnu 2021. Hodnota poměru byla stanovena pro porosty ve fázi nástupu prodlužovacího růstu, ve fázi kvetení a na začátku zrání plodů. Z tabulky je patrné, že časně termíny výsevu na jaře zajišťují delší dobu vegetace rostlin, čímž obecně může docházet k vyšší produkci nadzemní biomasy. Obecně se uvádí, že se vstupem rostlin do fáze kvetení dochází k omezení produkce nadzemní a podzemní biomasy, a rostlina investuje získané asimiláty do produkce generativních orgánů. U jarních výsevů byly v době začátku zrání plodů stanoveny nejvyšší hodnoty poměru nadzemní a podzemní biomasy.

Časně letní a letní výsevy hodnocených druhů byly spojeny s poklesem hodnot poměru nadzemní a podzemní biomasy. Rostliny ozimé řepky při těchto výsevech již v důsledku absence jarovizace nevstupovaly do fáze kvetení (tabulky 29 a 30).

Nejnižší hodnoty poměru nadzemní a podzemní biomasy byly stanoveny u podzimních výsevů. Podzimní výsevy se vyznačovaly rozdílnými fázemi růstu mezi hodnocenými druhy. Omezená část rostlin vstoupila do nástupu mrazů do fáze kvetení (tab. 31).

Hodnoty poměrů nadzemní a podzemní biomasy představují hodnoty pro případné modelové kalkulace produkce podzemní biomasy daných druhů ve vztahu k termínům výsevu a zároveň následně, při znalosti obsahu živin v biomase kořenů, i pro základ výpočtu bilance živin.

Tab. 28: Poměr nadzemní a podzemní biomasy vybraných druhů z čeledi brukvovitých na lokalitě Opava v roce 2021 při jarním termínu výsevu. Porosty byly založeny 29.3.2021. Odlišné indexy u průměrů v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (hladina spolehlivosti 95 %, ANOVA, Tukey). Žlutá barva znázorňuje hodnoty poměru ≤ 6 , hnědá v intervalu > 6 až ≤ 9 , modrá > 9 až ≤ 12 , zelená > 12 až ≤ 15 a červená > 15 .

| termín založení: 29.3.2021 - jarní výsev - lokalita Opava | | | | | |
|---|----------------------|---|---|---|---|
| termín hodnocení | | 20/5/2021 | 4/6/2021 | 2/7/2021 | průměr za vegetaci |
| dny od výsevu | | 52 | 67 | 95 | |
| růstová fáze | | vstup do prodlužovací fáze | začátek kvetení | tvorba generativních orgánů | |
| druh | odrůda/novošlechtění | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/podzemní | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/podzemní | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/podzemní | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/podzemní |
| řepka ozimá | Orion | 7,4 ab | 5,4 a | 5,5 a | 6,1 |
| řepka ozimá | Esexska | 7,7 ab | 5,1 a | 4,1 a | 5,6 |
| řepice jarní | Saturn | 9,8 abcd | 6,1 a | 17,6 cd | 11,2 |
| řepice jarní | Kova | 10,2 abcd | 6,9 ab | 16,2 cd | 11,1 |
| hořčice bílá | Paliisse | 7,4 ab | 5,9 a | 12,6 bc | 8,6 |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 8,9 abc | 7,6 ab | 13,9 bcd | 10,1 |
| hořčice černá | Sízaja | 7,6 ab | 7,3 ab | 12,4 bc | 9,1 |
| hořčice černá | N 2A94 | 9,7 abcd | 6,1 a | 12,1 bc | 9,3 |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | 7,3 ab | 5,6 a | 9,3 ab | 7,4 |
| lnička setá | Sortadinskij | 11,0 bcde | 7,5 ab | 15,2 bcd | 11,2 |
| lnička setá | PRFGL 59 | 14,7 e | 6,7 ab | 14,6 bcd | 12,0 |
| ředkev olejná | Lucas | 6,5 a | 5,5 a | 13,1 bc | 8,3 |
| ředkev olejná | Siletta | 8,3 ab | 7,4 ab | 19,9 d | 11,9 |
| katrán habešský | Voronezhskii | 14,0 de | 8,4 ab | 16,1 cd | 12,8 |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 13,5 de | 10,0 b | 12,5 bc | 12,0 |
| roketka setá | ERU 21/84 | 8,7 abc | 8,9 ab | 19,9 d | 12,5 |
| roketka setá | BGRC 33984 | 12,4 cde | 10,4 b | 18,3 cd | 13,7 |

Tab. 29: Poměr nadzemní a podzemní biomasy vybraných druhů z čeledi brukvovitých na lokalitě Opava v roce 2021 při časném letním termínu výsevu. Porosty byly založeny 26.5.2021. Odlišné indexy u průměrů v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (hladina spolehlivosti 95 %, ANOVA, Tukey). Žlutá barva znázorňuje hodnoty poměru ≤ 6 , hnědá v intervalu > 6 až ≤ 9 , modrá > 9 až ≤ 12 , zelená > 12 až ≤ 15 a červená > 15 .

| termín založení: 26.5.2021 - časný letní výsev - lokalita Opava | | | | | |
|---|--------------------------|--|--|--|--|
| termín hodnocení | | 28/6/2021 | 8/7/2021 | 27/7/2021 | průměr za vegetaci |
| dny od výsevu | | 33 | 43 | 62 | |
| růstová fáze | | vstup do prodlužovací fáze | začátek kvetení | tvorba generativních orgánů | |
| druh | odrůda/ novoslechtění | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/ podzemní | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/ podzemní | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/ podzemní | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/ podzemní |
| řepka ozimá | Orion | * | * | * | * |
| řepka ozimá | Esexska | * | * | * | * |
| řepice jarní | Saturn | 6,0 a | 5,0 a | 4,9 a | 5,3 |
| řepice jarní | Kova | 8,5 a | 6,4 abc | 5,7 ab | 6,9 |
| hořčice bílá | Pallisse | 6,0 a | 5,6 ab | 6,9 abc | 6,2 |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 8,0 a | 8,5 abcd | 10,7 bc | 9,1 |
| hořčice černá | Sizaja | 6,9 a | 6,1 ab | 5,3 ab | 6,1 |
| hořčice černá | N 2A94 | 7,2 a | 6,1 ab | 7,3 abc | 6,9 |
| hořčice sarepská | VNIIMK 12 | 6,4 a | 6,4 abc | 5,8 ab | 6,2 |
| lnička setá | Sortadinskij | 5,9 a | 5,1 a | 9,5 abc | 6,8 |
| lnička setá | PRFGL 59 | 6,4 a | 5,7 ab | 10,6 bc | 7,6 |
| ředkev olejná | Lucas | 7,1 a | 5,3 a | 8,3 abc | 6,9 |
| ředkev olejná | Siletta | 8,1 a | 6,8 abc | 16,2 d | 10,3 |
| katrán habešský | Voronezhskii | 9,4 a | 9,2 bcd | 9,2 abc | 9,3 |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 9,7 a | 10,0 cd | 12,2 cd | 10,6 |
| roketa setá | ERU 21/84 | 8,8 a | 8,2 abcd | 7,0 abc | 8,0 |
| roketa setá | BGRC 33984 | 8,5 a | 10,7 d | 5,5 ab | 8,2 |

* ozimá řepka - rostliny neprošly jarovizací a nacházely se ve fázi před vstupem do prodlužovací fáze

Tab. 30: Poměr nadzemní a podzemní biomasy vybraných druhů z čeledi brukvovitých na lokalitě Opava v roce 2021 při letním termínu výsevu. Porosty byly založeny 28.6.2021. Odlišné indexy u průměrů v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (hladina spolehlivosti 95 %, ANOVA, Tukey). Žlutá barva znázorňuje hodnoty poměru ≤ 6 , hnědá v intervalu > 6 až ≤ 9 , modrá > 9 až ≤ 12 a zelená > 12 až ≤ 15 .

| termín založení: 28.6.2021 - letní výsev - lokalita Opava | | | | | |
|---|--------------------------|--|--|--|--|
| termín hodnocení | | 7/8/2021 | 2/9/2021 | 20/9/2021 | průměr za vegetaci |
| dny od výsevu | | 40 | 66 | 84 | |
| růstová fáze | | vstup do prodlužovací fáze | začátek kvetení | tvorba generativních orgánů | |
| druh | odrůda/ novoslechtění | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/ podzemní | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/ podzemní | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/ podzemní | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/ podzemní |
| řepka ozimá | Orion | 7,0 ab | * | * | * |
| řepka ozimá | Esexska | 5,7 a | * | * | * |
| řepice jarní | Saturn | 10,3 abc | 10,6 a | 4,1 a | 8,3 |
| řepice jarní | Kova | 7,0 ab | 6,2 a | 4,7 a | 5,9 |
| hořčice bílá | Pallisse | 10,0 abc | 8,9 a | 8,1 ab | 9,0 |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 7,0 ab | 8,8 a | 7,3 ab | 7,7 |
| hořčice černá | Sizaja | 8,2 ab | 6,4 a | 8,7 ab | 7,8 |
| hořčice černá | N 2A94 | 6,0 a | 8,2 a | 9,5 ab | 7,9 |
| hořčice sarepská | VNIIMK 12 | 8,1 ab | 9,4 a | 9,7 ab | 9,0 |
| lnička setá | Sortadinskij | 9,7 ab | 5,8 a | 7,4 ab | 7,6 |
| lnička setá | PRFGL 59 | 11,9 bc | 7,1 a | 9,9 ab | 9,6 |
| ředkev olejná | Lucas | 8,2 ab | 8,7 a | 7,0 ab | 8,0 |
| ředkev olejná | Siletta | 9,1 ab | 9,7 a | 13,8 b | 10,9 |
| katrán habešský | Voronezhskii | 9,5 ab | 8,2 a | 5,6 a | 7,8 |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 8,9 ab | 10,9 a | 7,9 ab | 9,3 |
| roketa setá | ERU 21/84 | 9,6 ab | 5,2 a | 5,9 a | 6,9 |
| roketa setá | BGRC 33984 | 10,7 abc | 6,3 a | 8,3 ab | 8,4 |

* ozimá řepka - rostliny neprošly jarovizací a nacházely se ve fázi před vstupem do prodlužovací fáze

Tab. 31: Poměr nadzemní a podzemní biomasy vybraných druhů z čeledi brukvovitých na lokalitě Opava v roce 2021 při podzimním termínu výsevu. Porosty byly založeny 6.9.2021. Odlišné indexy u průměrů v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (hladina spolehlivosti 95 %, ANOVA, Tukey). Žlutá barva znázorňuje hodnoty poměru ≤ 6 , hnědá v intervalu > 6 až ≤ 9 a modrá > 9 až ≤ 12 .

| termín založení: 6.9.2021 - podzimní výsev - lokalita Opava | | | |
|---|--------------------------|--|--------------------------------------|
| termín hodnocení | | 9/11/2021 | |
| dny od výsevu | | 64 | |
| druh | odrůda/ novošlechtění | podíl biomasy rostliny (porostu): nadzemní/ podzemní | růstová fáze v termínu hodnocení |
| řepka ozimá | Orion | 4,8 abcd | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| řepka ozimá | Esexska | 4,8 abcd | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| řepice jarní | Saturn | 4,7 abcd | kvetení |
| řepice jarní | Kova | 3,8 abc | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| hořčice bílá | Pallisse | 4,9 abcd | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 6,1 bcde | kvetení |
| hořčice černá | Sizaja | 4,5 abcd | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| hořčice černá | N 2A94 | 5,3 abcd | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| hořčice sarepská | VNIIMK 12 | 5,0 abcd | kvetení |
| lnička setá | Sortadinskij | 7,5 def | kvetení |
| lnička setá | PRFGL 59 | 9,5 f | kvetení |
| ředkev olejná | Lucas | 3,2 ab | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| ředkev olejná | Siletta | 2,3 a | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| katrán habešský | Voronezhskii | 7,2 cdef | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| katrán habešský | BGRC 32855 | 9,9 f | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| roketa setá | ERU 21/84 | 7,0 bcde | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |
| roketa setá | BGRC 33984 | 9,4 ef | rostliny nevstoupily do fáze kvetení |

7. Variabilita vývoje a růstu

Znalost biologických vlastností jednotlivých brukvovitých druhů je důležitá nejen pro plánování jejich využití v systémech pěstování meziplodin z hlediska termínu založení porostu, ale také ve vztahu k uplatnění těchto druhů ve vícekomponentních směsích. Zajímavou otázkou je samotná tvorba vícedruhových směsí složených dominantně z brukvovitých druhů, které se mohou vyznačovat větší plasticitou porostu meziplodiny ve vztahu k průběhu počasí (nízké teploty, sucho apod.), různou délkou kvetení, či třeba odlišným sklonem k poškození dřepčiky. V suchých letech se lze setkat s případy, kdy pomalu vzházející jednodruhový porost brukvovitých rostlin, převážně hořčice bílé, je zcela zničen pozerky brouků dřepčiků (obr. 57). V důsledku tohoto poškození není tedy na pozemku žádný nebo jen nefunkční porost meziplodiny.



Obr. 57: Pomalá dynamika růstu porostů v důsledku sucha zvyšuje riziko poškození rostlin hořčice bílé dřepčiky, které může skončit až holožirem. Teplé a suché počasí vyhovuje rovněž samotným škůdcům (foto Brant).

Dalším faktorem určujícím využitelnost daného druhu jako meziplodiny je dynamika vstupu rostlin do růstových fází. Jednotlivé růstové fáze jsou spojeny i s agro-ekologickými funkcemi porostů (Brant a kol., 2021b). Z hlediska vývoje porostu do fáze BBCH 60 (počátek kvetení) se jedná o intenzivní růst rostlin, fixaci živin a prokořeňování půdního profilu. S nástupem fáze kvetení začínají rostliny omezovat ukládání asimilátů do kořene a listů a zajišťují tvorbu generativních orgánů. Fáze spojené se začátkem kvetením (BBCH 60) lze považovat za období, kdy rostlina vytvořila největší počet listů a intenzivně prokořenila půdní profil, v tomto období lze očekávat i nejužší poměr mezi produkcí nadzemní a podzemní biomasy. Plné nasazení listů ještě v této době vede k vysoké pokryvnosti půdy. Listy jsou samozřejmě nejrychleji degradovatelnou částí rostliny půdními mikroorganismy a většinou se vyznačují užším poměrem C : N vůči lodyhám a kořenům. Mnohé brukvovité rostliny přechodem do plného květu redukují výrazně počet listů, především starších, a v této fázi již začíná docházet k prosvětlování porostů. Kvetení rostlin hraje zásadní roli i ve vztahu k tvorbě potravní nabídky, především pro hmyz. V této době je dominantní případnou potravou pro volně žijící organismy zelená biomasa a pyl. U vybraných odrůd hořčice bílé dochází k naplnění jejich nematocidního působení právě až v době kvetení porostů. U brukvovitých meziplodin je však nutné počítat i s omezením podpory blýskáčka řepkového, ke které může docházet v situacích, kdy se termín kvetení brukvovitých druhů setkává s náletem dospělců.

Přechod rostlin do fáze tvorby generativních orgánů (BBCH 70) je spojen s dalším opadem listů a se stárnutím biomasy. Dochází k redukci většiny listů a je již zcela ukončen prodlužovací růst. Jestliže se ve fázi kvetení významně podílely na produkci biomasy listy, od druhé poloviny fáze tvorby generativních orgánů se začínají na produkci biomasy podílet plody. Od BBCH 81 lze počítat s rizikem zrání generativních orgánů a usychání menší části rostlin. Z tohoto důvodu je nutné uvažovat o ukončení vegetace, aby se meziplodina nestala zdrojem zaplevelení (zaplevelující rostlina). Opomenout nelze ani skutečnost, že umrtvení porostu (mechanicky poveláním či lámáním lodyh), nedojde-li k zapravení do půdy, může být spojeno s dozráním části semen na rostlinných zbytcích. Ponechání porostu bez ukončení vegetace do fáze zrání semen (BBCH 80 a více) je z výše uvedeného důvodu rizikové.

Zásadní rozdíly ve vývoji rostlin ve vztahu k nástupu BBCH fází lze očekávat mezi ozimými a jarními formami. Typickým příkladem jsou jarní výsevy ozimé řepky. Její využití jako meziplodiny na pozemcích, kde se pěstuje jako hlavní plodina, je samozřejmě z fyto-sanitárních důvodů nepřijatelné. Jedná-li se ale např. o ozelenění meziřadí chmelnic, lze pozdní jarní výsev ozimé řepky v kombinaci s ozimou obilninou využít pro tvorbu vegetačního pokryvu, který nevstoupí do generativní fáze (Brant a kol., 2021b). Za tímto účelem by bylo možné také využít odrůd ozimé řepky, které jsou vyšlechtěny právě pro účel tvorby nadzemní biomasy pro krmné účely. Tyto materiály jsou součástí Evropského katalogu a i v ČR je registrována taková odrůda.

Ozimé formy jsou dostupné i u Iničky seté (např. Riaz a kol., 2022) a vývoj rostlin je závislý na odrůdě, formě, termínu výsevu, hnojení, závlaze apod. Gesch a kol. (2014) poukazují na skutečnost, že ozimé formy vysévané na podzim vykazují větší poměr kořenů k nadzemní biomase ve srovnání s jarními odrůdami vysetými na jaře. Ozimé formy jsou zvláště zajímavé, protože mají krátké období růstu, vyžadují nízký přísun živin, jsou tolerantní vůči suchu a můžou přežít drsné zimy (např. Zubr, 1997; Zanetti a kol., 2013). Znalosti o jarních výsevech ozimých forem Iničky ve vztahu k nástupu a dosažení růstových fází během vegetace nejsou v literatuře dostupné a v České republice nebyly takové experimenty ověřovány. Dosavadní zkušenosti ze zemědělské praxe ukazují, že v podmínkách České republiky dochází i k přezimování jarních forem Iničky seté vyseté jako podzimní meziplodiny (obr. 58).



Obr. 58: Nevymrzlé rostliny Iničky seté založené jako podzimní meziplodina v roce 2021. První dva obrázky dokládají stav rostlin před výsevem kukuřice seté 28.3.2022 a poslední obrázek dokládá stav kořenového systému po výsevu kukuřice seté 16.4.2022 (foto Brant).

7.1. Efektivní délka vegetace

Na základě hodnocení BBCH fází lze pro daný druh meziplodiny stanovit tzv. efektivní dobu délky vegetace. Ta předpokládá ukončení délky setrvání porostu na stanovišti do fáze BBCH 74, která zajišťuje omezení nouzového dozrání semen na rostlinných zbytcích po mulčování či povalení rozdílnými systémy válců. Tabulky 32 až 35 dokládají dynamiku nástupu BBCH fází vybraných druhů a odrůd z čeledi brukvovitých v závislosti na termínu výsevu. Dynamika nástupu BBCH fází byla sledována na lokalitě Opava v roce 2021 a hodnoceny byly čtyři termíny výsevu během roku (Brant a kol., 2021b).

Mezi druhy s nejkratší délkou efektivní vegetace při prvních dvou termínech výsevu (tab. 32 a 33) patřily hořčice černá a sareptská, Inička setá a roketka setá. U druhého pozdějšího termínu výsevu se celková efektivní doba vegetace snížila. Porosty ozimé řepky založené při druhém termínu výsevu 26.5.2021 již nevstoupily do fáze kvetení a rostliny setrvaly po celou dobu růstu na stanovišti v BBCH fázi 19. Obdobně tomu bylo u ozimé řepky i u následných výsevů 28.6.2021 a 6.9.2021 (tab. 34 a 35).

Tab. 32: Stanovení dynamiky vývoje porostů založených 29.3.2021 na základě růstových fází BBCH a určení efektivní doby vegetace. Světle zeleně jsou označena období, kde se rostliny nacházejí v období fáze kvetení. Červená barva označuje fáze, kde již hrozí riziko tvorby vyvinutých generativních orgánů.

| druh | odrůda/ novoslechtení | 3/29/21 | 5/24/21 | 5/31/21 | 6/7/21 | 6/14/21 | 6/21/21 | 6/28/21 | 7/7/21 | 7/12/21 | 7/19/21 | doba efektivní vegetace (dny) |
|-------------------|--------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|----------------------------------|
| řepka ozimá | Orion | | 19 | 19 | 19 | 19 | 60 | 61 | 67 | 69 | 69 | min. 95 |
| řepka ozimá | Eseska | | 19 | 19 | 19 | 19 | 34 | 61 | 65 | 69 | 69 | min. 95 |
| řepice jarní | Saturn | | 55 | 61 | 65 | 67 | 69 | 79 | 83 | 87 | 89 | 85 |
| řepice jarní | Kova | | 52 | 61 | 65 | 67 | 69 | 79 | 83 | 87 | 89 | 85 |
| hořčice bílá | Pallisee | | 51 | 60 | 65 | 67 | 69 | 79 | 79 | 85 | 89 | 85 |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | | 53 | 60 | 65 | 67 | 67 | 79 | 79 | 85 | 89 | 85 |
| hořčice černá | Sizaja | | 50 | 59 | 65 | 67 | 67 | 79 | 79 | 87 | 89 | 85 |
| hořčice černá | N 2A94 | | 53 | 59 | 65 | 67 | 67 | 79 | 79 | 87 | 89 | 85 |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | výsev | 50 | 55 | 65 | 65 | 67 | 79 | 79 | 85 | 87 | 85 |
| Inička setá | Sortadinskij | | 39 | 39 | 63 | 65 | 69 | 79 | 87 | 87 | 89 | 85 |
| Inička setá* | Sortadinskij | | 39 | 39 | 61 | 63 | 69 | 79 | 87 | 87 | 89 | 85 |
| Inička setá | PRFGL 59 | | 39 | 39 | 61 | 63 | 69 | 79 | 87 | 87 | 89 | 85 |
| Inička setá* | PRFGL 59 | | 39 | 39 | 61 | 63 | 69 | 79 | 87 | 87 | 89 | 85 |
| ředkev olejná | Lucas | | 19 | 19 | 60 | 61 | 65 | 69 | 79 | 79 | 87 | 92 |
| ředkev olejná | Siletta | | 19 | 19 | 61 | 61 | 65 | 69 | 79 | 79 | 87 | 92 |
| katrán habešský | Voronezhskii | | 19 | 19 | 59 | 60 | 65 | 67 | 79 | 79 | 89 | 92 |
| katrán habešský | BGRC 32855 | | 19 | 19 | 60 | 61 | 65 | 67 | 79 | 79 | 89 | 92 |
| roketka setá | ERU 21/84 | | 50 | 53 | 65 | 65 | 67 | 79 | 79 | 79 | 89 | 85 |
| roketka setá | BGRC 33984 | | 51 | 53 | 65 | 67 | 67 | 79 | 79 | 79 | 87 | 85 |

* osivo z roku 2019, ostatní osivo bylo ze sklizně 2020

Tab. 33: Stanovení dynamiky vývoje porostů založených 26.5.2021 na základě růstových fází BBCH a určení efektivní doby vegetace. Světle zeleně jsou označena období, kde se rostliny nacházejí v období fáze kvetení. Tmavě zeleně jsou označeny fáze, které lze považovat za hraniční pro ukončení doby vegetace. Červená barva označuje fáze, kde již hrozí riziko tvorby vyvinutých generativních orgánů.

| druh | odrůda/ novoslechtení | 5/26/21 | 6/21/21 | 6/28/21 | 7/7/21 | 7/12/21 | 7/19/21 | 7/26/21 | 8/2/21 | 8/9/21 | doba efektivní vegetace (dny) |
|-------------------|--------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|----------------------------------|
| řepka ozimá | Orion | | 15 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | min. 98 |
| řepka ozimá | Eseska | | 15 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | min. 98 |
| řepice jarní | Saturn | | 50 | 65 | 67 | 69 | 69 | 69 | 69 | 79 | 69 |
| řepice jarní | Kova | | 50 | 65 | 67 | 69 | 69 | 69 | 69 | 79 | 69 |
| hořčice bílá | Pallisee | | 50 | 63 | 65 | 67 | 67 | 74 | 79 | 89 | 62 |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | | 39 | 63 | 65 | 67 | 67 | 74 | 79 | 89 | 62 |
| hořčice černá | Sizaja | | 39 | 63 | 65 | 67 | 69 | 79 | 85 | 89 | 55 |
| hořčice černá | N 2A94 | | 39 | 63 | 65 | 67 | 69 | 79 | 85 | 89 | 55 |
| hořčice sareptská | VNIIMK 12 | výsev | 39 | 63 | 67 | 67 | 69 | 79 | 89 | 89 | 55 |
| Inička setá | Sortadinskij | | 39 | 55 | 65 | 67 | 67 | 79 | 85 | 87 | 55 |
| Inička setá* | Sortadinskij | | 39 | 55 | 65 | 67 | 67 | 79 | 85 | 87 | 55 |
| Inička setá | PRFGL 59 | | 39 | 55 | 65 | 67 | 67 | 79 | 85 | 87 | 55 |
| Inička setá* | PRFGL 59 | | 39 | 55 | 65 | 67 | 67 | 79 | 85 | 87 | 55 |
| ředkev olejná | Lucas | | 19 | 30 | 65 | 67 | 67 | 74 | 79 | 87 | 62 |
| ředkev olejná | Siletta | | 19 | 61 | 67 | 67 | 67 | 79 | 81 | 87 | 55 |
| katrán habešský | Voronezhskii | | 19 | 19 | 53 | 65 | 65 | 69 | 79 | 81 | 62 |
| katrán habešský | BGRC 32855 | | 19 | 19 | 53 | 65 | 65 | 69 | 79 | 81 | 62 |
| roketka setá | ERU 21/84 | | 19 | 19 | 59 | 65 | 65 | 69 | 79 | 81 | 62 |
| roketka setá | BGRC 33984 | | 19 | 57 | 65 | 67 | 67 | 74 | 79 | 81 | 62 |

* osivo z roku 2019, ostatní osivo bylo ze sklizně 2020

Při třetím termínu výsevu 28.6.2021 nevstoupily žádné hodnocené druhy do fáze tvorby generativních orgánů (poslední termín hodnocení byl proveden 20.9.2021. Pozdní termín výsevu provedení na začátku září byl spojen se vstupem větší porostů pouze do prodlužovací fáze růstu (tab. 35).

Tab. 34: Stanovení dynamiky vývoje porostů založených 28.6.2021 na základě růstových fází BBCH a určení efektivní doby vegetace. Světle zeleně jsou označena období, kde se rostliny nacházejí v období fáze kvetení. Tmavě zeleně jsou označeny fáze, které lze považovat za hraniční pro ukončení doby vegetace. Porosty do 20.9.2021 nevstoupily do fáze zrání generativních orgánů. Bíle označená pole dokládají vysokou variabilitu v růstových fázích v rámci porostu.

| druh | odrůda/ novoslechtění | 6/28/21 | 7/12/21 | 7/19/21 | 8/2/21 | 8/9/21 | 8/16/21 | 8/23/21 | 8/30/21 | 9/6/21 | 9/13/21 | 9/20/21 | doba efektivní vegetace (dny) |
|------------------|--------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|----------------------------------|
| řepka ozimá | Orion | | 12 | 14 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | min. 85 |
| řepka ozimá | Esenska | | 12 | 14 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | min. 85 |
| řepice jarní | Saturn | | 12 | 14 | 19 | 19 | 61 | 63 | 65 | 65 | 69 | 69 | min. 85 |
| řepice jarní | Kova | | 13 | 14 | 19 | 19 | 61 | 63 | 65 | 65 | 69 | 69 | min. 85 |
| hořčice bílá | Pallisse | | 13 | 19 | 57 | 60 | 63 | 65 | 67 | 67 | 69 | 69 | min. 85 |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | | 13 | 19 | 57 | 60 | 63 | 65 | 67 | 67 | 69 | 69 | min. 85 |
| hořčice černá | Sizaja | | 13 | 15 | 55 | 57 | 61 | 63 | 65 | 67 | 69 | 71 | 85 |
| hořčice černá | N 2A94 | | 13 | 19 | 50 | 53 | 61 | 63 | 65 | 67 | 69 | 71 | 85 |
| hořčice sarepská | VNIIMK 12 | | 13 | 19 | 50 | 53 | 57 | 61 | 65 | 67 | 69 | 71 | 85 |
| lnička setá | Sortadinskij | | 13 | 19 | 34 | 50 | 61 | 63 | 65 | 65 | 65 | 71 | 85 |
| lnička setá* | Sortadinskij | | 12 | 19 | 33 | 50 | 61 | 63 | 65 | 65 | 65 | 71 | 85 |
| lnička setá | PRFGL 59 | | 12 | 19 | 33 | 39 | 61 | 63 | 65 | 65 | 65 | 71 | 85 |
| lnička setá* | PRFGL 59 | | 12 | 19 | 33 | 34 | 61 | 63 | 65 | 65 | 65 | 71 | 85 |
| ředkev olejná | Lucas | | 13 | 15 | 30 | 50 | 53 | 57 | 61 | 65 | 65 | 71 | 85 |
| ředkev olejná | Siletta | | 14 | 19 | 50 | 59 | 61 | 65 | 67 | 65 | 65 | 75 | 85 |
| katrán habešský | Voronežskij | | 12 | 13 | 19 | 30 | 32 | 33 | 34 | 61 | 65 | 69 | min. 85 |
| katrán habešský | BGRC 32855 | | 11 | 15 | 19 | 30 | 34 | 55 | 61 | 61 | 65 | 69 | min. 85 |
| roketka setá | ERU 21/84 | | 12 | 15 | 19 | 19 | 19 | 30 | 31 | 31 | 31 | 31-61** | min. 85 |
| roketka setá | BGRC 33984 | | 12 | 15 | 19 | 19 | 30 | 31 | 50 | 61 | 65 | 65-69 | min. 85 |

* osivo z roku 2019, ostatní osivo bylo ze sklizně 2020

** nevyrovnaný vývoj porostů projevující se odlišným vstupem do růstových fází

Tab. 35: Stanovení dynamiky vývoje porostů založených 28.6.2021 na základě růstových fází BBCH a určení efektivní doby vegetace. Světle zeleně jsou označena období, kde se rostliny nacházejí v období fáze kvetení. Porosty do 15.11.2021 nevstoupily do fáze zrání generativních orgánů. Bíle označená pole dokládají vysokou variabilitu v růstových fázích v rámci porostu.

| druh | odrůda/ novoslechtění | 9/6/21 | 9/13/21 | 9/20/21 | 9/27/21 | 10/4/21 | 10/11/21 | 10/18/21 | 10/25/21 | 11/1/21 | 11/8/21 | 11/15/21 | doba efektivní vegetace (dny) |
|------------------|--------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|----------------------------------|
| řepka ozimá | Orion | | 10 | 11 | 13 | 14 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 19 | min. 70 |
| řepka ozimá | Esenska | | 10 | 10 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 18 | 19 | 19 | |
| řepice jarní | Saturn | | 10 | 11 | 14 | 16 | 15 | 17 | 17 | 17 | 19-61** | 19-62** | |
| řepice jarní | Kova | | 10 | 12 | 13 | 15 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19-53** | 19-53** | |
| hořčice bílá | Pallisse | | 10 | 13 | 16 | 30 | 33 | 33 | 33 | 34 | 51 | 51 | |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | | 10 | 12 | 16 | 30 | 31 | 31 | 32 | 34 | 53 | 55 | |
| hořčice černá | Sizaja | | 10 | 13 | 14 | 16 | 17 | 31 | 32 | 32 | 34 | 35 | |
| hořčice černá | N 2A94 | | 10 | 12 | 14 | 16 | 16 | 31 | 31 | 32 | 33 | 33 | |
| hořčice sarepská | VNIIMK 12 | | 10 | 12 | 13 | 15 | 15 | 17 | 31 | 32 | 51 | 53 | |
| lnička setá | Sortadinskij | | 10 | 12 | 14 | 16 | 16 | 30 | 31 | 60 | 63 | 63 | |
| lnička setá* | Sortadinskij | | 10 | 13 | 16 | 19 | 19 | 31 | 32 | 34 | 51 | 51 | |
| lnička setá | PRFGL 59 | | 10 | 12 | 16 | 19 | 19 | 31 | 32 | 34 | 51 | 55 | |
| ředkev olejná | Lucas | | 10 | 12 | 14 | 17 | 17 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | |
| ředkev olejná | Siletta | | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | |
| katrán habešský | Voronežskij | | 10 | 11 | 14 | 17 | 17 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | |
| katrán habešský | BGRC 32855 | | 10 | 11 | 14 | 17 | 17 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | |
| roketka setá | ERU 21/84 | | 10 | 12 | 14 | 16 | 17 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | |
| roketka setá | BGRC 33984 | | 10 | 12 | 14 | 16 | 16 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | |

* osivo z roku 2019, ostatní osivo bylo ze sklizně 2020

** nevyrovnaný vývoj porostů projevující se odlišným vstupem do růstových fází

8. Morfologická variabilita

Druhy meziplodin se z hlediska morfologie nadzemní a podzemní části rostliny liší. Morfologické odlišnosti jsou určovány především genotypem, jehož základem je přirozený vývoj druhu následně modifikovaný procesem šlechtění. Interakce genotypu s podmínkami prostředí vede k samotnému fenotypovému projevu jedince v důsledku působení především minorogenů. V poslední době se z hlediska fenotypového projevu rovněž hovoří i o změnách genové exprese, které však nejsou způsobeny změnou nukleotidových sekvencí DNA, označovaných jako epigenetické změny. V důsledku těchto interakcí dochází k odlišnostem pozorovatelných vlastností a znaků druhu.

Reakce daného druhu na podmínky prostředí a jeho schopnost se jim přizpůsobit je z agrotechnického pohledu vnímána jako plasticita druhu. Na rozdíl od přirozených stanovišť lze tuto schopnost v uměle zakládaných agrofytocenózách ve spojení s cíleným ovlivněním půdního prostředí a struktury porostu efektivně využít pro dosažení daného fenotypového projevu.

Zejména u plodin, které jsou využívány jako meziplodiny, je jejich morfologie jedním z významných faktorů určujících pěstební využití. Z hlediska morfologie nadzemní části rostliny se jedná především o výšku rostlin v dané fázi vývoje, schopnost větvení, postavení listů na rostlině, hmotnostní poměr jednotlivých orgánů nadzemní části z hlediska produkce biomasy, poměr mezi tvorbou podzemní a nadzemní biomasy apod. Podobně tomu je i u morfologie kořenů. Tvar kořenového systému se odvíjí od struktury porostu a půdních podmínek, intenzity a hloubky prokořenění půdy, velikosti a průměru jednotlivých částí kořenového systému apod. Zároveň je však potřebné mít na paměti skutečnost, že morfologické projevy rostlin souvisí i s fyziologickými procesy v rostlinách, včetně kvalitativních změn biomasy, alelopatického působení, vlivem na půdní mikroorganismy atd. (Brant a kol., 2017c).

Produkce nadzemní a podzemní biomasy, podíl jednotlivých orgánů na produkci biomasy včetně dalších biologických vlastností souvisejících s morfologickou variabilitou jsou popsány v dalších kapitolách této knihy. Specifickou záležitostí je samotný habitus určovaný prostorovým rozmístěním orgánů na rostlině ve vztahu k výšce rostlin.

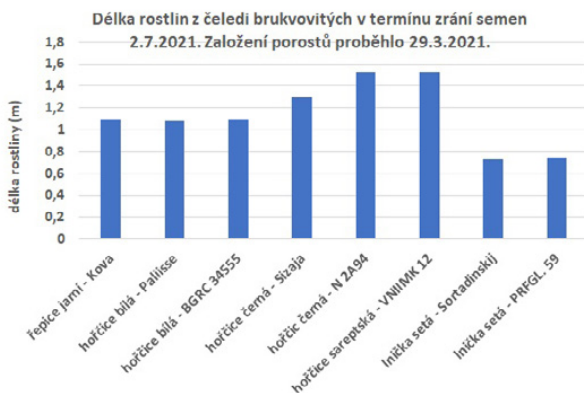
Výška rostlin v závislosti na růstové fázi je jedním z faktorů, který ovlivňuje schopnost meziplodin konkurovat plevelům a výdrolu na základě jejich vyššího vzrůstu, čímž si rostliny zajišťují dostatek záření pro fotosyntézu a nejsou plevelnými a zaplevelujícími rostlinami zastíňovány. Růstová dynamika brukvovitých druhů projevující se výškovým přírůstkem (obr. 59) je společně s dalšími faktory primárním faktorem zajišťujícím konkurenceschopnost proti plevelům a výdrolu kulturních druhů (např. Brant a kol., 2006, 2009a a 2011). V tabulce 36 je uveden výškový potenciál rostlinných druhů pěstovaných jako meziplodiny, který byl dosažen ve fázi tvorby generativních orgánů v letech 2016 a 2017 na lokalitě Praha Suchdol (jednalo se o jarní výsevy). Obrázek 60 dokumentuje rozdíly v délce vybraných brukvovitých meziplodin stanovené 2.7.2021 u porostů založených 29.3.2021 na lokalitě Opava.



Obr. 59: Rostliny hořčice bílé (vlevo) vykazovaly při časném termínu výsevu rychlejší dynamiku růstu než hořčice černá (uprostřed) a hořčice sareptská (vpravo), *foto Brant*.

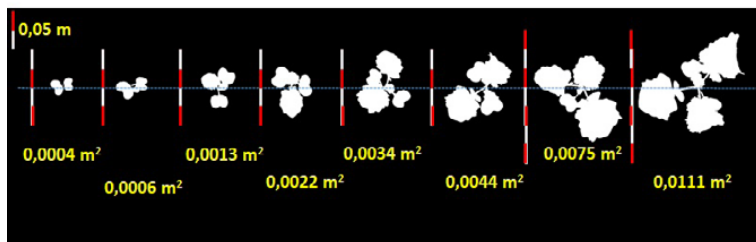
Tab. 36: Průměrná délka vybraných druhů brukvovitých meziplodin v době nástupu generativní fáze, tj. před dozráním semen. Hodnocení proběhlo v roce 2016 a 2017 na lokalitě Praha – Suchdol (upraveno podle Brant a kol., 2017c a 2019a).

| rostlinný druh | 2016 | 2017 |
|-----------------|--------------------|------|
| | délka rostliny (m) | |
| lnička setá | 0,84 | 0,77 |
| katrán habešský | 1,15 | 1,15 |
| řepka ozimá | | 1,01 |
| ředkev olejná | 1,51 | 1,10 |
| hořčice bílá | | 1,40 |



Obr. 60: Rozdíly v délce vybraných brukvovitých meziplodin stanovené 2.7.2021 u porostů založených 29.3.2021 na lokalitě Opava (zdroj Brant a kol., 2021b).

Plocha rostliny ozimé řepky (m²) při pohledu shora v závislosti na růstové fázi



Obr. 61: Průměrná plocha půdy (m²) pokrytá listy jedné rostliny ozimé řepky v závislosti na vývoji rostliny (zdroj: Brant a kol., 2017c).

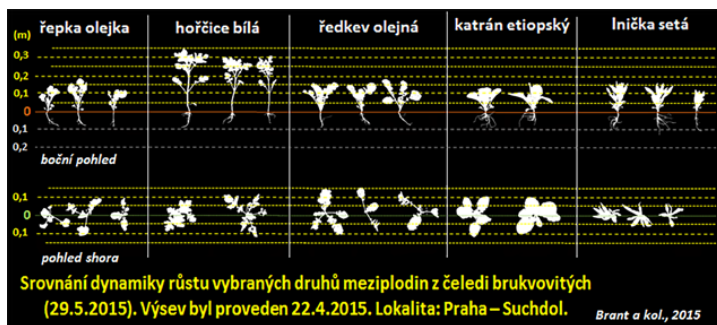
Obrázek 61 dokumentuje průměrnou plochu půdy pokrytou listy rostliny ozimé řepky v závislosti na vývoji rostliny. Na základě velikosti pokryvu půdy jednou rostlinou lze specifikovat minimální počet vzešlých rostlin na jednotku plochy z hlediska zajištění daného pokryvu půdy živým porostem. Z těchto hodnot vyplývá, že při rovnoměrném rozmístění rostlin na jednotku plochy, dosáhnou od fáze 5. pravého listu rostliny téměř 100 % pokrytí půdy při počtu

90 a více rostlin na m² u brukvovitých mezplodin jako jsou ředkev olejná, katrán habešský a řepka (oziná a jarní). U hořčice bílé a lničky seté lze počítat s počtem min. 140 rostlin na m². To ovšem platí při optimálních podmínkách pro vývoj rostlin.

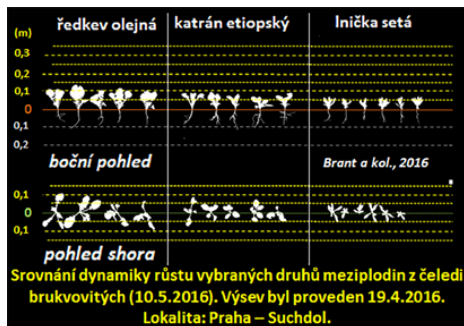
Habitus dospělých rostlin většiny brukvovitých druhů je zásadním způsobem ovlivněn strukturou porostu, tedy rozmístěním rostlin v prostoru vůči rostlinám daného druhu, či ostatním rostlinám. Zvýšení hustoty porostu je spojeno s rychlejším prodlužováním rostlin a omezenější tvorbou listů ve spodních částech stonku. U druhů vyznačujících se výraznějším větvením dochází při vysoké hustotě rostlin k omezenému větvení. Řidké porosty nebo kombinace brukvovitých s méně vzrůstnými druhy vedou 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. 62). 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 hádátka omezen. Obrázky 63 a 64 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. 62: Stav porostů hořčice bílé při suchém průběhu počasí (vlevo) a při dostatku srážek (vpravo) (foto Brant).



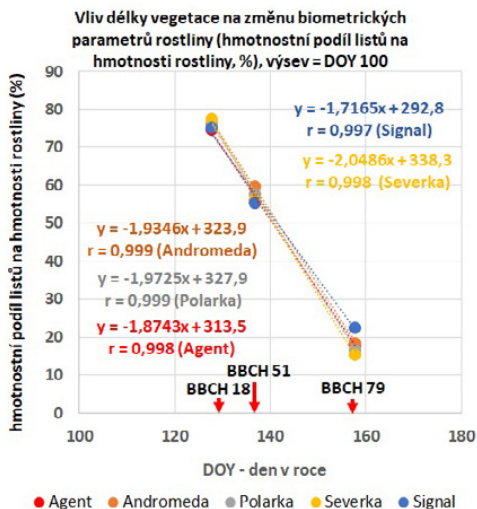
Obr. 63: Růstová dynamika podzemní a nadzemní biomasy mezplodin z čeledi brukvovitých (hodnocení proběhlo pět týdnů po výsevu) – lokalita Suchdol (Brant a kol. 2015).



Obr. 64: Habitus nadzemní a podzemní biomasy a velikost listové plochy rostliny pokrývající půdu vybraných druhů mezplodin z čeledi brukvovitých na lokalitě Praha – Suchdol v roce 2016 (Brant a kol., 2017c).

8.1. Odrůdová variabilita hořčice bílé

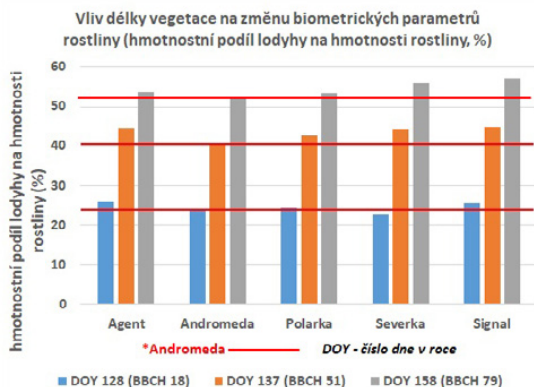
Z hlediska práce s biometrickými parametry nadzemní biomasy je zajímavá otázka odrůdové variability a její modifikace stanovištními podmínkami. Za účelem stanovení rozdílu mezi odrůdami byly v roce 2018 založeny pokusy s pěti odrůdami hořčice bílé. Čtyři odrůdy společnosti Selgen a.s (Agent, Andromeda, Polarka a Severka) a jedna odrůda od firmy Saatzucht Steinach GmbH & Co KG (Signal). Dynamika růstu nadzemní biomasy a biometrické parametry rostliny byly sledovány na třech lokalitách ve středních Čechách (Praha Suchdol, Červený Újezd a Stupice). Produkce nadzemní biomasy rostliny a hmotnostní podíl jednotlivých nadzemních orgánů (listy, lodyha a šesule) byly sledovány ve třech termínech během vegetace, které odpovídaly BBCH fázím 18, 51 a 79.



Obr. 65: Vliv délky vegetace na změnu biometrických parametrů rostliny (hmotnostní podíl listů na hmotnosti rostliny, %), výsev = DOY 100. Průměr hodnocených lokalit (Červený Újezd, Praha Suchdol a Stupice) v roce 2018.

Výsledky prokázaly vliv stanoviště na hodnocené parametry v jednotlivých termínech odběru vývoje rostlin hořčice bílé. Obrázek 65 dokládá vliv BBCH fáze na hodnotu podílu listů na celkové hmotnosti rostliny (průměr všech lokalit). Z obrázku 65 je patrné, že s narůstající fází BBCH klesá hmotnostní podíl listů na rostlině. Při podrobném hodnocení byly statisticky průkazné rozdíly mezi průměrnými hodnotami hmotnostního podílu listů na hmotnosti rostliny prokázány v termínu hodnocení (BBCH 18) pouze na lokalitě Praha Suchdol, kdy nejvyšší hodnoty byly u odrůd Andromeda a Polarka, nejnižší poté u odrůdy Signal. Při hodnocení ve fázi BBCH 51 nebyly u tohoto parametru stanoveny statisticky průkazné rozdíly opět na lokalitách Červený Újezd a Stupice.

Na obrázku 66 jsou znázorněny průměrné podíly hmotnosti lodyhy na celkové hmotnosti rostliny (průměr hodnocených lokalit). Výsledky poukazují na skutečnost, že se stářím rostliny narůstá hmotnostní podíl lodyhy na hmotnosti rostliny a v době tvorby šešulí se hmotnost lodyhy na rostlině pohybuje v rozmezí 52 až 57 %. Provedené analýzy neprokázaly jednoznačnou závislost mezi BBCH fází a podílem hmotnosti lodyhy na hmotnosti rostliny.



Obr. 66: Vliv délky vegetace na změnu biometrických parametrů rostliny (hmotnostní podíl lodyhy na hmotnosti rostliny, %), průměr hodnocených lokalit (Červený Újezd, Praha Suchdol a Stupice) v roce 2018. Termín výsevu byl proveden v termínu DOY = 100.

Se vstupem rostlin do fáze tvorby plodů a generativních orgánů se na celkové produkci biomasy rostliny, ale také porostu, začínají významně podílet šešule. Tabulka 37 dokumentuje hmotnostní podíly listů, lodyhy a šešulí na celkové produkci hmotnosti rostliny na jednotlivých lokalitách. Se vstupem rostlin do fáze tvorby plodů a generativních orgánů se na celkové produkci biomasy rostliny, ale také porostu, začínají významně podílet šešule. Jejich hmotnostní podíl na rostlině se od BBCH fáze 79 pohyboval v rozmezí 15 až 40 %, podle odrůdy a daného stanoviště. Jejich hmotnostní podíl na rostlině se od BBCH fáze 79 pohyboval v rozmezí 15 až 40 %, podle odrůdy a daného stanoviště. Tabulka 37 dokumentuje hmotnostní podíly listů, lodyhy a šešulí na celkové produkci hmotnosti rostliny na jednotlivých lokalitách. Z výsledků je patrné, že na všech lokalitách byl nejnižší hmotnostní podíl šešulí na hmotnosti rostliny stanoven u odrůdy Signal. Na lokalitách Červený Újezd a Praha Suchdol naopak nejvyšší podíl listů na hmotnosti rostliny. Tuto skutečnost lze vysvětlit pomalejším přechodem rostlin odrůdy Signal do generativní fáze.

Tabulka 38 dokumentuje průměrné hodnoty délky rostlin, počtu listů a průměrnou suchou hmotnost rostliny na sledovaných lokalitách. Na základě stanovených výsledků nebyl prokázán jednoznačný vliv odrůdy na sledované parametry v rámci lokalit. Hodnoty parametrů a jejich vzájemné srovnání je závislé na lokalitě, kde se s velkou pravděpodobností projevuje vliv půdních podmínek a průběhu počasí v daném roce.

Stanovené průměrné hodnoty biometrických parametrů vyjádřené jako hmotnostní podíl rostlinných orgánů ve vztahu k hmotnosti celé nadzemní části rostliny lze považovat za důležitou informaci ve vztahu k parametrům porostu. Především u listů lze počítat s rychlejší biologickou degradací na povrchu půdy či po zapravení do půdy. Naopak lodyhy se budou zásadním způsobem podílet na tvorbě stabilního mulče na povrchu půdy.

Tab. 37: Hmotnostní podíl listů, lodyhy a šesulí vůči celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitách Červený Újezd, Praha Suchdol a Stupice ve fázi BBCH 79. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly pro danou lokalitu (hladina spolehlivosti 95 %, ANOVA, LSD test).

| lokality | odrůda | podíl listy/rostlina (%) | podíl stonků/rostlina (%) | podíl šesule/rostlina (%) |
|---------------|-----------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Červený Újezd | Agent | 24,4 ab | 54,4 a | 21,3 b |
| | Andromeda | 23,1 a | 54,6 a | 22,3 b |
| | Polarka | 22,2 a | 56,2 a | 21,6 b |
| | Severka | 23,3 a | 54,7 a | 22,0 b |
| | Signal | 29,7 b | 55,8 a | 14,5 a |
| Praha Suchdol | Agent | 22,2 a | 47,9 a | 29,9 b |
| | Andromeda | 22,8 a | 47,7 a | 29,5 b |
| | Polarka | 22,3 a | 48,0 a | 29,7 b |
| | Severka | 19,1 a | 48,5 a | 32,4 b |
| | Signal | 30,8 b | 47,6 a | 21,6 a |
| Stupice | Agent | 6,6 ab | 58,8 ab | 34,6 ab |
| | Andromeda | 8,3 b | 54,3 a | 37,4 ab |
| | Polarka | 4,6 ab | 55,5 a | 39,8 b |
| | Severka | 2,9 a | 64,5 bc | 32,6 ab |
| | Signal | 6,5 ab | 67,9 c | 25,6 a |

Tab. 38: Průměrná délka rostliny (m), průměrný počet listů na rostlině (kusy) a suchá hmotnost rostliny (g) na lokalitách Červený Újezd, Praha Suchdol a Stupice ve fázi BBCH 79. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly (hladina spolehlivosti 95 %, LSD test).

| lokality | odrůda | výška (m) | počet listů | suchá hmotnost rostliny (g) |
|---------------|-----------|-----------|-------------|-----------------------------|
| Červený Újezd | Agent | 0,965 b | 23,9 a | 10,231 a |
| | Andromeda | 0,971 b | 23,9 a | 9,710 a |
| | Polarka | 0,972 b | 23,3 a | 8,749 a |
| | Severka | 0,866 a | 28,3 a | 8,322 a |
| | Signal | 1,059 b | 19,3 a | 8,676 a |
| Praha Suchdol | Agent | 0,763 a | 20,9 a | 7,109 a |
| | Andromeda | 0,820 acb | 30,1 a | 9,502 a |
| | Polarka | 0,911 c | 27,5 a | 10,828 a |
| | Severka | 0,869 bc | 23,0 a | 8,604 a |
| | Signal | 0,791 ab | 19,3 a | 8,612 a |
| Stupice | Agent | 0,784 ab | 5,9 a | 2,809 ab |
| | Andromeda | 0,889 b | 8,7 b | 4,749 bc |
| | Polarka | 0,861 ab | 6,7 ab | 5,047 c |
| | Severka | 0,740 a | 4,9 a | 2,338 a |
| | Signal | 0,826 ab | 6,2 a | 2,431 a |

9. 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 především biomasy brukvovitých druhů nelze opomenout ani obsahy látek, které se podílejí na alelopatickém působení rostlin, či jejich odumřelé biomasy apod.

Chemické složení biomasy meziplodin 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. Jednotlivé orgány rostliny se liší v poměru C : N (tab. 39).

Tabulka 40 dokumentuje vliv lokality na změny obsahu živin v nadzemní biomase rostlin shodné odrůdy hořčice bílé použité jako meziplodina určená k osevu meziřadí ve chmelnici.

Tabulky 41 a 42 dokumentují rozdíly mezi kvalitativními parametry nadzemní a podzemní biomasy rozdílných druhů využitelných jako meziplodiny. Tabulky 43 a 44 dokládají kvalitativní složení nadzemní a podzemní biomasy brukvovitých druhů pěstovaných na lokalitě Opava v roce 2021.

Tab. 39: 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. 40: Kvalitativní parametry nadzemní biomasy letních výsevů hořčice bílé do meziřadí chmelnice. Do hodnocení byly zahrnuty porosty na rozdílných chmelnicích v Žatecké oblasti. Termín hodnocení kvality biomasy proběhl v období 23. 9. a 24. 9. 2021.

| chmelnice (lokalita) | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) | S (%) | B (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Mo (mg/kg) |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 4,65 | 0,64 | 4,67 | 2,90 | 0,25 | 1,16 | 27,3 | 53,3 | 33,2 | 16,7 | 802,9 | 3,9 |
| 2 | 4,12 | 0,46 | 4,87 | 2,48 | 0,23 | 1,06 | 21,8 | 45,9 | 13,0 | 71,5 | 277,3 | 1,1 |
| 3 | 4,65 | 0,44 | 4,33 | 2,36 | 0,29 | 1,05 | 25,2 | 59,5 | 24,9 | 13,4 | 356,0 | 1,6 |
| 4 | 3,54 | 0,53 | 4,22 | 1,88 | 0,21 | 0,84 | 23,0 | 56,7 | 15,9 | 10,4 | 246,8 | 2,2 |
| 5 | 4,75 | 0,47 | 7,65 | 1,52 | 0,27 | 0,95 | 21,4 | 110,1 | 56,5 | 131,1 | 741,8 | 3,6 |
| 6 | 3,65 | 0,50 | 4,19 | 2,39 | 0,16 | 1,00 | 24,8 | 50,7 | 22,6 | 12,3 | 180,0 | 2,4 |
| 7 | 4,90 | 0,43 | 6,41 | 2,02 | 0,32 | 0,85 | 21,6 | 85,1 | 27,1 | 96,0 | 314,5 | 1,2 |
| 8 | 5,16 | 0,47 | 5,76 | 2,51 | 0,31 | 1,01 | 22,7 | 98,0 | 36,0 | 72,9 | 473,0 | 1,6 |
| 9 | 4,59 | 0,51 | 5,27 | 2,37 | 0,26 | 1,04 | 27,6 | 74,3 | 29,4 | 31,4 | 189,1 | 3,8 |
| 10 | 4,77 | 0,47 | 5,34 | 2,49 | 0,24 | 1,20 | 27,3 | 60,8 | 16,5 | 82,4 | 108,4 | 2,7 |

Tab. 41: Kvalitativní parametry nadzemní biomasy jarních výsevů vybraných druhů využitelných jako meziplodiny na lokalitě Praha Suchdol v roce 2020. Porosty se nacházely před fází kvetení.

| rostlinný druh | odrůda | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) | S (%) | B (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | Mo (mg/kg) | Se (mg/kg) |
|---------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| bob obecný | Merkur | 5,12 | 0,50 | 5,05 | 1,70 | 0,28 | 0,30 | 22,2 | 415,0 | 70,9 | 61,8 | 10,5 | 3,2 | 0,1 |
| hořčice bílá | Andromeda | 5,07 | 0,51 | 5,31 | 2,91 | 0,20 | 1,06 | 32,1 | 262,7 | 48,2 | 49,2 | 8,4 | 2,1 | 0,2 |
| | hrách rolní - jarní forma | 4,88 | 0,50 | 4,25 | 2,40 | 0,27 | 0,32 | 16,6 | 307,1 | 42,8 | 50,0 | 10,1 | 5,7 | 0,1 |
| hrách rolní - ozimá forma | Arkta | 4,90 | 0,54 | 4,02 | 2,44 | 0,26 | 0,43 | 20,2 | 279,6 | 55,2 | 56,4 | 11,4 | 4,1 | 0,2 |
| ječmen jarní | Solist | 4,87 | 0,57 | 4,86 | 0,92 | 0,16 | 0,45 | 5,9 | 704,0 | 100,0 | 70,5 | 10,1 | 2,0 | 0,1 |
| linička setá | Zuzana | 5,92 | 0,72 | 6,26 | 3,48 | 0,26 | 0,93 | 29,3 | 376,9 | 55,8 | 48,5 | 10,3 | 2,0 | 0,5 |
| oves nahý | Marco Polo | 5,24 | 0,69 | 5,32 | 0,59 | 0,18 | 0,48 | 6,1 | 481,0 | 122,8 | 84,0 | 15,7 | 2,7 | 0,2 |
| | Oliver | 3,94 | 0,61 | 4,72 | 0,61 | 0,15 | 0,46 | 5,9 | 491,2 | 98,0 | 58,0 | 9,7 | 2,7 | 0,2 |
| oves setý žlutý | Atego | 5,59 | 0,63 | 5,78 | 0,69 | 0,19 | 0,51 | 7,8 | 430,4 | 124,7 | 91,0 | 14,7 | 3,2 | 0,2 |
| svazanka vratičolistá | Protana | 5,37 | 0,62 | 4,45 | 6,04 | 0,27 | 0,46 | 28,5 | 484,0 | 81,7 | 39,2 | 11,7 | 1,8 | 0,1 |
| triticeale jarní | Mamut | 4,54 | 0,75 | 4,95 | 0,75 | 0,16 | 0,51 | 4,8 | 588,9 | 162,1 | 99,7 | 16,8 | 1,8 | 0,2 |
| žito trsnaté | | 4,97 | 0,63 | 4,44 | 1,20 | 0,15 | 0,35 | 6,7 | 342,7 | 71,9 | 59,9 | 12,9 | 2,6 | 0,1 |

Tab. 42: Kvalitativní parametry podzemní biomasy jarních výsevů vybraných druhů využitelných jako meziplodiny na lokalitě Praha Suchdol v roce 2020. Porosty se nacházely před fází kvetení.

| rostlinný druh | odrůda | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) | S (%) | B (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | Mo (mg/kg) | Se (mg/kg) |
|---------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| bob obecný | Merkur | 2,98 | 0,42 | 4,10 | 0,61 | 0,30 | 0,48 | 17,4 | 2065,0 | 139,7 | 58,0 | 19,4 | 5,3 | 0,2 |
| hořčice bílá | Andromeda | 2,58 | 0,46 | 3,60 | 0,57 | 0,12 | 0,52 | 15,0 | 702,0 | 40,7 | 43,1 | 9,1 | 1,3 | 0,1 |
| | hrách rolní - jarní forma | 3,10 | 0,45 | 3,41 | 1,23 | 0,38 | 0,50 | 17,0 | 1112,0 | 162,1 | 64,7 | 27,9 | 6,0 | 0,3 |
| hrách rolní - ozimá forma | Arkta | 3,16 | 0,46 | 3,13 | 1,16 | 0,26 | 0,55 | 17,1 | 955,4 | 136,2 | 57,4 | 26,7 | 3,6 | 0,2 |
| ječmen jarní | Solist | 1,91 | 0,33 | 3,06 | 0,42 | 0,13 | 0,24 | 4,8 | 1101,0 | 68,9 | 82,6 | 26,0 | 1,5 | 0,1 |
| linička setá | Zuzana | 2,56 | 0,65 | 4,19 | 0,60 | 0,13 | 0,59 | 21,6 | 874,4 | 40,8 | 58,7 | 18,2 | 1,1 | 0,1 |
| oves nahý | Marco Polo | 2,12 | 0,35 | 2,76 | 0,40 | 0,16 | 0,19 | 5,4 | 1544,0 | 85,7 | 93,3 | 36,7 | 0,8 | 0,2 |
| | Oliver | 1,45 | 0,36 | 2,81 | 0,45 | 0,19 | 0,17 | 5,2 | 1988,0 | 91,8 | 63,0 | 46,5 | 0,8 | 0,1 |
| oves setý žlutý | Atego | 1,59 | 0,41 | 2,95 | 0,46 | 0,18 | 0,21 | 6,2 | 1667,0 | 93,0 | 67,6 | 34,5 | 0,6 | 0,1 |
| svazanka vratičolistá | Protana | 2,80 | 0,47 | 4,65 | 0,86 | 0,20 | 0,31 | 17,6 | 562,7 | 64,4 | 45,5 | 17,9 | 3,0 | 0,1 |
| triticeale jarní | Mamut | 1,82 | 0,36 | 3,03 | 0,44 | 0,16 | 0,21 | 5,5 | 1419,0 | 104,8 | 127,7 | 60,1 | 0,8 | 0,3 |
| žito trsnaté | | 2,38 | 0,48 | 3,18 | 0,68 | 0,18 | 0,32 | 8,5 | 1831,0 | 111,7 | 88,5 | 45,9 | 1,8 | 0,2 |

Tab. 43: Kvalitativní parametry nadzemní biomasy vybraných brukvovitých meziplodin (druhy a odrůdy) na lokalitě Opava v roce 2021. Porosty se nacházely na začátku fáze kvetení.

| rostlinný druh | odrůda | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) | S (%) | Cu (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Zn (mg/kg) |
|------------------|--------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|------------|------------|------------|
| hořčice bílá | Pallisse | 1,23 | 0,26 | 1,17 | 1,06 | 0,15 | 0,34 | 1,0 | 3,8 | 16,7 |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 1,29 | 0,29 | 1,30 | 1,46 | 0,18 | 0,43 | 1,1 | 4,3 | 18,2 |
| hořčice černá | N 2A94 | 1,49 | 0,35 | 1,39 | 0,92 | 0,18 | 0,44 | 1,1 | 6,3 | 22,8 |
| hořčice černá | Sizaja | 1,23 | 0,25 | 1,19 | 1,01 | 0,15 | 0,37 | 1,0 | 6,0 | 14,2 |
| hořčice sarepská | VNIIMK 12 | 1,33 | 0,32 | 1,18 | 1,33 | 0,19 | 0,49 | 1,0 | 6,5 | 18,2 |
| lnička setá | Sortadinskij | 2,15 | 0,36 | 1,54 | 1,13 | 0,21 | 0,42 | 1,1 | 8,6 | 20,0 |
| lnička setá | PRFGL. 59 | 1,93 | 0,35 | 1,26 | 0,90 | 0,17 | 0,36 | 1,1 | 6,3 | 17,6 |
| ředkev olejná | Siletta | 3,75 | 0,50 | 3,21 | 0,98 | 0,24 | 0,31 | 10,7 | 36,7 | 48,1 |
| ředkev olejná | Lucas | 1,43 | 0,31 | 1,86 | 1,53 | 0,26 | 0,51 | 1,1 | 14,3 | 20,8 |
| řepice jarní | Kova | 1,43 | 0,36 | 1,33 | 1,57 | 0,21 | 0,42 | 1,0 | 7,7 | 16,0 |
| řepice jarní | Saturn | 1,43 | 0,34 | 1,36 | 1,48 | 0,18 | 0,41 | 1,0 | 7,9 | 15,4 |
| řepka ozimá | Esexska | 1,65 | 0,39 | 2,33 | 1,67 | 0,29 | 0,55 | 1,0 | 12,9 | 30,8 |
| řepka ozimá | Orion | 1,23 | 0,34 | 2,33 | 1,19 | 0,23 | 0,41 | 1,0 | 7,6 | 18,0 |

Tab. 44: Kvalitativní parametry podzemní biomasy vybraných brukvovitých meziplodin (druhy a odrůdy) na lokalitě Opava v roce 2021. Porosty se nacházely na začátku fáze kvetení.

| rostlinný druh | odrůda | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) | S (%) | Cu (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Zn (mg/kg) |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|------------|------------|------------|
| hořčice bílá | Pallisse | 0,29 | 0,17 | 0,70 | 0,44 | 0,08 | 0,09 | 1,0 | 9,6 | 14,0 |
| hořčice bílá | BGRC 34555 | 0,35 | 0,12 | 0,53 | 0,37 | 0,05 | 0,09 | 1,0 | 5,1 | 9,6 |
| lnička setá | Sortadinskij | 0,24 | 0,08 | 0,49 | 0,32 | 0,03 | 0,06 | 9,7 | 4,5 | 18,3 |
| lnička setá | PRFGL. 59 | 0,40 | 0,13 | 0,82 | 0,53 | 0,04 | 0,12 | 12,6 | 7,2 | 22,1 |
| ředkev olejná | Siletta | 0,68 | 0,38 | 1,82 | 0,92 | 0,18 | 0,21 | 37,5 | 20,4 | 47,7 |
| ředkev olejná | Lucas | 0,65 | 0,28 | 1,42 | 0,56 | 0,11 | 0,14 | 1,1 | 11,2 | 17,9 |
| řepice jarní | Kova | 0,59 | 0,14 | 0,98 | 0,66 | 0,09 | 0,10 | 13,4 | 7,3 | 20,5 |
| řepice jarní | Saturn | 0,49 | 0,13 | 1,02 | 0,56 | 0,05 | 0,07 | 14,2 | 5,3 | 18,7 |
| řepka ozimá | Orion | 0,83 | 0,43 | 1,64 | 0,53 | 0,12 | 0,24 | 54,0 | 7,6 | 47,7 |
| řepka ozimá | Esexska | 1,04 | 0,40 | 1,55 | 0,64 | 0,17 | 0,38 | 1,3 | 18,8 | 31,5 |

9.1. Obsah uhlíku v biomase brukvovitých meziplodin

V souladu s otázkou ochrany klimatu je nutné sledovat i potenciál dočasně fixace uhlíku biomasou meziplodin, včetně brukvovitých druhů. Obecně se obsah uhlíku v biomase meziplodin pohybuje v rozmezí 40 až 45 %. Konkrétní hodnoty obsahu uhlíku v nadzemní a podzemní biomase rostlinných druhů včetně vybraných zástupců z čeledi brukvovitých využitelných pro pěstování jako meziplodiny dokumentuje tabulka 45. Zásadní rozdíly z hlediska obsahu uhlíku mezi druhy nebyly stanoveny.

Tab. 45: Obsah uhlíku ve vybraných meziplodinách v nadzemní a podzemní biomase (C, %) stanovený na lokalitě Praha Suchdol v roce 2020.

| rostlinný druh | odrůda | kořeny | nadzemní biomasa |
|---------------------------|------------|-------------|------------------|
| | | obsah C (%) | |
| bob obecný | Merkur | 42,4 | 42,0 |
| hořčice bílá | Andromeda | 44,5 | 40,4 |
| ječmen jarní | Solist | 43,8 | 42,1 |
| linička setá | Zuzana | 44,0 | 39,0 |
| oves nahý | Marco Polo | 40,5 | 42,4 |
| | Oliver | 43,5 | 42,9 |
| oves setý žlutý | Atego | 44,7 | 41,9 |
| hrách rolní - jarní forma | Arvika | | 42,5 |
| hrách rolní - ozimá forma | Arkta | 43,9 | 42,5 |
| svazanka vratičolistá | Protana | 43,6 | 37,4 |
| triticale jarní | Mamut | | 41,9 |
| žito trsnaté | | 41,9 | 42,7 |

10. Využití brukvovitých meziplodin












Přestože jsou brukvovité druhy zemědělskou praxí primárně používány jako strniskové meziplodiny, jejich využití v pěstebních systémech je mnohem širší. Zásadním faktorem určujícím termín výsevu druhu je daný pěstitelský cíl, který vychází především z požadavků na produkci biomasy jednodruhového porostu nebo ve směsi, požadavek na výšku porostu, potřeba přechodu druhu do fáze kvetení, požadavek na přezimování či spolehlivé vymrznutí apod.





Obrázek 67 dokládá potenciální termíny výsevu vybraných druhů brukvovitých meziplodin v době vegetace v podmínkách České republiky. Dané období výsevu dokládá možnost výsevu a vzejití rostlin. Termín výsevu však zásadním způsobem ovlivní produkci nadzemní biomasy a konkurenceschopnost druhu ve směsi. Z obrázku je patrná potenciální široká amplituda možností výsevů.

U termínu výsevu od přelomu března a dubna lze u většiny druhů očekávat schopnost rostlin vstoupit do fáze tvorby generativních orgánů s dosažením vysoké produkce nadzemní biomasy a výšky, kdy korekčním faktorem růstu však budou podmínky počasí v daném roce, tedy teplota vzduchu a dostupnost vody v půdě vycházející z předchozí srážkové dotace a množství srážek po výsevu. S posunem výsevu od začátku vegetace, přibližně v období od druhé poloviny května do druhé poloviny srpna, lze očekávat zkrácení doby efektivní vegetace, ale také větší riziko poklesu produkce nadzemní biomasy v důsledku sucha. U typických ozimých forem (ozimá řepka) nebudou většinou rostliny vstupovat do fáze kvetení.

U výsevů provedených od konce září až případně do konce října (teplé oblasti, kde nehrozí riziko časného nástupu mrazů), bude vstup rostlin do fáze kvetení, či tvorby generativních orgánů závislý na průběhu vegetace. Schopnost přezimovat vykazují například rostliny lničky seté (jarní i ozimé formy), které do zimy vstupují ve fázi BBCH 16 až 30. Obtížně odhadnutelné je i riziko přezimování rostlin ředkve olejné, které bývá často podmíněno tvorbou ztloustlého kořene.

Potenciální termíny výsevu vybraných druhů brukvovitých meziplodin v době vegetace v podmínkách České republiky. Dané období výsevu dokládá možnost výsevu a vzejítí rostlin. Termín výsevu však zásadním způsobem ovlivní produkci nadzemní biomasy a konkurenceschopnost druhu ve směsi, ale také výši výsevku.

| rostlinný druh | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. |
|---|----|-----|------|-----|----|-----|------|-------|-----|----|-----|------|
| hořčice bílá  | | | | | | | | | | | | |
| hořčice černá  | | | | | | | | | | | | |
| hořčice sarepská  | | | | | | | | | | | | |
| katrán habešský  | | | | | | | | | | | | |
| lnička setá - jarní forma  | | | | | | | | | | | | |
| lnička setá - ozimá forma  | | | | | | | | | | | | |
| roketka setá  | | | | | | | | | | | | |
| řepice jarní  | | | | | | | | | | | | |
| ředkev olejná  | | | | | | | | | | | | |
| řepka ozimá  | | | | | | | | | | | | |
| řepka jarní  | | | | | | | | | | | | |

 rizikové termíny výsevu
  spolehlivé termíny výsevu
  míra rizika nevymrznutí
  spolehlivost vymrznutí

Brant, 2022

Obr. 67: Potenciální termíny výsevu vybraných druhů brukvovitých meziplodin v době vegetace v podmínkách České republiky.

10.1. Pomocné plodiny

Zařazení brukvovitých druhů jako pomocných plodin je úspěšně ověřeno především v podmínkách České republiky. Dominantní roli hraje použití brukvovitých v porostech ozimých obilnin, kde se jedná o jednodruhové výsevy, nebo v ozimé řepce, kde jsou brukvovité (především lnička setá) součástí použitých směsí. Specifickou roli mohou hrát brukvovité druhy jako vymrzající pomocné plodiny v ozimých luskovinách.

Brukvovité druhy dobře vzházející i při nižších teplotách (hořčice bílá a ředkev olejná) a zároveň vykazující rychlou dynamiku růstu, lze použít jako pomocné plodiny do pšenice ozimé. Na rozdíl od luskovin nejsou chladu odolné brukvovité zcela vhodné pro časný výsev ozimé pšenice, protože při teplém a vlhkém průběhu podzimu mohou výrazně rychle růst a částečně konkurovat ozimé pšenici. Pro časnější výsevy lze pro výsev do meziřádku ozimých obilnin doporučit hořčici černou a sarepskou (výsevek do 8 kg/ha).

Na obrázku 68 je porost ozimé pšenice (26.11.2019) založený na konci září po zrnové kukuřici o rozteči řádků 0,25 m se souběžným výsevem hořčice bílé do meziřádku. Výsevek pšenice ozimé činil 100 kg/ha a hořčice bílé 5 kg/ha. Cílem technologie je omezit rozvoj plevelů v meziřádku na podzim, nakypřit půdu v meziřádku a vytvořit vhodné podmínky pro infiltraci vody. V listopadu rostliny hořčice dosahovaly výšky 0,15 až 0,25 m a dobře pokývaly povrch meziřádku. Kořeny hořčice bílé v meziřádku pronikaly kolmo do půdy a výška rostlin hořčice bílé nevyvolala etiolizační efekt u ozimé pšenice. Produkce suché nadzemní biomasy hořčice bílé dosahovala v termínu 26.11.2019 hodnoty 2,23 t/ha. Většina rostlin hořčice bílé do jara vymrzla, ale přibližně 15 – 20 % rostlin po zimě regenerovalo (obr. 69). Proto byly regenerující rostliny hořčice na jaře umrtveny při jarní aplikaci herbicidu. Přítomnost hořčice bílé výrazně přispěla k omezení škod divokých prasat na pozemku, přestože byl porost pšenice založen po zrnové kukuřici.

Za vhodnou pro meziřádkový výsev do obilnin pěstovaných v širších řádcích lze doporučit i ředkev olejnou. Obrázek 70 dokládá stav porostů ozimé pšenice založených 21.9.2018 (výsevek 120 kg/ha, odrůda Turandot, rozteč řádků 0,25 m) se souběžným výsevem 12 kg/ha

ředkve olejné do meziřádku (odrůda Romesa). Nevymrzlé rostliny ředkve olejné byly opět regulovány herbicidně při jarní aplikaci. Výnos zrna ozimé pšenice na plochách s ředkví olejnou činil 7,46 t/ha, na kontrolní variantě se shodnou odrůdou (výsevek ozimé pšenice 160 kg/ha, rozteč řádků 0,125 m) dosáhl hodnoty 6,86 t/ha.



Obr. 68: Porost ozimé pšenice (26.11.2019) o rozteči řádků 0,25 m se souběžným výsevem hořčice bílé do meziřádku na lokalitě Domanice (foto Brant).



Obr. 69: Regenerující zbytky pomocné plodiny hořčice bílé v porostech ozimé pšenice 26.3.2020 (foto Brant).



Obr. 70: Výsev ozimé pšenice s ředkví olejnou zajišťuje velmi dobrý pokryv půdy a omezení rozvoje plevelů, stav porostů 13.12.2018 (foto Brant).

Další možností využití brukvovitých druhů je plošný výsev hořčice bílé při výsevu ozimé pšenice do řádků. obrázek 71 dokumentuje stav porostů ozimé pšenice s plošným výsevem hořčice bílá na podzim a na jaře po umrtvení hořčice mrazem. Obrázky 72 a 73 zachycují rozdílné porosty ozimé pšenice založené s pomocnou plodinou, včetně brukvovitých druhů.

Porost ozimé pšenice s roztečí řádků 12,5 cm s plošným výsevem hořčice bílé – výsev byl proveden 21.9.2018

stav porostů - 13.11.2018

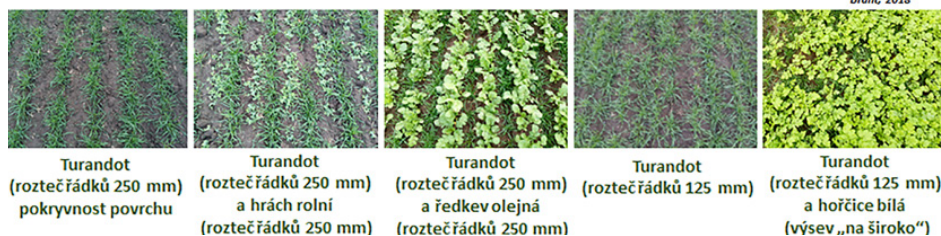
stav porostů – 12.3.2019



Obr. 71: Porost ozimé pšenice s plošným výsevem hořčice bílá na podzim a na jaře po umrtvení hořčice mrazem (foto Brant).

stav porostů pšenice ozimé (odráda Turandot) v závislosti na struktuře porostu a použité pomocné plodině na lokalitě Nabočan
13.11.2018

Brant, 2018



Turandot
(rozteč řádků 250 mm)
pokryvnost povrchu

Turandot
(rozteč řádků 250 mm)
a hrách rolní
(rozteč řádků 250 mm)

Turandot
(rozteč řádků 250 mm)
a ředkev olejná
(rozteč řádků 250 mm)

Turandot
(rozteč řádků 125 mm)

Turandot
(rozteč řádků 125 mm)
a hořčice bílá
(výsev „na široko“)

Obr. 72: Stav porostů pšenice ozimé (odráda Turandot) v závislosti na struktuře porostu a použité pomocné plodině na lokalitě Nabočany 13.11.2018 (Brant a kol., 2019a).

Specifickou záležitostí je využití brukvovitých v porostech ozimých luskovin. Obrázek 74 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. Podle Branta a kol. (2019a) vykazovaly kořenové systémy hrachu vyšší intenzitu prokořenění ve srovnání s hořčicí bílou. Hořčice bílá byla vyseta za účelem omezení rozvoje plevelů v porostech 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 výsevu 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

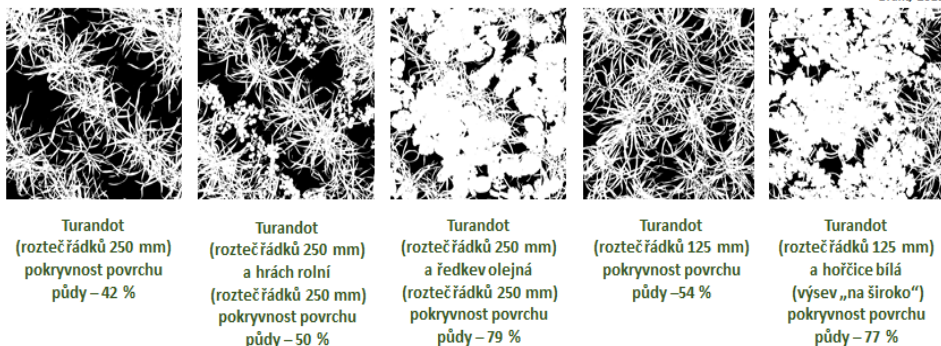
s hrachem setým činila 3,8 %, u čistého výsevu hrachu rolního 10,3 %. Hodnoty pokryvnosti hrachu rolního byly ve srovnání s pokryvností hrachu setého statisticky průkazně vyšší.

Nástup mrazů v podzimním období vedl k vymrznutí rostlin hořčice bílé. Výsledky hodnocení zaplevelení porostů prokázaly, že podzemní přísev hořčice bílé (10 kg/ha) vedl ke snížení produkce nadzemní biomasy plevelů v měsíci dubnu (tab. 46). Přísev hořčice bílé neovlivnil nadzemní produkci biomasy hrachů (tab. 46 a obr. 75).

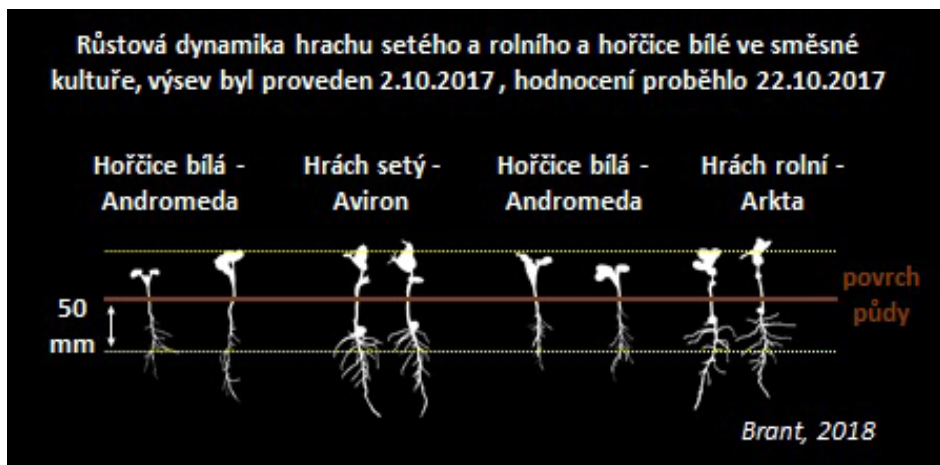
Ověřovány byly i přísevy hořčice bílé do mezířádků sóji pěstované při rozteči řádků 0,45 m při založení porostů (Brant a kol., 2019a). Rostliny hořčice bílé mají primárně konkurovat plevelům a omezovat rizika eroze. Ve fázi hořčice bílé BBCH 14 – 18 dochází k jejich mechanické regulaci plečkou.

Pokryvnost povrchu půdy v porostech pšenice ozimé (odráda Turandot) v závislosti na struktuře porostu a použité pomocné plodině na lokalitě Nabočany 13.11.2018, plocha snímku 0,5 x 0,5 m, umístění snímku „na koso“ řádků

Brant, 2018



Obr. 73: Pokryvnost povrchu půdy v porostech pšenice ozimé (odráda 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 a kol., 2019a).



Obr. 74: 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., 2018).

Tab 46: 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., 2018).

| hrách rolní | pomocná plodina hořčice bílá (výsevok) | počet rostlin na m ² (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 |



Obr. 75: Stav porostů hrachu rolního Arkta (26.4.2018), které byly na podzim založeny souběžně s plošným výsevem hořčice bílé (zdroj: Brant a kol., 2019a).

Brukvovité plodiny jsou ověřovány i jako pomocné plodiny vysévané před založením kukuřice seté do budoucího meziřádku (Brant a kol., 2019a). Cílem technologie je pokrytí meziřadí za účelem snížení eroze a potlačení plevelů. Založení porostů hořčice bílé je provedeno např. secím strojem se zaslepenými botkami v místě budoucího řádku kukuřice seté nebo pomocí plečky za kypřící orgány jedoucí v budoucím meziřádku. Kukuřice setá je následně seta mezi řádky, které hořčice vytváří v meziřádku (obr. 76). Porost hořčice bílé je následně umrtven herbicidem nebo je mechanicky podříznut plečkou nebo jej lze efektivně umrtvit plečkou vybavenou řeznými válci (obr. 77). Časně jarní a jarní výsevy brukvovitých plodin však bývají při pomalém vývoji silně poškozeny dřepčíky. Toto poškození vede až ke 100 % zničení porostů.

Obdobně lze tyto pásy brukvovitých mezplodin zakládat již na podzim, kdy cílem je zajistit biologické zpracování půdy rostoucí plodinou v meziřádku a pokrytí meziřádku mulčem v termínu výsevu kukuřice seté. Pro podzimní výsevy lze využít hořčici bílou, ředkev ozimou, ale také lničku setou. Výsevky se u hořčice bílé a ředkve olejné pohybují v rozmezí 6 až 12 kg/ha, u lničky seté na úrovni 6 až 15 kg/ha v závislosti na způsobu výsevu (secí stroj, plečka, pásový výsev při základním zpracování půdy apod.).



Obr. 76: Jarní pásové výsevy hořčice bílé do meziřádku kukuřice seté před jejím založením (foto Brant).



Obr. 77: Řezné válce pro umrtvení porostů v meziřádku širokořádkových plodin (foto Brant).

10.2. Letní meziplodiny

Letní meziplodiny lze specifikovat jako porosty vysévané od dubna do sklizně hlavních plodin. Jejich pěstování je spojeno s rozdílnými cíli, které jsou na mimoprodukční, či produkční (krmné meziplodiny) porosty kladeny. Často se jedná o systémy využití meziplodin po sklizni krmných plodin (ozimé luskovino-obilní směsky), v systémech zakládání jednoletých letních zelených úhorů apod. Svoje opodstatnění nacházejí v rámci využití jako nektarodárné pásy, osevy trajektorií postřikovačů na produkčních plochách (např. Šmöger a Brant, 2020), druhově pestré obsevy dílů půdních bloků apod.

Dobře zapojené časně letní a letní výsevy jsou používány v systémech výsevů plodin do živého mulče, kde plní funkci biologického zpracování půdy, eliminaci plevelů a omezení evaporace po umrtvení. Jedná se o výsevy širokořádkových plodin na jaře až po výsevy ozimých obilnin (např. Böhler a Dierauer, 2017; Flury a kol., 2017; Landschreiber a kol., 2017; Brant a kol., 2019b a Schneider, 2019).

Dominantně se u letních meziplodin jedná o využití brukvovitých druhů ve vícekomponentních směsích. Jejich podíl a druhové složení ve směsích je značně variabilní a liší se od cíleného zaměření směsi pro daný pěstitelský cíl. Velmi oblíbené jsou tyto směsi se zastoupením brukvovitých druhů v Německu, v Rakousku, ve Švýcarsku, ale také ve Francii.

V současné době je na trhu s osivy k dispozici široká nabídka vícekomponentních směsí se zastoupením brukvovitých druhů, včetně charakteristik jejich použití. Obrázek 78 zachycuje rozdílné porosty letních meziplodin se zařazením brukvovitých druhů. Rostliny Iničky seté a ředkve olejné jsou dobře patrné ve směsi použité pro ozelenění trajektorií postřikovače v porostech kukuřice seté (obr. 79).



Obr. 78: Vícekomponentní směsi obsahující brukvovité druhy, vlevo Inička setou a vpravo hořčici bílou (foto Brant).



Obr. 79: Rostliny Iničky seté a ředkve olejné jsou dobře patrné ve směsi použité pro ozelenění trajektorií postřikovače v porostech kukuřice seté (foto Poláková).

10.3. Strniskové meziplodiny

V rámci strniskových meziplodin jsou brukvovité druhy jedny z nejčastěji pěstovaných rostlin. Strniskové meziplodiny lze v rámci České republiky považovat v současné době za nejčastěji využívané. Oblíbenost strniskových meziplodin je dána tradicí jejich pěstování, jednoduchou pěstební technologií nevyžadující speciální technické vybavení, minimálními pěstebními náklady vycházejícími z přijatelné ceny dostupného osiva a v neposlední řadě dotační podporou v rámci agroenvironmentálních opatření. Limitujícím faktorem je v posledních letech při jejich pěstování nedostatek srážek po výsevu a nízký obsah dostupné vody v půdě před výsevem. Nedostatek vody se tak stává výrazným omezením z hlediska úspěšnosti pěstování strniskových meziplodin.

Brant a kol. (2008) uvádějí, že širší uplatnění strniskových meziplodin ve srovnání s letními je dlouhodobě spojeno se zvyšováním koncentrace obilnin v osevních postupech a snahou o nalezení vhodných přerušovačů obilných sledů, jakož i úbytkem plodin brzy opouštějících pole. Impulzem pro pěstování strniskových meziplodin byla i změna celospolečenského pohledu na funkci zemědělství, která vyústila v koncepci integrovaných systémů hospodaření a všeobecnou podporu ekologického zemědělství (Freyer, 2003). Pěstitelské cíle strniskových meziplodin jsou dány jejich využitím jako zeleného hnojení (Kahnt, 1980; Freyer, 2003; Selčuk a Grossmann, 2005; Plaza a Ceglarek, 2006), příležitostného zdroje zeleného krmení (Kahnt 1980; Benda, 1984, Kvěch a kol., 1985), ve vztahu k omezení zaplevelení a regulaci výdrolu obilniny (Garbe a Heitefuss, 1988; Brant a kol., 2006) a potlačení chorob a škůdců (Lang, 1994; Nicolay a Sikora, 1989; Hoffmann a Schmutterer, 1999).

Významnou roli hrají strniskové meziplodiny ve vztahu k eliminaci ztrát dusíku v podzimním období (Vach a Hermuth, 2007). Schmidt (2000) popisuje významný vliv porostů hořčice bílé a svazeky vratičolisté na pokles obsahu N_{min} v půdním profilu 0 – 0,9 m v prosinci ve srovnání s plochami bez uplatnění meziplodin. Především brukvovité druhy hrají zásadní roli při akumulaci dusíku z půdy do jejich biomasy. Dlouhodobě jsou brukvovité druhy využívány především v Německu a v Holandsku pro osetí strniště po pěstování luskovin za účelem omezení ztrát dusíku zanechaného rostlinnými zbytky luskovin. Široké uplatnění mají vymrzající (dominantně brukvovité druhy) či nevymrzající meziplodiny v rámci půdoochranných technologií pěstování cukrovky, kukuřice a brambor (obr. 80). Možnost zakládání kukuřice do porostů vymrzající či nevymrzající meziplodiny uvádějí např. Ammon a Scherrer (1996) a Estler a Knittel (1996). Podle Nitzsche et al. (2000) technologie výsevu cukrovky do vymrzlého porostu hořčice bílé (30 % pokryvnost rostlinných zbytků) pozitivně ovlivnila stabilitu půdních agregátů, která činila 43,1 % (u konvenční technologie pouze 30,1 %) a zvýšila infiltrační schopnost půdy. Dále přispěla k poklesu povrchového odtoku vody. Podzimní ozelenění hrůbků brambor ředkvi olejnou a hořčicí bílou vysetými v srpnu přispělo k redukci zaplevelení hrůbků v polovině března. Pokryvnost rostlinných zbytků v tomto termínu dosahovala u ředkve olejně 62 % a u hořčice bílé 23 % (Schmidt, 2000).

Brukvovité druhy vysévané v létě a jako strniskové meziplodiny se vyznačují rovněž vysokou produkcí nadzemní biomasy pro pícní využití. Část druhů ozimého charakteru lze vysévat i na podzim, kde je lze zařadit do kategorie ozimých meziplodin. Tabulka 47 dokládá využití brukvovitých meziplodin pro produkce píce.



Obr. 80: Rozdílné množství rostlinných zbytků a stav habitu vymrzlých rostlin může zásadním způsobem ovlivnit následné agrotechnické operace a výsev kukuřice seté, fotografie dokládají dva odlišné porosty hořčice bílé na jaře (foto Brant).

Tab. 47: Druhy využitelné pro produkci píce (zdroj. Henke a Bräutigam, 2018).

| rostlinný druh | výsevek (kg/ha) | HTS (g) | nejpozdější termín výsevu | výnos suché biomasy při časném výsevu (t/ha) | energetická produkce GJ NEL/ha** | produkce biomasy kořenu (t/ha) |
|--------------------|-----------------|-----------|---------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|
| řepka jarní | 8 – 15 | 3,5 – 7,0 | do konce srpna | 3,5 – 4,5 | 24 – 31 | 1,5 – 2,0 |
| řepka ozimá | 8 – 15 | 3,0 – 6,0 | do konce srpna | 3,5 – 4,5 | 24 – 31 | 1,5 – 2,0 |
| řepák olejný jarní | 6 – 10 | 1,5 – 3,5 | do konce srpna | 3,0 – 4,0 | 19 – 25 | 1,5 – 2,0 |
| řepák olejný ozimý | 6 – 12 | 4,0 – 5,0 | do začátku září | 3,0 – 4,0 | 21 – 27 | 1,5 – 2,0 |
| řepák vodnice | 1 – 2 | 1,5 – 3,3 | do začátku srpna | 5,0 – 6,5 | 38 – 49 | |
| krmná kapusta | 3 – 4 | 4,0 – 4,5 | do 25. července | 5,0 – 6,0 | 35 – 42 | 1,0 – 2,0 |
| ředkev olejná | 18 – 22 | 11 – 13 | do začátku září | 4,0 – 5,0 | 25 – 32 | 1,5 – 2,5 |
| hořčice bílá | 15 – 20 | 2,5 – 8,0 | do začátku září | 3,0 – 4,0 | 21 – 27 | 1,0 – 1,5 |

*HTS (hmotnost tisíce semen), **stanoveno podle DLG tabulky krmných hodnot pro přežvýkavce

10.4. Ozimé meziplodiny

Ozimé meziplodiny jsou využívány především jako zdroj píce v časném létě. Podzemní výsevy těchto druhů v souvislosti s jejich biologii je činí využitelnými ve všech výrobních oblastech. Obdobně jako letní meziplodiny však byly ozimé meziplodiny z hlediska nižší produkce a kvality biomasy ve srovnání se silážní kukuřicí a omezenému využití v rámci osevních postupů koncipovaných na dominantní postavení tzv. tržních plodin z konvenčních systémů hospodaření vytlačeny. Brant a kol. (2008) uvádějí, že jejich uplatnění však zůstává v rámci ekologických systémů hospodaření, kde se významně podílejí nejen na produkci objemných krmiv, ale působí jako vhodné přerušovače osevních sledů se zásadním odplevelujícím a fyto-sanitárním účinkem. Využití ozimých druhů je z hlediska dostupnosti ozimých forem výrazně omezeno. V současné době se lze setkat s využitím ozimé řepky jako komponenta ozimých krmných směsí. Z historického pohledu jsou poznatky o využití krmných meziplodin zpracovány zejména ve starší domácí a zahraniční literatuře (např. Kahnt, 1980; Benda, 1984, Kvěch a kol., 1985; Henke a Bräutigam, 2018 apod.).

10.5. Podsevy ve chmelnicích

Uplatnění nacházejí brukvovité druhy při ozelení meziřadí chmelnic. Zásadní význam z historického hlediska má hořčice bílá. Ta je využívána jako plodina pro ozelení meziřadí po sklizni chmele, zejména s využitím na zelené hnojení (obr. 81). Pro osetí meziřadí lze z hlediska rizika nízkých teplot po sklizni využít primárně hořčici bílou a ředkev olejnou. Výsevy provedené po sklizni chmele jsou již z důvodu nižších teplot zásadně méně napadány dřepčiky.

Hořčici bílou lze využít i do směsi pro pozdní ozelenění meziřadí chmelnic, kdy se vysévá s typickými ozimými, či obtížněji vymrzajícími druhy (obr. 82), jako jsou ozimé obilniny či luskoviny, ale také k rostlinám ovsa setého a nahého, které přezimují. Hořčice bílá zde v podzimním období pomáhá zakrýt povrch půdy a snížit případný tlak plevelů při teplém průběhu podzimu. Mladé rostliny hořčice bílé jsou však efektivně ničeny zápornými teplotami.

Hořčice bílá je jako zástupce brukvovitých, mimo jiné i z hlediska vysoké dostupnosti osiva a jeho příznivé ceny, využívána i pro letní výsevy (obr. 83). Efektivita uplatnění brukvovitých druhů je při letních výsevech zásadním způsobem ovlivněna dostupností vody, tlakem dřepčiků a zastíněním meziřadí rostlinami chmele.



Obr. 81: Porost hořčice bílé v meziřadí chmelnice před zapravením na zelené hnojení (foto Brant).



Obr. 82: Podzimní výsev (první týden v říjnu) směsi ovsa nahého (vlevo), či ozimé formy hrachu rolního (vpravo), společně s hořčicí bílou. Hořčice bílá zde v podzimním období pomáhá zakrýt povrch půdy a snížit případný tlak plevelů při teplém průběhu podzimu. Mladé rostliny hořčice bílé jsou však efektivně ničeny zápornými teplotami (foto Brant).

Pro ozelenění chmelnic lze pro letní výsevy použít i další druhy brukvovitých meziplodin, jedná se o hořčici černou a sareptskou, lničku setou, katrán haběšský a ředkev olejnou. Veškeré druhy jsou však výrazně poškozovány dřepčičky, zejména při nedostatku vody, kdy se rostliny vyznačují pomalým růstem.



Obr. 83: Letní výsevy hořčice bílé v meziřadí chmelnice (foto Brant).

11. Konkurence vůči plevelům a výdrolu

Plevele a výdrol předplodiny představují výrazný rizikový faktor pro rozvoj meziplodin. Zejména při nedostatku srážek je růstová dynamika meziplodin ve srovnání s plevele výrazně zpomalena.

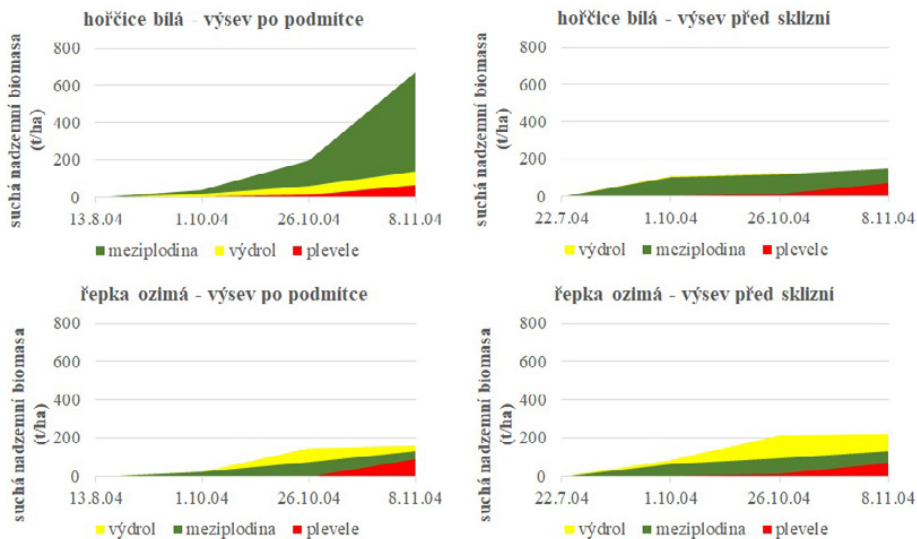
Druhové spektrum plevelů v porostech meziplodin je primárně závislé na termínu založení porostů. U brukvovitých meziplodin lze s termínem výsevu v teplých oblastech počítat od konce března do prvního týdne října (při těchto termínech plní brukvovité po krátkou dobu funkci pokryvu půdy mezi přezimujícími meziplodinami).

Výrazným konkurentem brukvovitých druhů je výdrol předplodiny, jsou-li porosty zakládány po sklizni hlavní plodiny. Silnou konkurencí vůči strniskovým meziplodinám vykazuje především výdrol obilnin. Výdrol obilnin se vyznačuje vysokou vzcházivostí rostlin, které se s nástupem fáze odnožování stávají výrazným konkurentem o vodu a živiny pro strniskové meziplodiny.

Obecně se brukvovité druhy vyznačují dobou klíčivosti semen a rychlým vzejitím rostlin. Zásadní konkurenční výhodou většiny brukvovitých druhů je rychlý přechod rostlin do prodlužovací fáze, která jim umožní přerůst nejen méně vzrůstné plevele, ale i výdrol obilnin. Přechod do prodlužovací fáze je primárně ovlivněn vláhovými a částečně teplotními podmínkami. Nedostatek vody u všech termínů výsevu vede nejen ke zpomalení růstu, ale také k riziku menší vzcházivosti a k riziku vzniku řídkých porostů. Rychlou růstovou dynamikou se vyznačují hořčice bílá, poté hořčice černá a sarepská. Mezi vzrůstné druhy s krátkou dobou vegetace patří rovněž katrán habešský a řepice jarní. Ředkev olejná se primárně vyznačuje tvorbou bohatě olistěné listové růžice, která je schopna vytvořit hustý pokryv půdy. Mezi nejzranitelnější druhy z hlediska habitu patří lnička setá a při pozdních letních až podzimních výsevech řepka ozimá, která nepřechází do prodlužovací fáze.

Rychlý nárůst nadzemní biomasy společně s výškovým přírůstkem zajišťuje ve srovnání s jetelovinami a trávovitými meziplodinami výraznou konkurenční výhodu brukvovitým druhům (Brant a kol., 2009a). Pohanka obecná a svazanka vratičolistá vykazují v důsledku rychlého vstupu do prodlužovacího růstu obdobnou konkurenční výhodu jako vzrůstné brukvovité druhy.

Obrázek 84 dokumentuje dynamiku produkce suché nadzemní biomasy porostů hořčice bílé a řepky ozimé ve srovnání s produkcí plevelů a výdrolu předplodiny ozimé pšenice. Porosty byly založeny jako strniskové meziplodiny po provedení podmytky a plošným přisevem na povrch půdy před sklizní hlavní plodiny. Z obrázku je patrný rozdíl v produkci nadzemní biomasy meziplodin, které po výsevu do podmytého strniště vytvářely vyšší produkci nadzemní biomasy. Obrázek dále dokládá vyšší schopnost hořčice bílé konkurovat na základě jejího přechodu do prodlužovací fáze především výdrolu předplodiny a částečně i plevelům. Výsev brukvovitých druhů lze provést v suchých oblastech již před sklizní obilniny na povrch půdy (obr. 85). Výsev by měl být proveden nejdříve od fáze vstupu obilnin do fáze mléčně-voskové zralosti. V této době dochází k prosvětlení porostů obilniny v důsledku procesu zrání a na povrch půdy dopadá větší množství fotosynteticky aktivní radiace. Za vhodných podmínek semena a následně vzcházející rostliny meziplodiny využívají mikroklimatu porostu obilniny (vyšší vlhkost půdy a vzduchu). Zakládání porostů před sklizní, ke kterému jsou brukvovité druhy vhodné, je však spojeno s vysokým rizikem následného rozvoje výdrolu. Způsob je vhodný pro založení při dostatečné půdní vlhkosti, aby rostliny dostaly konkurenční náskok před budoucím výdrolu. Při dostatečné vlhkosti půdy je potřebné termín výsevu posunout blíže ke sklizni, aby nedošlo k nadměrné produkci biomasy meziplodiny před sklizní obilniny.



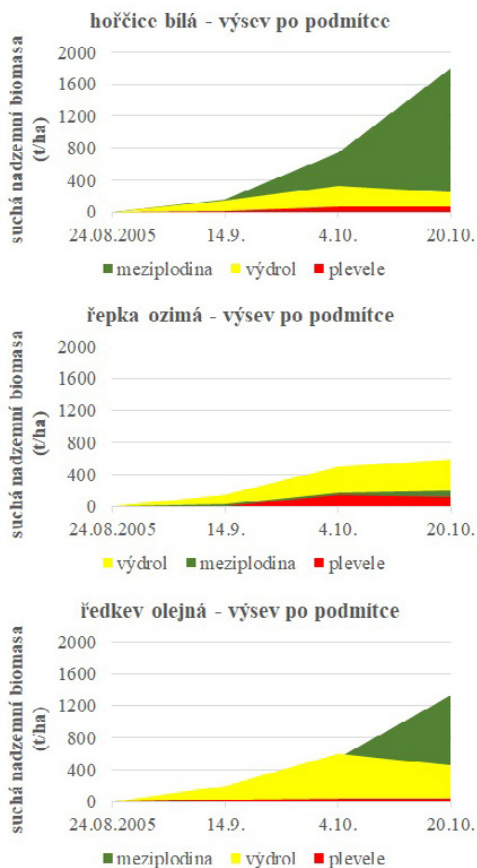
Obr. 84: Dynamika produkce suché nadzemní biomasy porostů hořčice bílé a řepky ozimé ve srovnání s produkcí plevelů a výdrolu předplodiny ozimé pšenice. Porosty byly založeny jako strniskové meziplodiny po provedení podmítky a plošným přisevem na povrch půdy před sklizní hlavní plodiny (upraveno podle Brant a kol., 2006).



Obr. 85: Klíčící rostliny hořčice bílé založené před sklizní obilniny plošným rozhozem rozmetadlem průmyslových hnojiv. Vlevo jsou rostliny po sklizni pšenice ozimé (větší produkce slámy). Vpravo do sklizni jarního ječmene (foto Brant).

Obrázek 86 znázorňuje dynamiku produkce nadzemní biomasy vybraných brukvovitých meziplodin založených po podmítce následující po sklizni ozimé pšenice v roce 2005. Mělké provedení podmítky z důvodu vysoké půdní vlhkosti podpořilo nejen dynamiku růstu brukvovitých druhů, ale také výdrolu obilní předplodiny. Obrázek dokládá nástup regulační fáze brukvovitých druhů (hořčice bílá a ředkev olejná) vůči výdrolu obilniny, která byla vyvolána zastíněním výdrolu rostlinami meziplodin. Řepka ozimá se opět projevila jako konkurenčně slabá strnisková meziplodina vůči výdrolu obilniny. Garbe a Heitefuss (1988) zjistili, že porosty hořčice bílé dosahující výšky 0,68 m a více mohou velmi úspěšně konkurovat výdrolu ječmene.

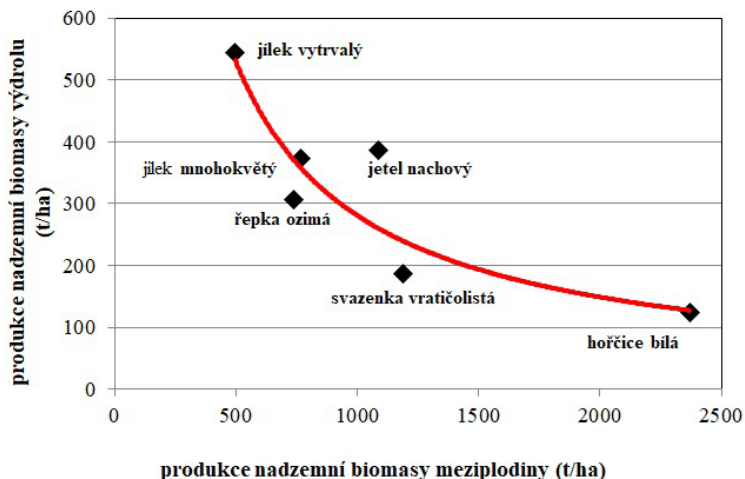
Při výšce porostu mezi 0,35 – 0,45 m nebyla redukce výdrolu ječmene zaznamenána. Vývoj výdrolu obilniny po sklizni je rovněž zásadním způsobem ovlivněn provedením podmítky (Freyer, 2003). Mělké zpracování půdy může vést ke zvýšenému výskytu výdrolu v porostech meziplodin. Vyšší četnost rostlin výdrolu zjistili Pekrun a Claupein (2001) u variant s provedením mělké podmítky rotačním kypřičem než u těch, kde byl použit kultivátor nebo pluh. Mělké zpracování strniště zásadním způsobem přispívá k rychlejšímu vývoji výdrolu obilniny a k většímu počtu rostlin výdrolu na jednotku plochy.



Obr. 86: Dynamika produkce nadzemní biomasy vybraných brukvovitých meziplodin založených po podmítce následující po sklizni ozimé pšenice v roce 2005. Mělké provedení podmítky z důvodu vysoké půdní vlhkosti podpořilo nejen dynamiku růstu brukvovitých druhů, ale také výdrolu obilní předplodiny (upraveno podle Brant a kol., 2006).

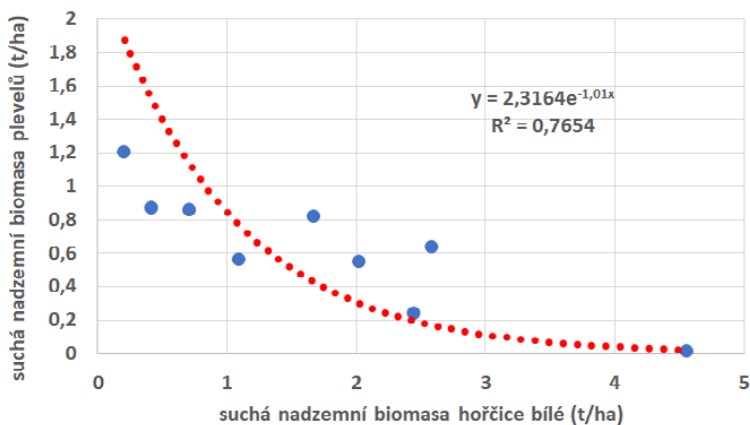
Srovnání konkurenčního vlivu strniskových meziplodin vůči výdrolu obilní předplodiny dokládá obrázek 87. Obrázek zachycuje vztah mezi průměrnou produkcí suché nadzemní biomasy strniskové meziplodiny a výdrolu pšenice ozimé za období let 2004 – 2007 na lokalitě Červený Újezd (střední Čechy). Nejvyšší konkurenci vůči výdrolu pšenice ozimé vykazovaly porosty hořčice bílé a svazanky vratičolisté. Základem regulace plevelných společenstev je především

rychlé dosažení vysoké produkce nadzemní biomasy brukvovitých druhů a zakrytí povrchu půdy, včetně plevelných rostlin. Obrázek 88 zachycuje vztah mezi suchou produkcí nadzemní biomasy hořčice bílé vyseté jako meziplodiny do meziřadí chmelnice ve vztahu k produkci nadzemní biomasy plevelů.



Obr. 87: Vztah mezi průměrnou produkcí suché nadzemní biomasy strniskové meziplodiny a výdrolu pšenice ozimé za období let 2004 – 2007 na lokalitě Červený Újezd (střední Čechy). Upraveno podle Brant a kol. (2009a).

vliv produkce suché nadzemní biomasy hořčice bílé na produkci suché nadzemní biomasy plevelů



Obr. 88: Závislost mezi produkcí suché nadzemní biomasy letních výsevů hořčice bílé a produkcí suché nadzemní biomasy plevelů v meziřadí chmelnice.

12. Regulace plevelů v brukvovitých meziplodinách

Přestože aplikace herbicidů v meziplodinách není žádoucí z environmentálního ani ekonomického hlediska, ve specifických situacích může být tento agrotechnický zásah efektivní. Dobře zapojené, zdravé a dynamicky se vyvíjející porosty jsou schopny plevelům efektivně konkurovat. Plevelé se v takovýchto porostech vyvíjejí výrazně pomaleji, intenzita zaplevelení je obvykle výrazně snížena a celková oslabenost plevelů často vede k jejich vysoké mortalitě. Pouze vytrvalé plevele se dokáží v porostech meziplodin uplatnit i v případě příhodných podmínek pro růst plodiny.

Možnosti herbicidního ošetření řepky a řepice

K preemergentnímu ošetření řepky a řepice lze použít prakticky všechny půdní herbicidy registrované do ozimé řepky (*metazachlor*, *pethoxamid*, *dimethachlor*), je však třeba počítat s jejich nižší účinností za sucha, zejména při jejich použití později na jaře, kdy bývají vyšší teploty a delší dny. Degradace těchto látek v půdě je proto rychlejší. Riziko selhání účinnosti je vyšší na těžších půdách a při větším množství posklizňových zbytků a hroud na povrchu půdy. K úspěšné regulaci problematických plevelů (violky, kakosty, brukvovité plevele) lze proto využít preemergentní herbicidy pouze ve vlhčích oblastech nebo letech. Mezi výše uvedenými půdními herbicidy existují poměrně výrazné rozdíly v selektivitě vůči řepce, přičemž na lehkých půdách může při mělkém setí a intenzivních srážkách po aplikaci dojít k poškození řepky (zbrzdění růstu). Poměrně selektivní k řepce je *metazachlor*, naopak problémy se selektivitou mohou nastat po ošetření vyšší dávkou *dimethachloru*. Za účelem rozšíření spektra působení především na svízel přitůla a některé další druhy (ptačinec prostřední, hluchavky, a za vlhka také brukvovité a kakostovité plevele) se výše uvedené herbicidy kombinují s herbicidy obsahujícími *clomazone*. V aridnějších oblastech a na těžších půdách vykazují clomazonové herbicidy většinou dobré výsledky jak z pohledu účinnosti, tak selektivity. Herbicidy obsahující *clomazone* by však neměly být používány na extrémně lehkých půdách s malou sorpční schopností a na svažitéch pozemcích, protože vydatnější srážky po aplikaci mohou způsobit významné poškození plodiny, které se projevuje vybělením listů a zpomalením růstu. Na lehčích a svažitéjších pozemcích jsou proto vhodnější směsné přípravky obsahující *quinmerac*, které lze navíc použít časně postemergentně, tedy těsně po vzejití plodiny, nejlépe na vzházející plevele (max. v děložních listech).

Při rozhodování o použití půdních herbicidů je rovněž třeba vzít v úvahu jaká plodina a kdy bude následovat v osevním sledu, neboť rezidua většiny acetamidů mohou negativně ovlivňovat vzházení a počáteční růst následné plodiny, nejčastěji ozimé obilniny. V takovém případě je vhodnější provést regulaci plevelů v brukvovitých meziplodinách postemergentně růstovými herbicidy, z nichž lze v řepce a řepici použít *clopyralid*, který spolehlivě působí na plevele z čeledi hvězdnicovitých, především heřmánkovité plevele, pcháč rolní, pelyněk černobýl a chrpu polní. V případě, že je třeba zasáhnout širší plevelné spektrum (svízel přitůla, mák vlčí, penizek rolní, kakosty, a jiné), je vhodnější kombinace *clopyralid + picloram*. Ošetření růstovými herbicidy je však třeba provést při vyšších teplotách (15 - 20 °C) a vyšší intenzitě slunečního záření. Podzimní ošetření proto bývají méně účinná. Růstové herbicidy *aminopyralid* a *halauxifen* lze v souladu s jejich registrací použít pouze v ozimé řepce. V jarní řepce a řepici mohou působit fytoxicitu, zejména jsou-li použity v plné dávce. Při použití výše uvedených růstových herbicidů je třeba rovněž počítat s jejich dlouhodobým působením v půdě i zasažené biomase. Rezidua těchto látek pak mohou poškozovat následné citlivé plodiny (brambory, slunečnice, luskoviny a některé zeleniny).

Regulace výdrolu obilní předplodiny a trávovitých plevelů

Výdrol obilní předplodiny a trávovité plevele lze v porostech brukvovitých meziplodin řešit listovými graminicidy (*fluazifop*, *quizalofop*, *propaquizafop*, *cycloxydim* atd.). Výdrol obilniny je třeba zasáhnout co nejdříve po jeho vzejití, neboť konkurenční schopnost výdrolu je velmi silná, zejména při nedostatku vody v půdě. Trávovité plevele, především sveřep jalový a pýr, plazivý jsou však s ohledem na zaplevelení následné plodiny daleko zásadnější a jejich regulace potřebnější. K regulaci těchto plevelů je obvykle třeba vyšších dávek graminicidů a za sucha je vhodné je použít s olejovým adjuvancem, který poruší bariery na povrchu listů plevelů. V takovém případě je však vhodné se vyvarovat tank-mix kombinacím s jinými pesticidy, zejména s růstovými herbicidy, které mohou navíc snižovat účinnost graminicidů (antagonistické působení). Kombinace listových graminicidů s insekticidy (ošetření proti dřepčikům) se v praxi běžně používají a obvykle nezpůsobují poškození řepky, i když při vyšších teplotách a dávkách může dojít u takových tank-mixů k mírné fytotoxicitě, která však obvykle rychle odezní.

Clearfield řepka

V situacích, kdy lze předpokládat, že bude třeba zasáhnout proti brukvovitým plevelům, může být vhodné vyset Clearfield (CL) odrůdu řepky, kterou lze ošetřit *imazamoxem*, který vedle brukvovitých plevelů vykazuje velmi dobrou účinnost na trávovité plevele. CL odrůdy jsou rovněž odolné k rezidiím sulfonylmočoviny v půdě, vůči nimž je většina konvenčních odrůd brukvovitých plodin poměrně citlivá, což se projevuje horší vzházivostí a pomalým růstem na počátku vegetace.

Regulace plevelů v hořčicích

Sortiment herbicidů registrovaných do hořčice je poměrně úzký. V ČR jsou do této plodiny registrovány půdní herbicidy *metazachlor* a *quinmerac*. Nejčastěji se však zaplevelení řeší postemergentně herbicidem obsahujícím *clopyralid* a *picloram*. Trávovité plevele lze řešit jako v řepce listovými graminicidy. Hořčice bílá má ze všech brukvovitých meziplodin nejrychlejší dynamiku růstu, a proto obvykle není proti plevelům třeba herbicidně zasahovat.

Specifika herbicidní regulace v porostech ostatních brukvovitých plodin.

Regulace plevelů v porostu ostatních brukvovitých plodin se řídí stejnými zásadami jako regulace plevelů v porostech řepky. Obecně je však potřeba počítat s vyšší citlivostí těchto plodin k většině herbicidů. Velké rozdíly v citlivosti k herbicidům mohou být i mezi jednotlivými odrůdami těchto meziplodin. Dávky půdních herbicidů je vhodné snížit, a to především na lehčích půdách. Selektivita listových herbicidů může být výrazně snížena především pokud je aplikace provedena za nevhodných povětrnostních podmínek. Používají se proto velmi nízké dávky herbicidů, kdy obvykle postačí pouze zpomalit vzházení plevelů, které se s ohledem na vysokou konkurenční schopnost většiny meziplodin pak již nedokáží v porostu prosadit.

13. Regulace brukvovitých meziplodin

I v rámci využití brukvovitých meziplodin je nutné hledat způsoby regulace porostů za účelem omezení jejich vegetace ve vztahu k naplnění pěstebního cíle. Důvodem pro regulaci růstu, či umrtvení porostů může být optimalizace produkce biomasy ve vztahu k efektivitě zapravení do půdy, ve vztahu k omezení transpirace, ve vztahu k ovlivnění kvality nadzemní a podzemní biomasy apod. Ve specifických případech, např. při pěstování v meziřadí chmelnice, z důvodu omezení atraktivnosti pro hmyz před aplikací insekticidů, nebo z důvodu omezení tvorby generativních orgánů na rostlinách, které by po dozrání zvýšily zásobu semen zaplevelujících rostlin v půdě.

U strniskových a pozdních podzimních výsevů se u většiny jarních či nevymrzajících druhů počítá s efektem umrtvení rostlin mrazem. U jarních až časně založených strniskových meziplodin nelze s efektem nízkých teplot počítat. Zde se v současné době pro regulaci či umrtvení porostu využívají chemické metody regulace herbicidy a mechanické zásahy spojené s mechanickým poškozením rostlin pouze u nadzemní části. Mezi mechanické poškození spojené se zásahem nad úrovní povrchu půdy lze zahrnout mulčování, seč, povalení válci či použití řezných válců při nižším přítlaku na válce. Použití rozdílných řezných válců s nastavením vyššího přítlaku může docházet i k částečnému poškození rostlin na bázi a k vyšší intenzitě rozřezání nadzemní biomasy (zde je významným faktorem i pracovní rychlost). Dalším způsobem je umrtvení porostu na základě poškození nadzemní a podzemní části rostliny při rozdílných systémech zpracování půdy, které se liší nejen intenzitou kypření, ale také hloubkou zpracování půdy.

Z hlediska omezení použití konvenčních herbicidů jsou v současné době intenzivně ověřovány alternativní herbicidy, jejichž základem je využití přírodních látek, které vykazují především desikační efekt.

13.1. Chemická regulace

Vegetaci meziplodin je obvykle třeba řízeně ukončit. Vegetaci meziplodin citlivých k nízkým teplotám (hořčice) může ukončit mraz během zimy, nicméně mírné zimy posledních let ukazují, že nemusí vždy dojít k naprostému odumření porostu. Možností, jak ukončit vegetaci brukvovitých plodin, je mnoho, přičemž preferovány jsou obvykle možnosti nechemické. Přesto může být v určitých situacích vhodným řešením herbicidní desikace porostu.

Velmi vysokou účinnost vykazuje především *glyphosate*, který se v závislosti na plodině a její růstové fázi používá v dávce 700 až 1500 g/ha. V případě, že *glyphosate* nelze z nejrůznějších důvodů použít, lze regulaci brukvovitých meziplodin efektivně provést růstovými herbicidy MCPA či 2,4-D (obr. 89). Velmi účinné jsou rovněž sulfonylmočoviny, z nichž je vhodné vybrat takové, jejichž reziduální působení je krátké (*tribenuron*, *metsulfuron*, obr. 90) a nebudou působit problémy následně plodině (obr. 91). Sulfonylmočoviny herbicidy jsou obvykle formulovány jako granuláty (WG formulace) a pro dosažení maximální účinnosti je třeba je aplikovat s vhodným adjuvancem (obvykle olejovým), a to zejména za sucha.

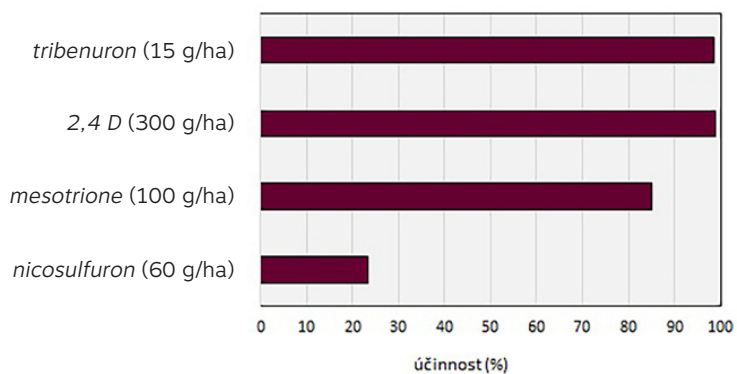
V případě, že je herbicidem zasaženo velké množství biomasy, může po jejím zapravení docházet k postupnému uvolňování herbicidu do půdy. Následně vysetá plodina pak může být při svém vzcházení zasažena použitým herbicidem (časté u *glyphosate*), přičemž poškození plodiny bývá nerovnoměrné v závislosti na homogenitě zapravení biomasy meziplodiny do půdy a hloubce setí (čím hlouběji je následná plodina vyseta, tím bývá fytoxicita vyšší).



Obr. 89: Poškození hořčice bílé účinnou látkou 2,4 – D (foto Jursík).



Obr. 90: Reakce rostlin hořčice bílé na účinnou látku mesotrion (foto Jursík).



Obr. 91: Účinnost vybraných účinných látek herbicidů na rostliny hořčice bílé.

13.2. Regulace pomocí přírodních látek

Se stále se stupňujícím tlakem na používání přípravků na ochranu rostlin se nabízí využití přírodních látek s herbicidním, respektive desikačním účinkem. V současné době jsou komerčně použitelné přípravky obsahující účinnou látku kyselina pelargonová. Tato látka však musí být v poměrně vysoké koncentraci, aby byla účinná, což generuje poměrně vysoké náklady při použití k plošné likvidaci porostů. Desikační dávka je při obsahu kyseliny pelargonové 680 g/l až 16 l přípravku na hektar. Přípravky obsahující kyselinu pelargonovou mají kontaktní a relativně rychlý účinek. Při uvedených dávkách s desikačním účinkem je ovšem cena přípravku pro ošetření 1 ha okolo 9500 Kč, což v podstatě použití této účinné látky znemožňuje.

V současné době jsme již druhým rokem testovali možnosti využití jednak kyseliny octové a jednak využití přírodních silic, zejména tymiánové silice. Kyselina octová je již součástí některých komerčních přípravků s herbicidním účinkem. Tymiánová silice je v současné době v rostlinné výrobě využívána primárně jako látka s antifungální a částečně insekticidní aktivitou (obvykle v koncentracích 0,125 – 0,25 %), avšak na většinu kulturních rostlin má v koncentraci nad 1 % mírný desikační efekt. Je však důležité zmínit, že tento efekt je možné dosáhnout pouze za použití adjuvantu (obvykle olejového). Podobných výsledků lze dosáhnout i použitím teatree oil (olej z čajovníkového stromu). Tento olej je hojně využíván ve velmi nízkých koncentracích v kosmetice a aromaterapeutice, avšak ve vysokých koncentracích (nad 1 %) má rovněž mírný desikační efekt. Z našich současných poznatků vyplývá, že všechny použité látky, tedy kyselina octová (8 % roztok), tymiánová silice a teatree oil (obojí 1 % roztok) mají pouze částečně desikační efekt, avšak jednoznačně vedou k retardaci růstu rostlin, což je vidět z obrázku 92, který ukazuje průměrnou hmotnost sušiny rostlin porostu hořčice bílé po 10 dnech po aplikaci. Rostliny hořčice se v době aplikace nacházely ve fázi počátku květu. Z dosavadních poznatků je také zřejmé, že desikační efekt přírodních látek se zvyšuje při aplikaci za teplého a slunečného počasí. Stejně jako u kyseliny pelargonové je nevýhodou cena aplikace, která je při současných cenách použitých látek a komerčních směsí okolo 9000 Kč na 1 ha (při aplikaci 1 % roztoku v dávce jichy 300 l/ha).



Obr. 92: Průměrná hmotnost sušiny nadzemní hmoty jedné rostliny hořčice bílé deset dní po aplikaci přírodních látek.

Regulace hořčice bílé výše zmíněnými látkami byla provedena taktéž v porostech brambor, kde byla hořčice bílá využita jako pomocná plodina. Výsledný efekt na hořčici byl obdobný, jako u čistosevu, avšak při regulaci takto použité hořčice je nutné dbát na to, aby použité látky

nezasáhly hlavní plodinu, neboť nejsou selektivní a jak je zřejmé z obrázku 93, zejména kyselina octová má poměrně silný fytotoxický účinek na porosty brambor. Z tohoto důvodu je třeba využít aplikační techniku, která nezasáhne hlavní plodinu, ale pouze pomocnou. Vzhledem k tomu, že přírodní látky na bázi silic mají tendenci těkat, se může při likvidaci pomocné plodiny například ve výše zmíněných bramborách projevit částečná antifungální aktivita zejména použité tymiánové silice.



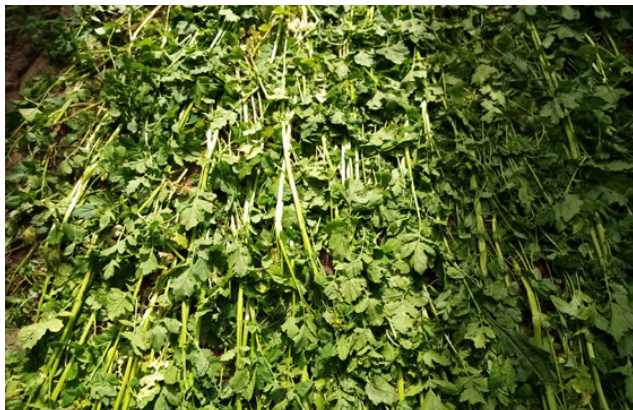
Obr. 93: Projev fytotoxicity kyseliny octové na listech brambor, které byly zasaženy v rámci umrtvení pomocné plodiny hořčice bílé (foto Procházkva).

Z výše zmíněných poznatků lze konstatovat, že přírodní látky s herbicidním, respektive částečným desikačním a retardačním účinkem lze v likvidaci porostů meziplodin použít, avšak nevýhodou je zejména jejich cena, která několikanásobně převyšuje cenu běžných konvenčních přípravků. Dále je třeba poznamenat, že účinnost použitých přírodních látek je spíše pozvolná a oproti konvenčním přípravkům vždy nižší.

13.3. Mechanická regulace

Systémy mechanické regulace brukvovitých meziplodin vycházejí z rozličných principů poškození, či úplného zničení, rostlin.

Většina brukvovitých druhů (zástupci rodu hořčice a řepka, katrán haběšský a roseta setá) je ve fázi prodlužovacího růstu (až do fáze počátku kvetení) citlivá na poškození při povalení porostů hladkými či hvězdovitými válci. Problematictější efektivitu umrtvení lze očekávat u lničky seté a řeřichy seté (drobnější rostliny s tužšími lodyhami). Při využití povalení porostů je nutné provést povalení nejpozději do fáze plného kvetení. Dojde-li k povalení porostů v době tvorby generativních orgánů, může docházet k nouzovému dozrání semen v šešulích. Při povalení dochází k zalomení lodyh na bázi a k následnému odumření rostlin. Při povalení hadkými či rýhovanými válci je omezeno rozmělnění biomasy a rostliny ponechávají na povrchu půdy kompaktní pokryv půdy (intenzita pokrytí je samozřejmě závislá na produkci nadzemní biomasy). Obrázek 94 dokládá efektivní povalení porostu celoplošně vysté hořčice bílé hladkými válci. Při předpokladu následného výsevu hlavní plodiny do povaleného porostu je nutné při povalení porostu pamatovat na optimalizaci záběru válců a secího stroje, protože výsev hlavní plodiny je nutné provádět jen ve směru povalení porostu. Na obrázku 95 je zachycen pásový výsev hořčice bílé povalený hladkými válci před výsevem kukuřice seté do neosetých pásů.



Obr. 94: Porost hořčice bílé povalený hladkými válci (foto Brant).



Obr. 95: Pásový výsev hořčice bílé povalený hladkými válci před výsevem kukuřice seté do neosetých pásů ve fázi začátku kvetení (foto Brant).

Další možnosti regulace jsou spojeny s intenzivním poškozením nadzemní biomasy, včetně systémů omezeného poškození kořenových krčků do hloubky 30 až 40 mm. Nejběžnější způsob mechanického poškození nadzemní biomasy bez zásahu do půdy představuje mulčování porostů. U brukvovitých druhů lze pro mulčování využít mulčovačů s horizontální a vertikální osou rotace. Mulčování brukvovitých rostlin je velice efektivní, protože u většiny rostlin dochází k oddělení nadzemní části rostliny nad povrchem půdy (vše určuje výška strniště). Po mulčování rostliny brukvovitých druhů již neregenerují. Problémem jsou polehlé porosty, kdy při mulčování dochází mnohdy jen k defoliaci, či částečnému rozdrčení lodyh. Polehlé rostliny vykazují po mulčování rozdílnou schopnost regenerace. Mulčování porostů lze jednoznačně považovat za energeticky a ekonomicky náročný proces. Z energetického hlediska se mulčování vyznačuje vysokými nároky na spotřebu pohonných hmot při menším plošném výkonu pracovních souprav. Z ekonomického hlediska lze mulčování ve vztahu ke spotřebě pohonných hmot a nákladů na údržbu mulčovačů považovat rovněž za méně efektivní.

Alternativou mulčování jsou dnes systémy řezných válců. Využití řezných válců lze zahrnout do kategorie systémů zajišťujících mechanické poškození biomasy nad povrchem půdy, či do systémů zajišťujících poškození, či rozdrčení, nadzemní biomasy se souběžným efektem velmi mělkého zpracování půdy. Efekt zásahu ve vztahu k nadzemní biomase a povrchovému efektu na půdu je závislý na přítlaku na řezné válce, hmotností řezných válců a geometrií nožů řezných válců (úhel nožů řezných válců). Brukvovité druhy se vyznačují vyšší křehkostí nadzemní biomasy od fáze listové růžice až po fázi začátku kvetení. Při použití řezných válců je biomasa efektivně rozřezána či zalomena. Při vstupu rostlin do fáze tvorby generativních orgánů, či u biomasy vzniklé při nouzovém dozrávání, může být efekt drcení omezen z důvodu lignifikace biomasy. Obrázek 96 dokládá rozdílné systémy konstrukce řezných válců, které lze použít pro regulaci brukvovitých meziplodin.



Obr. 96: Rozdílné systémy konstrukce řezných válců, které lze použít pro regulaci brukvovitých meziplodin (foto Brant).

Velmi rozšířeným způsobem regulace porostů je jejich zapravení do půdy při jejím zpracování. Z hlediska zemědělské praxe jsou dobře známé systémy zapravení porostů při orbě, hlubším a mělkém kypření. Z hlediska nových technických postupů je však potřebné zmínit systémy velmi mělkého kypření půdy využívajících principu podřezávacích radlic s malým elevačním efektem. Princip práce spočívá v mělkém podříznutí rostlin v hloubce 40 až 100 mm, které přispívá k zásadnímu omezení regenerace rostlin. Při kypření jsou rostliny podříznuty v místě pod kořenovým krčkem. Tento zásah zásadním způsobem eliminuje regeneraci brukvovitých druhů, včetně druhů vytvářejících ztloustlý kořen (ředkev olejná, obr. 97). Při podříznutí dochází k ponechání nadzemní biomasy na povrchu půdy a k tvorbě mulče. Obrázek 98 dokumentuje zpracování půdy strojem firmy Treffler při jarní mechanické regulaci regenerujících meziplodin a plevelů.



Obr. 97: Při mělkém kypření půdy s využitím podřezávacích radlic lze při vhodných půdních podmínkách efektivně regulovat i rostliny ředkve olejné (foto Brant).



Obr. 98: Mělké podříznutí porostů mezipločin a plevelů na jaře, které omezí případnou regeneraci rostlin (foto Brant).

13.4. Regulace nízkými teplotami

Mezi druhy, které citlivě reagují na pokles teploty (pod 6–8 °C) ukončením vegetace ve všech růstových fázích patří čiroky a béry, teplomilnější brukvovité druhy (hořčice sareptská a černá, katrán habešský). K obdobným teplotám jsou citlivé i rostliny mastňáku habešského. Mladé rostliny hořčice bílé do fáze BBCH 6 vymrzají na podzim většinou spolehlivě. Větší odolnost vůči mrazu vykazují rostliny hořčice na počátku prodlužovacího růstu, a část rostlin je schopna i přezimovat. K nízkým teplotám (pod 4 °C) jsou naopak citlivé rostliny hořčice bílé od druhé poloviny prodlužovací fáze do fáze kvetení. Specifické je využití vymrznutí u rostlin ředkve olejné. U rostlin, které vytvořily silnější kořen (průměr v místě ztloustnutí převyšuje 30 mm), dochází jen k odumření nadzemní části, ale na jaře dochází k regeneraci rostlin z kořenů. Riziko přezimování lze očekávat u rostlin lničky seté vysetých jako strniskové, či pozdní podzimní výsevy.

14. Brukvovité jako zaplevelující rostliny

V souvislosti s častějším zařazováním meziplodin do osevních postupů se začínají projevat i některé negativní dopady jejich pěstování. Jakkoliv převládají pozitiva, kdy meziplodiny fungují vysloveně melioračně a kladně působí jak na půdu, tak i na následnou plodinu, stejně jako na biodiverzitu, je jejich pěstování spojeno i s určitými riziky. Kromě často zmiňovaného „přesušování“ půdy v obdobích sucha se můžeme na řadě pozemků setkat i s tím, že rostliny meziplodiny se uplatní i v následném porostu, kde coby zaplevelující rostliny plodinně konkurují (obr. 99).

U brukvovitých plodin je velmi dobře vidět, jak významný může výskyt zaplevelujících rostlin být. Je to právě ozimá řepka, která se díky bezprecedentnímu nárůstu osevních ploch této olejninu stala jednou z nejvýznamnějších rostlin, jejichž výdrol silně konkuruje plodině, ve které následně vzhází. Kromě konkurence, a tedy snižování výnosu plodiny, případně kvality sklizeného produktu (vlhkost apod.) je zde také aspekt fyto-sanitární – při výskytu výdrolu se v podstatě daná plodina na pozemku objevuje častěji, než odpovídá jen jejímu prostému zařazení do osevního postupu. Díky tomu se vytvářejí příznivější podmínky pro její choroby a škůdce, kteří mohou snadněji přežít a při dalším zařazení se škodlivěji uplatnit.

V případě meziplodin jako zaplevelujících rostlin se uplatňují především faktory (Holec, 2020), jako jsou: určitý podíl semen po zasetí nevyklíčí a může přežít v půdě; vegetace meziplodiny není dostatečně ukončena a část rostlin přežije; vegetace meziplodiny je ukončena příliš pozdě a na rostlinách již jsou plně vyvinutá semena, která buď okamžitě vzházejí, nebo vytvoří půdní zásobu; v případě množitelských porostů dochází ke sklizňovým ztrátám.



Obr. 99: Silný výskyt zaplevelující hořčice bílé v ozimé pšenici. Rostliny hořčice vzešly již na podzim a vzhledem k mírnému průběhu zimy nevmrzly (foto Holec).

14.1. Nevyklíčená semena

U klasických polních plodin bylo dlouhodobým výběrem a šlechtěním dosaženo toho, že jejich semena či plody mají jen minimální či žádnou primární dormanci, takže mohou klíčit hned po dozrání, klíčí hromadně a vyrovnaně (viz kapitola o dormanci). V případě meziplodin se často jedná o druhy, které tímto směrem tak silně prošlechtěné nejsou, takže část semen po vysetí nemusí vyklíčit. Typické je to především u jetelovin, kde se setkáváme s tvrdoslupečností – určitý

podíl semen má osemení nepropustné pro vodu a klíčí až po delším uložení v půdě. Semena, která ihned nevyklíčí, mohou následně přejít do sekundární dormance a setrvat v půdě delší dobu životná. Zatímco u meziplodin typu ovsu, hrachu nebo hořčice bílé naprostá většina semen rychle vzejde a později již v následných porostech či dokonce v dalších letech prakticky nevzcházejí, už u tak často pěstovaného druhu, jako je svazenka vratičolistá, je situace jiná. I když i zde bývá klíčivost vysoká a blíží se 100 %, malá část semen klíčí až v následujícím roce, což je dobře patrné při jejím využití jako vymrzajícího mulče. I po řádném vymrznutí porostu svazenky, který nevykvetl, a tedy nemohl vytvořit semena, se v následujícím roce setkáváme na pozemku s klíčními rostlinami svazenky.

U většiny brukvovitých druhů, které jsou pěstovány jako meziplodiny, je toto riziko nízké. Vyznačují se vysokou a rychlou klíčivostí a za běžných podmínek všechna životná semena dávají vznik klíčními rostlinám. Výjimkou mohou být případy, kdy semena z nějakého důvodu ihned klíčit nemohou – například z důvodu přílišného sucha, nebo jsou uložena příliš hluboko do půdy. V takovém případě může dojít k indukci sekundární dormance a po obnovení příznivých podmínek tato semena nemusejí vyklíčit, i když jsou plně životná.

14.2. Nedostatečné ukončení vegetace

Ať už je vegetace meziplodin ukončena mrazem, herbicidem či mechanicky – mulčováním, zpracováním půdy, nemusí být kvalita tohoto zásahu, včetně vlivu nízké teploty, dostatečná k umrtvení všech jedinců. S tímto problémem se setkáváme především v důsledku mírných zim – i relativně citlivé rostliny vymrzají až po poklesu teploty pod $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, řada druhů vyžaduje pro dokonalé umrtvení mrazem teploty ještě nižší. Mírné zimy posledních let tak umožnily přežít i těm druhům meziplodin, u nichž se jinak s vymrznutím počítá. Například v roce 2020 na jaře jsme tak na polích mohli vidět rostliny svazenky či hořčice bílé, které zimu bez problémů přežily i v poměrně vysoké vývojové fázi a brzy z jara pokračovaly ve vegetaci. Podobně se setkáváme s rostlinami meziplodin, které přečkají zapravení do půdy. Práce stojů není vždy dostatečně kvalitní, ne vždy dojde k dostatečnému mechanickému poškození rostlin či jejich zaklopení a jedinci, kteří přežijí, se mohou silně uplatnit jako zaplevelující rostliny v následných porostech, protože oproti vyseté plodině již mají náskok ve vývoji.

14.3. Pozdní ukončení vegetace

Dojde-li k ukončení vegetace v době, kdy má meziplodina již dostatečně vyvinutá semena, může v příštích letech nastat značný problém s jejich intenzivním vzcházením v následných plodinách. To je problém především u druhů s dlouhou fází kvetení, kdy rostlina ještě kvete, listy neopadávají a zůstávají zelené, ale zároveň první plody již dozrávají. Takovou plodinou je například pohanka, která může kvést 3 až 4 měsíce v kuse. Při běžném pohledu se tedy nejeví potřeba ukončit vegetaci a následně se do půdy dostanou plně vyvinutá semena.

Podobný problém často nastává v případě ředkve olejné, kdy plody jsou stále živě zelené, bez jakýchkoliv známek dozrávání, ale semena uvnitř jsou již plně vyvinutá a v půdě po zapravení přežívají několik let. Velké problémy pak způsobují v zelinářských osevních postupech a v porostech raných brambor s omezenou herbicidní ochranou (obr. 100). Právě v bramborách může ředkev olejná vzešlá z půdní zásoby vytvářet husté porosty mohutných rostlin, které plodině silně konkurují.

U jednodruhových výsevů není problém sledovat vývojové fáze a včas přikročit k ukončení vegetace. V případě často pěstovaných směsí meziplodin je ale poměrně časté, že každý z použitých druhů se nachází v jiné vývojové fázi. V době, kdy pozdnější druhy teprve začínají kvést, jsou ty ranější již odkvetlé a vytvářejí semena. K typicky raným druhům patří hořčice bílá,



Obr. 100: Ředkev olejná vzešlá z půdní zásoby bramborům silně konkuruje. Ředkev byla na pozemku pěstována jako meziplodina a její porost byl zapraven do půdy v době, kdy semena byla již zralá (foto Holec).

kteřá ve směsích kvete velmi brzy. V době, kdy například svazenka je v plném květu, začínají již první šešule dozrávat. Stejně tak luskoviny či jeteloviny kvetou později. Proto směr meziplodin po dlouhou dobu vypadá, že v ní převažují rostliny v ranějších fázích, i když některé druhy již dozrávají. Po ukončení vegetace již mají plně vyvinutá semena, která po zapravení do půdy mohou vytvořit půdní zásobu a vzházet v následných plodinách.

14.4. Množitelské porosty

Častější zařazování meziplodin vyžaduje větší množství dostupného osiva, a tedy více množitelských ploch osetých těmito druhy. Žádná sklizeň není bezztrátová, snahou samozřejmě je ztráty minimalizovat, zcela vyhnout se jim ale nejde. Část semen vypadává již před sklizní, jejich množství se zvyšuje s tím, jak se termín sklizeň opoždí. Velký vliv na množství těchto předsklizňových ztrát mají povětrnostní vlivy – vítr, prudký déšť, kroupy, ale i zdravotní stav porostu a aktivita živočichů, například plectva. K dalším ztrátám pak dochází během sklizeň – vlivem pohybu rostlin a otřesů část semen vypadává v bezprostřední blízkosti sklízecí mlátičky, část se dostává do posklizňových zbytků, které mlátičku opouštějí, k dalším ztrátám dochází při manipulaci se sklizeným produktem ještě na pozemku (vyprazdňování mlátičky, odvoz). Moderní sklízecí a přepravní technika tyto ztráty oproti minulosti výrazně snížila, přesto k nim (i když v mnohem menší míře) stále dochází a docházet bude. Část tohoto výdrolu vzejde na strništi či po provedení podmytky, ale jak bylo uvedeno výše, u vybraných druhů meziplodin se nemusí podařit přinutit ke klíčení všechna semena. Zvláště, dojde-li rychle k jejich zapravení hlouběji do půdy, kde mají lepší podmínky pro dlouhodobé přežívání. V následných plodinách je pak potřeba počítat s možností jejich vzházení a mít připravená jak preventivní, tak i přímá opatření k potlačení jejich výskytu a možné škodlivosti. Jak již bylo uvedeno, na příkladu běžně pěstované řepky velmi dobře vidíme, že toto riziko je opravdu vysoké a rostliny z výdrolu musejí být nákladně a často i relativně komplikovaně regulovány. Při absenci regulace či jejím selhání pak hrozí značná ztráta na výnosu následné plodiny.

Tak, jak se budou meziplodiny pěstovat na dalších pozemcích a budou častěji zařazovány v rámci osevního postupu, bude jejich význam coby možných zaplevelujících rostlin stoupat. Vhodným výběrem druhů (preferovat ty, u nichž je toto riziko nízké), pečlivou agrotechnikou (řádný způsob setí, řádné ukončení vegetace), případně vhodným ošetřením strniště je možné toto riziko minimalizovat a soustředit se na přínosy, které tyto rostliny půdě, plodinám i ostatním organismům na poli přinášejí.

14.5. Prevence výdrolu na příkladu ozimé řepky

Význam řepky jako mezíplodiny se snižoval úměrně jejímu nárůstu ploch coby hlavní plodiny (před sto lety uvádějí statistiky výměry osevních ploch řepky na území dnešní ČR jen v desítkách hektarů, poslední desetiletí se pohybují mezi 300 až 400 tis. ha). Přesto i dnes se s řepkou jako mezíplodinou můžeme setkat. Hlavním zdrojem výdrolu však stále jsou klasické produkční plochy řepky. Vzhledem k snadnému přežívání semen řepky v půdě se z ní rychle stala jedna z nejvýznamnějších zaplevelujících rostlin v osevních postupech. Připomeňme, že výdrol obilnin, který je významný svým výskytem naopak v porostech řepky, se může uplatnit jen v bezprostředně následující plodině – běžné druhy obilnin schopnost přežít v půdě nemají.

Řepka z výdrolu vzchází často i v obilninách, vzhledem k pomalejšímu počátečnímu vývoji a menší konkurenční schopnosti v raných vývojových fázích v jejich porostech nezpůsobuje závažnější problémy, navíc ji lze snadno regulovat chemicky. Zcela jiná situace je ale u okopanin, hlavně u brambor a cukrovky. Zde řepka mnohdy hromadně vzchází, silně plodině konkuruje a komplikuje sklizeň. Ochrana již tak jednoduchá jako v případě obilnin není, řepka vzchází rozvěkle, někdy nestačí ani tři s odstupem následující aplikace herbicidů. Stejně tak vzchází i v kukuřici (obr. 101), kde i přesto že se jedná o rostliny ve sterilní fázi, dorůstá výšky kolem jednoho metru. Právě v kukuřici ozimá řepka někdy i vykvétá, i přesto, že vzešla až na jaře. Často se se zaplevelující řepkou můžeme setkat i v porostech máku nebo hořčice, kde její regulace značně komplikovaná.



Obr. 101: Zaplevelující řepka na okraji porostu kukuřice. I přesto, že se jedná o ozimou řepku, je část rostlin schopna v porostu kukuřice vykvést (foto Holec).

Jednou z příčin častého výskytu řepky jsou vysoké sklizňové ztráty. I když procento ztrát bývá nízké, vzhledem k nízké HTS je množství semen, která během sklizně vypadnou na povrch půdy, značně vysoké. Sklizňové ztráty 3 000 – 3 500 semen/m² nejsou v podmínkách střední Evropy výjimkou, i když budeme předpokládat jen malý podíl semen, která v půdě přežijí, znamená to početné populace rostlin výdrolu i bez dalšího obohacení půdní zásoby po dobu několika let. Lutman a kol. (2003) sledovali v polních podmínkách přežívání semen řepky v půdě. Po 4 měsících bylo životných jen 0,2-3,8 % řepkových semen, s tím, že v dalším období byl pokles již jen minimální. To se potvrdilo i v následujících pokusech, kde po 136 měsících (více než 11 let) bylo nalezeno v průměru 1,8 % živých semen. Zde však šlo o podmínky bez narušování půdy. Pokles počtu semen v půdě o 95 % nastal po 15-39 měsících, konkrétní doba závisela především na odrůdě, posklizňovém zpracování, systému kultivace pozemku

v následujících letech a půdních podmínkách. Simard a kol. (2002) zjišťovali intenzitu výskytu a perzistenci zaplevelující řepky v Quebecu. Na 90 % ze sledovaných 88 pozemků, na kterých byla v předchozích letech řepka zařazena, ji také jako zaplevelující rostlinu zaznamenali. Vyskytovala se v širokém spektru plodin, zahrnujícím obilniny, kukuřici a sóju (obr. 102). Rostliny řepky jsou běžně nacházeny v následných plodinách i po čtyřech a pěti letech od posledního pěstování. Vysoký stupeň zaplevelení řepkou (9,8 rostlin na m²) byl zjištěn i na pozemcích zařazených do systému bez zpracování půdy, což dokládá, že semena řepky mohou vstoupit do sekundární dormance i bez zapravení do půdy.

Bezprostředně po sklizni nevykazuje řepka téměř žádnou primární dormanci. Sekundární dormance však bývá indukována po zapravení semen do půdy, kdy dochází ke vzniku trvalé půdní zásoby semen. Pekrun a kol. (2006) uvádějí, že ze sklizňových ztrát vyklíčilo během léta a podzimu 19 - 70 % semen. Podíl semen, která nevyklíčila a vstoupila do stavu dormance, se pohyboval v závislosti na počasí mezi 0-29 % v sušších letech a 0-5 % v letech vlhčích.

Gruber a kol. (2004a) sledovali různé způsoby úpravy pozemku po sklizni ve srovnání s variantou zcela bez zpracování. Podmítka bezprostředně po sklizni, následovaná hlubším zpracováním půdy (orba nebo hlubší kypření) před setím následné plodiny vedla průměrně ke vzniku půdní zásoby 586 semen/m² po orbě a 246 semen/m² po kypření. Byla-li podmítka provedena opožděně (4 týdny po sklizni řepky) s následnou orbou, půdní zásoba dosahovala hodnot pouze 76 semen na m². Varianta bez zpracování půdy nevedla ke vzniku žádné půdní



Obr. 102: Zaplevelující řepka v porostu sóji. V případě, že nebude použita desikace, budou mohutné a stále vegetující rostliny řepky zvyšovat vlhkost sklizeného produktu (foto Holec).

zásoby. Přesto, když bylo sledováno uplatnění rostlin z výdrolu přímo v bezprostředně následující plodině, varianta bez zpracování půdy se v tomto pokuse ukázala být nejproblematičtější – část rostlin řepky, vzešlých po sklizni, přežila ošetření pozemku herbicidem a v založeném porostu ozimé pšenice se tyto mohutné rostliny projeví jako konkurenčně velmi silné.

Za nejvýznamnější preventivní opatření je třeba považovat minimalizaci sklizňových ztrát. Znamená to hlavně sklízet porosty v optimálním termínu (jak co do zralosti, tak počasí), používat přípravky omezující vypadávání semen ze šešulí (značná část semen vypadává ještě před sklizní, další pak během sklizně před průchodem sklízecí mlátičkou) a vhodné seřízení sklízecích strojů (Kohout, 1996). Úplně se ztrátám během sklizně vyhnout nemůžeme. Je ale potřeba, aby co nejvíce vypadáných semen vyklíčilo v meziporostním období. Obecně platí, že čím dříve po sklizni a čím hlouběji jsou semena zapravena do půdy, tím méně jich vyklíčí a tím více jich zde dlouhodobě přežívá. Ukazuje se, že velký význam pro prevenci vzniku půdní zásoby má oddálení termínu zpracování půdy. U řepky je dobré počkat s podmítkou tři týdny po sklizni. Množství semen během této doby na povrchu půdy vyklíčí, další jsou inaktivována

působením biotických a abiotických faktorů. Následně se pozemek podmítne, čímž je další část semen podnícena ke klíčení. Toto však nelze praktikovat v případě sucha, kdy je naopak výhodnější provést mělkou podmítku, aby se semena dostala do podmínek s větším množstvím vláhy, a tedy příznivějších pro klíčení a vzházení. Při zakládání porostu následně plodiny se v případech, kde je to možné, doporučuje vynechat orbu a zpracování půdy omezit jen na mělké kypření (Holec a kol., 2003).

Gruber a kol. (2004b) uvádějí, že v jejich pokusech 15 – 20 % semen vzešlo ještě před provedením základního zpracování půdy. Zvoleno bylo zpracování půdy s vysokým rizikem vzniku půdní zásoby, do které v tomto případě přešlo až 11 % semen ze sklizňových ztrát, především s výskytem ve vrstvě 0,1 až 0,2 m pod povrchem půdy. Ukazuje se, že velký význam pro prevenci vzniku půdní zásoby má oddálení termínu zpracování půdy.

Pekrun kol. (2006) uvádějí, že oddálení následného zpracování půdy na dobu 4 týdnů po sklizni se ve všech případech projevilo ve značné redukcii počtu semen, vstupujících do půdní zásoby. V jejich pokusech nebyl v tomto případě zaznamenán rozdíl mezi orbou a kypřením bez obracení půdy. Stejně tak nebyl zaznamenán vliv na výnos následné ozimé obilniny.

Jestliže byl pozemek po sklizni řepky bezprostředně podmítnut, výsledkem bylo 4 – 29 % semen z celkového počtu sklizňových ztrát, která přešla do trvalé půdní zásoby. V případě, že podmítka byla prováděna s dostatečným odstupem od sklizně, podíl semen z výdrolu, která vstoupila do půdní zásoby, se snížil na 0-3 %. Zatímco v případě přímého setí a základního zpracování půdy pomocí kypření se většina semen nacházela ve svrchní vrstvě půdy, po orbě byla většina semen přemístěna do spodních vrstev. Zatímco mělké zpracování mělo za následek silné zaplevelení bezprostředně následující plodiny, orba silně zvyšovala riziko vzházení zaplevelujících rostlin v dalších letech (Gruber a kol., 2005).

Stejně tak je vliv způsobu zpracování půdy na množství vzházejících rostlin z výdrolu v následných plodinách rozhodující i v případě jarní řepky. Zatímco po orbě je množství rostlin, vzešlých v následné jarní pšenici nejnižší, přímé setí do nezpracované půdy vede v důsledku výskytu rostlin řepky, které přežijí tuto operaci, k nejvyšším hustotám výskytu v následné plodině (Lawson a kol., 2006).

Vzhledem k stále poměrně častému výskytu zaplevelující řepky na našich polích je jasné, že i když jsou tyto postupy již delší dobu známé, ne vždy se povede vzniku půdní zásoby zabránit. Ať již je řepka pěstována jako hlavní plodina či meziplodina, vždy bychom měli mít na paměti možnost škodlivosti jejího výdrolu a snažit se přijmout taková opatření, která vznik půdní zásoby neumožní. Stejně bychom pak měli přistupovat i k množitelským porostům ostatních druhů brukvovitých meziplodin, kde je oproti jejich běžným porostům riziko vzniku půdní zásoby a následného zaplevelení mnohem vyšší.

15. Choroby a škůdci brukvovitých meziplodin

Výskyt chorob a škůdců v porostech meziplodin je ve srovnání s fyto-sanitárními riziky v monokulturních porostech hlavních plodin standardně vysévaných v optimálních agrotechnických termínech a setrávajících na pozemku do sklizně hlavního produktu odlišný. Mezi hlavní rizika zvyšující možnosti poškození porostů zvýšeným výskytem škodlivých organismů v porostech brukvovitých meziplodin patří:

1. Zakládání porostů během celé délky vegetace, tedy od konce března až případně do první dekády října.
2. Působení abiotických stresorů na porosty (chlad, sucho, zastínění apod.), včetně rizika deficiencie výživy (systémy bez cílené podpory růstu meziplodin aplikací živin – minerálních nebo organických), při rozdílných termínech výsevu během vegetace.
3. Výskyt plevelů vzházejících z půdní zásoby celoročně a u strniskových meziplodin především výdrol obilní předplodiny. Plevel konkuruje meziplodinám v prostoru, světle, vodě a živinách.
4. Zjednodušený systém zakládání porostů meziplodin - rozdílné zpracování půdy, systémy plošných výsevů na povrch půdy apod.
5. Výskyt houbových chorob kořenového systému (verticiliové vadnutí řepky – původce houby rodu *Verticillium* sp.). Infekce probíhá z půdy z odumírajícího kořenového systému sklizené hlavní plodiny.
6. Pěstování ve směsích výrazně modifikuje podmínky pro rozvoj chorob a škůdců.

Výskyt chorob a škůdců na brukvovitých plodinách, které celosvětově představují významnou skupinu kulturních druhů, je velmi dobře zmapován. Zásadním problémem pro implementaci těchto informací do podmínek střední Evropy je však rozdílnost půdně-klimatických podmínek, pro které jsou údaje dostupné. Značná část brukvovitých druhů, které jsou v Evropě využívány jako meziplodiny, jsou primárně jako hlavní plodina pěstovány v Americe, Africe a v Asii.

Na brukvovitých plodinách se napříč druhy vyskytují podobné houbové choroby i obdobní škůdci. Přesto lze vysledovat zvýšený výskyt konkrétních patogenů na jednotlivých druzích. Míra poškození úzce souvisí s tlakem škůdců v konkrétních podmínkách prostředí. Jak již bylo uvedeno výše, významnou roli hrají stresové faktory (např. sucho, zastínění, tlak plevelů apod.), které oslabí rostliny a umožní větší rozvoj chorob nebo napadení škůdci. Konkrétní podmínky na stanovišti v interakci s kondicí a fází vývoje porostu rozhodují také o míře poškození rostlin. Např. výsevy jarních brukvovitých rostlin v časně raných termínech jsou často výrazně méně poškozovány dřepčiky než výsevy pozdější. Dřepčici rodu *Phyllotreta* se rychle šíří při vyšších teplotách. To je třeba brát na zřetel právě v případě využití brukvovitých druhů jako meziplodin, tedy s dobou výsevu většinou zcela mimo agrotechnický termín. Dochází-li při pěstování brukvovitých meziplodin ke vstupu rostlin do fáze kvetení, zásadním způsobem se otevírá prostor pro tvorbu „kvetoucích mostů“, které umožní škodlivým organismům získávat potravní zdroje nepřetržitě v ve velkém množství.

Problematiku výskytu chorob a škůdců u brukvovitých druhů však nelze omezit jen na samotné porosty meziplodin, ale opomenout nelze ani semenářské porosty. U některých brukvovitých druhů lze předpokládat, že jejich zařazení do osevních postupů jako hlavních plodin bude primárně spojeno s produkcí osiva pro zakládání mimoprodukčních pokryvů na orné půdy, včetně meziplodin.

Škodlivé organizmy při pěstování brukvovitých meziplodin

Založené porosty brukvovitých meziplodin budou podporovat rozvoj půdního patogena *Plasmodiophora brassicae* (původce nádorovitosti kořenů brukvovitých), hraboše polního a plžů několika druhů. Tyto škodlivé organizmy budou negativně ovlivňovat nejen zaseté meziplodiny, ale i následné plodiny a plodiny rostoucí na okolních honech.

Plasmodiophora brassicae (původce nádorovitosti kořenů brukvovitých) je patogen (obr. 103), který znehodnocuje zamořené pozemky na řadu let. Jako hostitele využívá brukvovité rostliny, a to nejen kulturní, ale i plané. Pokud je pozemek nádorovitostí zasažen, je třeba z osevních sledů zcela vypustit brukvovité plodiny (kromě možnosti pěstovat rezistentní materiály – např. rezistentní odrůdy řepky ozimé). To se plně týká i meziplodin. Jedinou výjimkou by mohlo být pěstování brukvovitých rostlin, kdy realizujeme zaorání porostů do pěti týdnů po vzejití, aby nemohlo dojít k dokončení vývojového cyklu patogena.



Obr. 103: Projev nádorovitosti kořenů brukvovitých (foto Kazda)

Plži – slimáček polní, slimáček sítkovaný, plzák španělský

Meziplodiny poskytují plžům vynikající zdroje potravy a možnost úkrytu. Plži způsobují okénkový a okrajový žír na listech. Silnější žilky zůstávají zachovány. Na kořenech jsou často hluboké otvory. Typické jsou dlouho viditelné lesklé slizové stopy na rostlinách nebo půdě. V meziplodinách je vhodné aplikovat moluskocidy pro potlačení jejich výskytu. Před výsevem následné plodiny je nutné provést zpracování půdy do hloubky minimálně 15 cm a dokonalé zapravení posklizňových zbytků.



Obr. 104: Některé brukvovité druhy poskytují hraboši polnímu do fáze prodlužujícího růstu výborný zdroj potravy a velké listy je chrání před přirozenými nepřáteli (foto Kazda)

Hraboš polní

Některé brukvovité meziplodiny (ozimá a jarní řepka, řepice a ředkev olejná) poskytují hrabošům (obr. 104) až do fáze prodlužujícího růstu výborný zdroj potravy a velké listy je chrání před přirozenými nepřáteli (dravci, sovy). Hraboši výborně přežívají i v brukvovitých meziplodinách i v zimě v hlubokých norách. V jarním období nebo po likvidaci meziplodiny hraboši rychle migrují na okolní plodiny, které mohou vážně poškodit. Plochy, kde rostly meziplodiny s výskytem hrabošů by měly být po jejich likvidaci hluboce orány nebo použity podryváky do hloubky 0,25 – 0,3 m. V této hloubce se vyskytují hnízda hrabošů.

Přestože se jedná o zástupce jedné čeledi, lze i mezi jednotlivými druhy nalézt rozdíly z hlediska výskytu chorob a škůdců. Rozdílná rizika výskytu chorob a škůdců u vybraných brukvovitých meziplodin dokumentuje tabulka 48.

Tab. 48: Riziko výskytu chorob a škůdců u vybraných brukvovitých druhů meziplodin na základě sledování OSEVA PRO Opava.

| rostlinný druh | škodlivý činitel | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------|--------------------|---------------|-------|-------|-----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|---------------|
| | houbové choroby | | | | | | | hmyzí škůdci | | | | | | | |
| | fomové černání stonku řepky | bílá hniloba řepky | plíseň zelená | padlí | černé | plíseň bělostná | plíseň šedá | dřepčíci | blyskáček řepkový | krytonosci | pliatka řepková | bajlomorka kapustová | mšice (virózy) | květlíka řepná | osenice polní |
| řepka ozimá | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| řepka jarní | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| řepice ozimá | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| řepice jarní | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| hořčice bílá | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| hořčice černá | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| hořčice sarapetská | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Inička setá | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ředkev olejná | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| katrán habešský | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| roketka setá | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

■ vysoké riziko výskytu

■ střední riziko výskytu

■ nízké riziko výskytu

Řepka olejka - ozimá

Při podzimních výsevech ozimé řepky jako meziplodiny, kde se používá jako komponent k podzimním výsevům trav, či obilních druhů za účelem zvýšení druhové pestrosti směsí, lze předpokládat obvyklý výskyt chorob a škůdců jako u produkčních porostů ozimé řepky. Častěji se však začínáme s ozimou řepkou setkávat při jarních výsevech, které se vyznačují omezeným vstupem ozimé řepky do fáze kvetení. Při jarním výsevu ozimé formy řepky dochází k růstu silných stonků a mohutných listů, naopak dochází k omezené tvorbě květů a k omezené tvorbě semen. Na rostlinách byl zaznamenán nižší výskyt houbových chorob (fomové černání stonku řepky - původce houba *Leptosphaeria maculans*), bílá hniloba řepky (původce houba *Sclerotinia sclerotiorum*), což zjevně souvisí s opožděním vegetace a mohutným růstem

Řepka olejka - jarní

I při pozdnějších výsevech přecházejí rostliny do květu, které jsou však velmi poškozovány blyskáčkem. Při pozdějších výsevech (vyšší teploty) jsou rostliny silně poškozovány dřepčíky rodu *Phyllotreta* během celé vegetace. Nejvíce nebezpečné jsou požerky na začátku vývoje

rostlin, zejména na děložních listech. Je-li vývoj rostlin zpomalen suchem, může docházet k usychání rostlin. Mohutné listy často poškozují housenky motýlů (osenice polní, mūra kapustová, mūra zelná, zápředníček polní, bělásek zelný). Na stonku a horních listech velmi často saje ve velkých koloniích mšice zelná. Rostliny mohou být poškozovány fomovým černáním stonku řepky i bílou hnilobou řepky (obr. 105). U semenářských porostů jsou šešule napadány černěmi společně s plísní zelnou. Problémem je i poškození larvami bejlomorky kapustové, které způsobují deformace a praskání šešulí.



Obr. 105: Přítomnost bílé hniloby řepky na rostlinách (foto Kazda)

Řepice ozimá a jarní

Riziko napadení škodlivými organizmy je při podzimních výsevech obdobné jako u ozimé řepky. Porosty jsou však ve srovnání s řepkou ranější, s tím je spojeno i vyšší napadení škůdci. U rostlin dochází k výskytu mšic, který je spojen s přenosem viróz. Virózní rostliny se vyznačují zakrnělým růstem, chlorózami apod. Virózami oslabené rostliny často vyzimují, po přezimování je u nich rychlý přechod do generativní fáze.

Jarní forma je plastičtější než ozimá forma, většinou se vyznačuje lepším zdravotním stavem než jiné jarní brukvovité druhy. Klíčící rostliny jsou silně poškozovány dřepčíky rodu *Phyllotreta*. Květy jsou rovněž silně poškozovány blýskáčky, stejně tak děložní lístky dřepčíky.

Hořčice bílá

V raných růstových fázích se většinou vyznačuje dobrým zdravotním stavem. Intenzivnější poškození způsobuje žír housenic pilatky řepkové (obr. 106) ve všech fázích vývoje rostliny. U pilatky řepkové lze předpokládat výskyt i na dalších druzích rohu hořčice. Na konci vegetace, tedy u rostlin nacházejících se v generativní fázi, lze zaznamenat výskyt fomového černání stonku řepky a bílou hnilobou. Vlhké počasí v době dozrávání rostlin je spojeno s výskytem černí, ke kterému přispívá polehnutí porostů.



Obr. 106: Housenice (vlevo) a dospělec (vpravo) pilatky řepkové na rostlinách hořčice bílé (foto Kazda).

Hořčice sareptská

Klíčící rostliny jsou opět silně poškozovány dřepčíky, kteří preferují nejmladší listy. Při silném tlaku je však přítomnost intenzivního žiru dobře patrná i na plně vyvinutých listech. Ve fázi prodlužovacího růstu lze zaznamenat i u hořčice sareptské výskyt padlí. Šešule jsou opět napadány černěmi, které se po napadení deformují a pukají.

Hořčice černá

Většinou se rostliny vyznačují velmi dobrým zdravotním stavem v raných etapách vývoje. Porosty jsou s rozdílnou intenzitou napadány dřepčíky rodu *Phyllotreta*. Na začátku kvetení jsou rostliny napadány blýskáčkem. Na konci vegetace jsou rostliny s rozdílnou intenzitou napadány fomovým černáním stonku řepky a bílou hnilobou. Intenzita napadení je závislá na průběhu počasí a mnohdy se jedná o ohniskový výskyt. Konec vegetace a vlhké počasí je spojeno s rozvojem černí.

Lnička setá

Poškození mladých rostlin dřepčíky (v časně jarních výsevech) je ve srovnání s ostatními brukvovitými druhy výrazně menší. Kvetoucí rostliny vykazují i menší napadení blýskáčkem. V období kvetení se na rostlinách objevuje plíseň šedá a bělostná. V závěru vegetace se u rostlin ve fázi zralých plodů ojediněle objevuje fomové černání stonku řepky a bílá hniloba.

Ředkev setá

Rostliny se obecně vyznačují velmi dobrým zdravotním stavem. Díky rychlé dynamice růstu jsou za příznivých podmínek k růstu rostliny schopny kompenzovat pozerky způsobené dřepčíky rodu *Phyllotreta*. U semenářských porostů může docházet k výraznému poškození pupat. V pozdějších růstových fázích dochází k ojedinělému napadení fomovým černáním stonku řepky. Rozvoj plísně zelné a černí je spojen s vlhkým průběhem počasí a dominantně jej lze očekávat u polehlých porostů.

Katráň habešský

Obecně se vyznačuje malým napadením dřepčíky rodu *Phyllotreta*. Při vývoji rostlin za sucha však může být poškození dřepčíky velmi výrazné. Dozrávající rostliny vykazují silnou náchylnost k napadení fomovým černáním stonku řepky

Roketa setá

Pozerky dřepčíky rodu *Phyllotreta* na děložních listech u vzházejících rostlin jsou většinou menší, ale poškozovány jsou častěji mladé listy. V době květu dochází k napadení blýskáčky. Výskyt fomového černání stonku řepky je spojen s poléháním rostlin. Rozvoj plísně zelné a černě je opět spojen s vlhkým průběhem počasí a dominantně jej lze očekávat u polehlých porostů.

Rizikové faktory mulče

Z hlediska vlivu mulče brukvovitých meziplodin ponechaného na povrchu půdy ve vztahu k rozvoji chorob a škůdců nejsou dostupné jednoznačné informace. Spíše lze předpokládat, že rychle vytvořená nadzemní biomasa mladých porostů, která bude základem mulče, nebude představovat zásadní fytosanitární rizika. Opomenout nelze ani skutečnost, že biomasa mladých porostů velmi rychle podléhá biologické degradaci. Ponechání rostlin až do období květu nebo ještě déle může vést k ukončení vývojového cyklu u většiny škodlivých organismů.

Mulč vymrzlých brukvovitých meziplodin může být vhodným prostředím pro přežití většiny původců houbových chorob, mimo bílé hniloby řepky. Většina živočišných škůdců může velmi dobře přezimovat mělce v půdě nebo v rostlinném materiálu. Toto prostředí je však rovněž vhodné i pro přezimování užitečných druhů a přispívá k druhové biodiverzitě.

16. Brukvovité meziplodiny a bezobratlí

Zařazování meziplodin do osevních postupů má řadu předností agrotechnických, agrochemických či fytosanitárních. Neméně významný je ale také pozitivní vliv na biodiverzitu na orné půdě – agrobiodiverzitu. Její významnou součástí jsou bezobratlí živočichové, kteří v agroekosystému plní celou řadu ekologických funkcí (obr. 107).



Obr. 107: Pro včelu medonosnou jsou brukvovité rostliny v době květu významným zdrojem potravy (foto Holec).

16.1. Opylovači

Jestliže jsou brukvovité meziplodiny ponechány na pozemku až do doby jejich kvetení, stávají se významným zdrojem potravy pro opylovače a další druhy bezobratlých, kteří se živí pylem a nektarem. Zde je potřeba připomenout, že většina pěstovaných plodin (co do osevní plochy) pro tyto organismy v podstatě žádnou potravu nenabízí (obilniny, cukrová řepa, většina druhů zeleniny, pomineme-li možnost sběru medovice z porostů napadených mšicemi) a jejich porosty pro ně představují značně nepříznivé prostředí. Zde je pro přežívání těchto druhů významný především výskyt plevelů, které kvetou velkou část vegetace a stávají se tak pro opylovače zdrojem potravy. Výskyt plevelů v porostech je však cíleně omezován a setkáváme se i s porosty téměř bezplevelnými. Kvetoucí meziplodiny tak představují velmi atraktivní a hojně využívaný zdroj potravy v zemědělské krajině (obr. 108).



Obr. 108 : Květy brukvovitých jsou oblíbené i u samotářských druhů včel (foto Holec).

Všechny pěstované brukvovité plodiny vytvářejí výrazné květy, lákající hmyz (entomofilní květy). Jejich květy obsahují nektária, která produkují nektar, jenž slouží bezobratlým živočichům především jako zdroj energie (sacharidů). Nejvíce nektaru s nejvyšší koncentrací cukrů produkují rostliny v ranních hodinách, v období sucha množství produkovaného nektaru výrazně klesá.

Obrovskou výhodou brukvovitých meziplodin je to, že mohou začít kvést velmi brzy po začátku vegetace (časně ozimé druhy) a díky postupným výsevům kvetou až do jejího konce – u později zakládaných porostů, které ale ještě stihnou vykvést, je kvetení přirozeně ukončeno v podstatě až příchodem silnějších mrazů. Vhodným naplánováním druhové skladby pěstovaných meziplodin a termínů zakládání jejich porostů můžou tyto druhy poskytovat potravu pro opylovače a další druhy, živící se nektarem a pylem, prakticky po celé vegetační období (s výjimkou časných jarních týdnů). Tabulka 49 udává přehled doby kvetení vybraných druhů brukvovitých plodin při jejich výsevu v agrotechnickém termínu. Ve spodní části uvedené plevelné druhy hořčice polní a ředkev ohnice ukazují, že postupně vzházející rostliny na jednotlivých pozemcích kvetou prakticky kontinuálně až do příchodu mrazů. U meziplodin je možné téhož efektu docílit jejich postupným výsevem.

Tab. 49: Doba kvetení vybraných brukvovitých plodin a plevelů

| rostlinný druh | měsíc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|--|---|----|---|---|-----|---|---|------|---|---|-------|---|---|-----|---|---|----|---|---|
| | IV. | | | V. | | | VI. | | | VII. | | | VIII. | | | IX. | | | X. | | |
| řepice ozimá | ■ | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| řepka ozimá | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| hořčice bílá | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ředkev olejná | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| lnička setá | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| hořčice polní | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ředkev ohnice | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Kvetoucí porosty brukvovitých meziplodin jsou vyhledávány celou řadou druhů hmyzu. Jsou atraktivní jak pro včelu medonosnou, tak i pro celou řadu samotářských včel. Z čmeláků častěji navštěvují brukvovité rostliny především druhy s kratším ústním ústrojím. Velká část druhů opylovačů sbírá nektar či pyl z celé řady rostlin patřících do různých čeledí. Někteří jsou však specializovanější. Druhy blanokřídlých, které výrazně preferují rostliny z čeledi brukvovitých, uvádí tabulka 50. Právě jejich výskyt může být v krajině podpořen pěstováním brukvovitých meziplodin více, než pěstováním rostlin z jiných čeledí.

Tab. 50: Druhy blanokřídlých opylovačů s užší vazbou na brukvovité rostliny (Macek a kol., 2010).

| český název | vědecký název | čeleď | období aktivity |
|----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|
| pískorypka štíhlá | <i>Andrena aciculata</i> | <i>Andrenidae</i> | V.-VIII. |
| pískorypka pyskatá | <i>Andrena labiata</i> | <i>Andrenidae</i> | IV.-VII. |
| pískorypka bělopátná | <i>Andrena ovatula</i> | <i>Andrenidae</i> | V.-IX. |
| kutěnka Perrisova | <i>Ammoplanus perrisi</i> | <i>Crabronidae</i> | V.-VIII. |
| zednice krátkonohá | <i>Osmia brevicornis</i> | <i>Megachilidae</i> | IV.-VII. |
| žahalka šestiskvrnná | <i>Scolia sexmaculata</i> | <i>Scoliidae</i> | VI.-VIII. |

Kromě blanokřídlých jsou květy brukvovitých rostlin navštěvovány celou řadou dalších skupin hmyzu. Z dvoukřídlých jsou to velmi často pestřenky, jejichž dospělci se živí nektarem, zatímco larvy jsou významnými predátory mšic. Dále se na květech často setkáváme se zástupci brouků, motýlů a dalších.

Zatímco v době vrcholného jara, kdy kvetou ovocné dřeviny a řada planých rostlin, je potravní nabídka pro tyto druhy poměrně hojná, během léta a časného podzimu je v zemědělské krajině kvetoucích rostlin výrazně méně. Právě v tuto dobu se kvetoucí meziplodiny ukazují jako velmi důležitý zdroj potravy, což můžeme snadno pozorovat – jejich porosty bývají plné hmyzu a již na dálku doslova bzučí (obr. 109).



Obr. 109: Piskorypka popelavá na květu řepky (foto Holec).

16.2. Predátoři

Výskyt bezobratlých predátorů na orné půdě je značně limitován – po velkou část roku zde nenacházejí vhodnou potravu ani možnosti úkrytu či přezimování (refugia), zároveň bývají citlivější k používaným metodám regulace škůdců. Pěstování meziplodin pro ně výrazně zvyšuje kvalitu prostředí – jejich porosty lákají celou řadu organismů, které jsou přirozenou potravou predátorů, a absence používání přípravků na ochranu rostlin jim zajišťuje přežití a možnosti reprodukce. Díky tomu se v porostech meziplodin můžou namnožit a následně se šířit i na další pozemky, kde mohou pomáhat regulovat výskyt škodlivých druhů hmyzu. Platí, že čím je meziplodina na pozemku ponechána déle, tím je pro predátory (ale i pro další skupiny bezobratlých) významnější.

Kvetoucí meziplodiny poskytují potravu dospělcům dravých druhů hmyzu, ať již predátorům, nebo parazitoidům, kteří zde ve formě nektaru získávají zdroj energie. U řady druhů blanokřídlého hmyzu se živočišnou potravou živí larvy, dospělci konzumují rostlinnou potravu bohatou na cukry. Kvetoucí porosty meziplodin proto lákají řadu dospělců blanokřídlých parazitoidů, jejichž larvy jsou antagonisty hmyzích škůdců. Mezi nejznámější skupiny parazitoidů patří z blanokřídlých lumci, lumčiči, drobněnky. Z dvoukřídlého hmyzu jsou to zástupci čeledi kuklicovití.

Z brouků jsou nápadnou skupinou predátorů, kteří jsou v porostech meziplodin častí, sluněčka. Jak dospělci, tak i larvy se živí mšicemi. Podobně užitečné jsou i zlatoočky a dlouhošijky, predátory nalezneme i mezi dvoukřídlými – nejznámější jsou pestřenky, jejichž larvy dokážou velmi efektivně likvidovat kolonie mšic (obr. 110).

Velmi častý je v porostech meziplodin také výskyt pavouků, kteří zde nacházejí vhodné prostředí. Setkáváme se tu jak s druhy, které vytvářejí sítě, tak i s druhy lovcími na povrchu půdy a rostlin. Pavouci obecně patří na orné půdě k důležitým skupinám predátorů – jsou zde

relativně hojní, jsou aktivní i v chladnějším období a mohou tím populace škodlivých druhů efektivně regulovat. V neposlední řadě je třeba zmínit dravé druhy roztočů. Ty napadají nejen jiné roztoče, ale i drobnější druhy hmyzu, jeho larvy i vajíčka (obr. 111).



Obr.110: Dospělci pestřenek se živí nektarem, jejich larvy jsou predátory mšic (vlevo), pavouk běžník s ulovenou včelou vpravo (foto Holec).



Obr. 111: Vlevo je zachyceno sluněčko sedmitečné, vpravo pavouk z čeledi skákavkovitých na listu hořčice (foto Holec).

16.3. Škůdci a jejich antagonisté

Brukvovité meziplodiny jsou napadány stejným spektrem hmyzích škůdců, jako jejich porosty pěstované coby hlavní plodiny (viz vybrané kapitoly této publikace). Velkým rozdílem ale může být intenzita výskytu ve vztahu k termínu založení porostu. Oproti časně jarním výsevům se výskyt škůdců v pozdějších termínech může lišit, a to oběma směry. Asi nejznámějším případem je silné napadení vzházejících porostů brukvovitých meziplodin dřepčíky, kteří za teplejšího a suššího počasí mohou klíčící rostliny zcela zničit.

V porostech meziplodin k regulaci výskytu škůdců obvykle nedochází. To, že porosty meziplodin nejsou ošetřovány insekticidy, může znamenat vyšší napadení a namnožení škůdců, kteří pak mohou napadat i další porosty. Na druhou stranu zde ale také mnohem snadněji přežívají jejich antagonisté – predátoři, parazitoidi (viz výše), kteří nejen, že dokážou jejich populace udržet na rozumné výši, ale i oni se zde dokáží namnožit a pozitivně působit i na okolních pozemcích, kde jsou jinak vlivem metod intenzivního zemědělství mnohem méně početní (obr. 112).



Obr. 112: Blanokřídlí parazitoidi blýskáčků se zdržují v blízkosti květů brukvovitých rostlin (foto Holec).

Fakt, že se v porostech meziplodin nepoužívá regulace škodlivých druhů, má i další pozitivní aspekty. V dnešní době jsou čím dál větší problémy s rezistencí hmyzích škůdců k insekticidům. Rezistentní populace dokážou narušit používaný systém ochrany rostlin a vyžadují inovativní řešení, pokud jde o používané přípravky či jejich kombinace. Rezistence se v populacích škůdců rychle šíří – opakovaným používáním stejného přípravku (resp. účinné látky) dochází k usmrcení citlivých jedinců, zatímco rezistentní jedinci přežívají a následně se jako jediná mohou rozmnožovat, čímž v další generaci podíl rezistence rychle roste. Porosty meziplodin naproti tomu umožňují přežít i těm jedincům, kteří jsou stále k dané účinné látce citliví. I když se následně kříží s rezistentními zástupci daného druhu, jejich potomci mají míru rezistence nižší a její šíření v populaci se tím zpomaluje (obr. 113).



Obr. 113: Zlatohlávek tmavý se živi pylem rostlin a poškozují jejich květy (foto Holec).

16.4. Půdní bezobratlí

Půdní bezobratlí, stejně jako ostatní zástupci půdní bioty, reagují na pěstování meziplodin převážně pozitivně. Již během růstu vytvářejí v půdě příznivé mikroklima, půdu prokypřují, jejich kořenové výměšky slouží za potravu bakteriím, kterými se živí další půdní organismy, některé druhy se pak živí přímo jejich kořeny. Po ukončení vegetace se pak celá jejich biomasa stává potravou půdních organismů, ať již jsou přímo zapraveny do půdy, nebo ponechány na povrchu jako mulč. Vzhledem k tomu, že meziplodiny jsou do půdy zapravovány v relativně raných vývojových fázích, nejsou dřevnaté, mají velmi příznivý poměr C : N a pro půdní organismy představují kvalitní a snadno dostupný zdroj živin a energie.

Specifikem brukvovitých meziplodin je jejich chemické složení. Obsahují charakteristické látky (produkty sekundárního metabolismu), které je mají chránit před napadením škůdci. Jedná se především o glukosinoláty (tab. 51), které se rozkladem (enzymatickou hydrolyzou) mění na silně toxické isothiokyanáty. Po zapravení do půdy působí tyto látky jako určitá forma biofumigace – jejich působením se půda z pohledu následných plodin ozdravuje – zbavuje se škůdců a původců chorob, kteří jsou těmito látkami potlačováni. Působení těchto látek ale samozřejmě není selektivní – negativně ovlivňují i neškodné či přímo užitečné organismy v půdě. Čím je obsah glukosinolátů vyšší, tím je tento negativní efekt horší. V pokusech (Zuluga a kol., 2015) byl zjištěn vyšší efekt na drobnější půdní bezobratlé – chvostokoci vykazovali po přidání substrátu s vyšším obsahem glukosinolátů výrazně vyšší úmrtnost, u žíal se projevila jen snížená míra reprodukce. Bakteriální společenstvo je ovlivněno jen krátkodobě, rychle se vrací na počáteční úroveň a přispívá k rozkladu těchto látek.

Tab. 51: Celkový obsah glukosinolátů (GLS) a obsah GLS uvolňujících isothiokyanáty (ITC) v biomase vybraných druhů a forem brukvovitých plodin a planých druhů v době kvetení. Koncentrace udávána v $\mu\text{mol/g}$ suché hmoty (upraveno dle Kirkegaard a Sarwar, 1998).

| druh | GLS celkem ($\mu\text{mol/g}$) | GLS uvolňující ITC ($\mu\text{mol/g}$) |
|-------------------|----------------------------------|--|
| hořčice bílá | 15,8-25,6 | 15,7-25,6 |
| hořčice černá | 11,2-26,4 | 11,1-26,4 |
| hořčice habešská | 10,5-21,1 | 10,0-20,2 |
| hořčice polní | 19,7 | 17,4 |
| hořčice sareptská | 1,4-21,7 | 1,2-21,6 |
| hulevník východní | 44,9 | 43,4 |
| roketa setá | 4,9 | 4,4 |
| ředkev olejná | 7,0-13,9 | 1,4-7,3 |
| řepák olejný | 5,3-15,5 | 2,8-9,7 |
| řepka jarní | 0,2-10,4 | 0,1-4,4 |
| řepka ozimá | 4,6-23,8 | 1,3-12,8 |

U kulturních forem brukvovitých je obsah glukosinolátů výrazně nižší než u jejich planých příbuzných. Na příkladu řepky můžeme vidět, že cíleným šlechtěním je možné jejich obsah snížit na minimum a na půdní bezobratlé již tedy zapravení biomasy brukvovitých meziplodin z tohoto pohledu negativně téměř nepůsobí. I když pěstování brukvovitých meziplodin (a jejich následné zapravení do půdy) tedy může být faktorem, který v kratším časovém horizontu negativně ovlivňuje vybrané skupiny půdních bezobratlých, jejich celkové přínosy pro půdu a pěstební systémy to dokážou plně vynahradit.

17. Produkce osiva brukvovitých meziplodin

Brukvovité plodiny obecně nepatří k výrazně technologicky náročným plodinám, co se produkce semen týče. Většina zemědělců má bohaté zkušenosti s pěstováním řepky olejky a tyto postupy může úspěšně modifikovat i na produkci farmářského osiva méně známých brukvovitých druhů za účelem jejich využití jako meziplodin. Přesto vykazují tyto materiály určitá specifika, se kterými je dobré se seznámit a vyhnout se tak rizikům s nimi spojenými.

Obecně zakládáme semenářské porosty jarních brukvovitých plodin časně na jaře. Většina druhů dobře snáší případné přízemní mrazíky a k poškozování porostů tímto nedochází. U některých teplomilnějších druhů (např. katrán) může pouze dojít ke zpomalení až zastavení vývoje za zhoršených teplotních podmínek. Časným výsevem rozumíme období druhé poloviny března, v praxi dobu, kdy pozemek dostatečně oschne, aby bylo možné realizovat kvalitní předseťovou přípravu. Ta hraje v zakládání porostů významnou roli a do jisté míry předurčuje i konečný výnos semen. Předseťovou přípravu realizujeme do hloubky 20 – 30 mm, dbáme na správnou strukturu půdy. Osvědčilo se volit její úroveň podle predikce vývoje počasí v období po zásevu. Pokud má následovat suchý průběh počasí, volíme přípravu jemnější, pokud hrozí riziko srážek (především silnějších), ponecháváme při přípravě menší hrudky, které zamezí následně tvorbě půdního škraloupu. Ten je pro brukvovité druhy velmi rizikový a je zdrojem případných neúspěchů v důsledku vysoké mezerovitosti porostů.

Obecně platí, že jarní brukvovité druhy lépe vzházejí v sušších letech. Po vzejití porostů je zapotřebí sledovat výskyt škůdců (dřepčící), jejichž škodlivost koreluje s termínem zásevu a průběhem počasí, a to nejen na jaře, ale i během zimy (redukce škůdce vlivem nepříznivého průběhu zimy). Porosty je potřebné ošetřit také herbicidně. Ne všechny plodiny ale mají aktuálně na základě minoritní indikace registrovaný přípravek. Vždy je potřebné vycházet z platných seznamů povolených přípravků (stejný problém je i v případě použití fungicidů a insekticidů). Z pokusů v Opavě vyplývá, že všechny běžně používané brukvovité druhy dobře reagují na použití herbicidů na bázi *quimeracu*, a to nejlépe ve fázi plně vyvinutých děložních lístků. Za celou dobu realizace pokusů pouze jednou došlo k fytotoxickým projevům u lničky seté, a to při použití v pozdějších růstových fázích (vyvinutá listová růžice). Produkční hnojení u semenářských porostů brukvovitých meziplodin lze využít jen omezeně. Nadbytek N jednoznačně zvyšuje riziko polehnutí, spojené se zhoršením kvality sklizeného osiva. Většina jarních druhů dobře prosperuje na plochách s kvalitně realizovaným základním předseťovým hnojením, bez nutnosti následného přihnojování. V období kvetení je potřebné sledovat výskyt blýskáčků, kteří výrazně poškozují poupata. Jarní brukvovité plodiny nakvétají se 14-ti denním odstupem za ozimými řepkami, dospělci brouků tedy plynule přecházejí z těchto ploch do jařin. I v letech, kdy pozorujeme slabší výskyt blýskáčků v ozimých řepkách, může být jejich přelet do jařin pro porosty fatální, a to hlavně z důvodu disproporce ve velikosti ploch ozimů a jařin. Fungicidní ošetření množitelských ploch lze doporučit, především s ohledem na lepší zdravotní stav sklizeného osiva. V některých případech ale může tento vstup výrazně prodloužit délku vegetace a oddálit sklizeň, což je spojeno s rizikem poškození porostů extrémními projevy počasí (kroupy, silný vítr). Nejzranitelnějším obdobím je sklizeň. Pouze dobře načasovaná a precizně provedená sklizeň s následným posklizňovým ošetřením může zaručit kvalitní osivo. Zde lze mezi plodinami vysledovat výrazné rozdíly, proto zmíníme specifika jednotlivých druhů konkrétně.

Hořčice bílá, jako nejběžnější meziplodina, je výrazně náchylná k poléhání porostů. Díky vyšší vlhkosti pak dochází ke zhoršení kvality semen (tzv. šedosemennost osiva), snížení klíčivosti a celkové vitality. Zároveň je potřebné zdůraznit, že sklizeň hořčice nelze v žádném případě uspěchat. I porosty na první pohled dobře vyzrálé mají většinou vyšší vlhkost semen. Proto je

potřebné počítat s nutností dosoušení osiva bezprostředně po sklizni a snížení vlhkosti pod 10 %. Z výsledků našich pokusů také vyplynulo, že hořčice bílá velmi citlivě reaguje na přemokření spojené s nedostatkem vzduchu v půdě. Takový stres se v každém případě odrazí ve výrazně nižším výnosu semen. Hořčice bílá je šlechtěna ve dvou produkčních typech – tzv. semenné odrůdy a pícní odrůdy s vyšší produkcí biomasy. Odrůdy pícní mají výrazně delší vegetaci, jsou vyšší, kvetou nerovnoměrněji, ve vlhkých letech často obráží a nasazují další květy. Také množství sklizeného osiva bývá výrazně nižší.

Hořčice černá není běžně pěstovaným druhem, a proto většinou ani zemědělská veřejnost nemá zkušenosti s jejím pěstováním. Rostliny jsou mohutné a výrazně větvené. Některé genotypy mohou dorůstat až ke 2 m výšky. Přesto u této plodiny nepozorujeme výraznější sklon k poléhání. Hořčice černá dozrává jako první ze skupiny jarních brukvovitých plodin, a to většinou těsně po ozimých řepkách. Má výrazný sklon k vypadávání semen, se sklizní nelze otálet. Osivo dobře a rovnoměrně dosychá, většinou není potřebné následně dosoušení.

Hořčice sareptská se v podmínkách ČR běžně pěstuje. Výška rostlin závisí na použitém genotypu a do jisté míry může způsobovat poléhání porostů. Dozrává ve stejnou dobu jako hořčice bílá, nemá sklony k vypadávání semen a většinou také nejsou problémy se sklizňovou vlhkostí. Odrůdy hořčice sareptské mají žluté nebo hnědé semeno, případně se může jednat o materiály tytu populace, směs obou barev. Hořčice sareptská není agrotechnicky náročná a poskytuje stabilní produkci.

Lnička setá je velmi nenáročnou plodinou. Dobře snáší sucho, je ale citlivá na zamokření pozemku, kdy může dojít až k výraznému odumírání rostlin. Dozrává brzo (většinou před hořčicí bílou) a rovnoměrně. Část genotypů je náchylných k poléhání, které nesouvisí s výškou porostu. Semena jsou drobná, z šešulí samovolně nevypadávají. Při manipulaci se zralou rostlinou ale snadno dochází k otevření šešulí a vypadnutí semen. Je potřebné dobře seřadit sklizení mlátičku, protože šešule mají podobnou hmotnost jako semena a často se dostávají do sklizně. Tu je z tohoto důvodu potřebné následně dočišťovat. Vlhkost většinou nezpůsobuje žádné problémy a není potřebné dosoušení. Problémem mohou být příměsi nezralého osiva plevelů (především zástupci rodu merlík), které je potřebné bezodkladně odstranit.

Ředkev olejná je druhou nejvýznamnější brukvovitou meziplodinou. Agrotechnika produkce farmářského osiva je ale nejnáročnější. Ředkev tvoří mohutné rostliny s velkým množstvím biomasy, silně větví a v důsledku velkého objemu nadzemní hmoty výrazně poléhá, a to prakticky každoročně. Doba kvetení je velmi dlouhá, často dochází ke tvorbě bočních květů s dalšími květy. Ve vlhkých a chladných letech z tohoto důvodu nelze osivo ředkve kvalitně sklídit. Také výnos semen není příliš velký, šešule obsahují pouze několik semen. Polehnutí způsobuje zhoršení zdravotního stavu osiva, případně naklíčení semen již na poli. Na základě našich pozorování z pokusů v Opavě se jeví jako relativně vhodná alternativa založení semenářských porostů již na podzim. Celkově se tak zkrátí vegetační doba na jaře, rostliny lépe a rovnoměrněji dozrávají, při sklizni osiva nevznikají tak velké ztráty. Negativem tohoto postupu je riziko možnosti vymrznutí rostlin během nepříznivé zimy. V posledních letech (pokusy mezi roky 2018-2022) však na naší lokalitě byly pouze mírné zimy a k totálnímu vymizování nikdy nedošlo. Sklizené osivo ředkve je potřebné ihned vyčistit a většinou i dosoušet.

Katrán habešský je další netradiční olejninou, se kterou praxe nemá příliš zkušeností. Je teplomilný a časný výsev může zpomalit jeho vývoj v začátku vegetace. Rostliny jsou spíše nižší a silně větví, poléháním příliš netrpí. Je však potřebné řešit včas případné zaplevelení, které může výrazně zhoršit kvalitu sklizené produkce. Katrán zraje podobně jako lnička, většinou rovnoměrně. Sklizeň sklízecí mlátičkou nedělá větší problémy. Je třeba si ale uvědomit, že semena se sklízí včetně šešule, ze které je prakticky nemožné je mechanizací uvolnit, zároveň to ale není ani potřebné, protože se se šešulí také i vysévá. Podle potřeby je vhodné sklizeň dosušit.

Roketa setá se u nás pěstuje spíše jako zelenina. Jde o nižší rostliny, středně větvcí. Má velký sklon k poléhání porostů, a to často již v době květu. Kveté delší dobu, nemá ale sklony ke tvorbě dalších květů na bočních větvích. Dokvétá a zraje rovnoměrně. Šešule mají vysoký sklon

k pukání, ve spojení s polehnutím to je nejvýraznější faktor, který ovlivní kvalitu a množství sklizně. Roketa dozrává podobně jako hořčice bílá. Výnos semen nebývá velký, většinou ale v důsledku výše uvedených negativních faktorů. Mechanizovaná sklizeň není problematická, vhodné je následně přečištění a dosoušení.

18. Využití slunečního záření a energetické bilance mezplodin

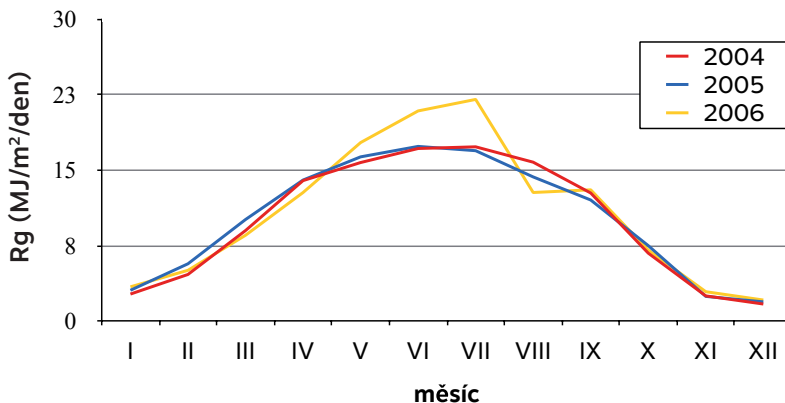
Pěstování mezplodin na orné půdě přispívá k využití slunečního záření v mezíporostním období. Rostliny mezplodin, coby autotrofní organismy, fixují oxid uhličitý a společně s vodou z něj v procesu fotosyntézy vytvářejí organické látky při současné produkci kyslíku. Stejně tak jako ostatní rostliny se tedy podílejí na koloběhu uhlíku, minerálních látek a vody v agroekosystémech (Brant a kol., 2009a). Podstatné však je, že mezplodiny zajišťují průběh těchto procesů v době, kdy by půda v mezíporostním období nebyla oseta žádnou plodinou, případně přispívají k celkové produkci biomasy, pokud jsou pěstovány jako pomocné plodiny s plodinami hlavními.

Celková produkce biomasy je určena mírou využití fotosynteticky aktivního záření a CO_2 rostlinami. Efektivita procesu tvorby biomasy je ovlivněna řadou vnitřních a vnějších faktorů. Vnitřní faktory zahrnují především anatomické a morfologické uspořádání asimilačních orgánů, z nichž nejvýznamnější vliv má obsah chlorofylu v listech. Ten pak závisí především na stáří fotosynteticky aktivních částí rostlin, tj. především listů. Rychlost fotosyntézy se v průběhu růstu rostlin zvyšuje, se stárnutím listů klesá (Kura-Hotta a kol., 1987; Krieger-Liszka a kol., 2019). K vnějším faktorům, které mají podstatný vliv na rychlost fotosyntézy, patří intenzita a spektrální složení dopadajícího světelného záření, teplota prostředí a dostupnost vody, živin a CO_2 (Beadle a Long, 1985).

Sluneční záření, jako základní energetický vstup, zajišťuje produkci organické hmoty, která je následně využitelná pro naprostou většinu dalších organismů. Z celkového ročního vstupu záření dopadajícího na zeměkouli je v procesu fotosyntézy využito necelé 1 %. V závislosti na podmínkách prostředí se pak využití slunečního záření pohybuje u zemědělských plodin obvykle v rozpětí 0,2 – 0,5 %. Pro posouzení účinnosti přeměny světelné energie je třeba znát celkovou produkci rostlinné biomasy (Beadle a Long, 1985). Vos a Van der Putten (1997) uvádějí průměrnou produkci 1,12 g sušiny na 1 MJ zachyceného globálního záření bez ohledu na druh mezplodiny, roční období, datum setí nebo hnojení dusíkem.

Opodstatněnost pěstování mezplodin v mezíporostním období v podmínkách střední Evropy z hlediska fixace slunečního záření je jednoznačně dána ročním průběhem hodnot slunečního záření na severní polokouli, který je samozřejmě závislý na zeměpisné šířce. V podmínkách České republiky připadá začátek mezíporostního období následujícího po sklizni dominantních plodin zastoupených v osevních postupech, tj. obilnin a ozimé řepky, na přelom měsíců července a srpna. Na základě literárních údajů (Kittler a Mikler 1986; Hupfer a Chmielewski 1990) jsou nejvyšší hodnoty globální radiace během roku typické právě pro období měsíců května až srpna. Výrazný pokles hodnot globálního záření nastává v měsíci říjnu (Brant a kol., 2009b).

V letech 2004 – 2006 byla na lokalitě Červený Újezd (Středočeský kraj, okres Praha-západ) hodnocena efektivita využití slunečního záření porosty strniskových mezplodin. Hodnoty globální radiace ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{den}$) dokumentuje obrázek 114.



Obr. 114: Globální radiace (Rg, MJ/m²/den) na lokalitě Červený Újezd v letech 2004 – 2006 (upraveno podle Brant a kol., 2009b).

V závislosti na rostlinném druhu, výskytu výdrolu obilní předplodiny (pšenice ozimá) a ve vztahu k průběhu povětrnostních podmínek se hodnoty efektivity využití globálního záření pohybovaly v rozpětí 0,02 až 0,47 % (tab. 52). Doba, po kterou byla efektivita využití globální radiace porosty hodnocena, byla vymezena termínem výsevu a termínem zaorání porostů do půdy jako zeleného hnojení. Délka tohoto časového období se v hodnocených letech pohybovala v rozmezí od 57 do 87 dnů. V pokusu byly hodnoceny i další meziplodiny (jílek mnohokvětý, jílek vytrvalý, svazenka vratičolistá, jetel nachový a jetel podzemní), u kterých se efektivita využití slunečního záření pohybovala mezi hodnotami 0,03 až 0,30 %. Ve všech sledovaných letech byly nejvyšší hodnoty využití slunečního záření ve skupině brukvovitých zjištěny u hořčice bílé (0,11 – 0,47 %), z ostatních sledovaných meziplodin pak srovnatelné hodnoty poskytovala svazenka vratičolistá (0,12 – 0,30 %). Zajímavým se rovněž jeví využití slunečního záření výdrolem obilní předplodiny, jehož hodnoty byly stanoveny v rozpětí od 0,01 do 0,19 % a v některých z hodnocených let u méně vzrůstných a vůči výdrolu konkurenčně slabých meziplodin (jílky, řepka ozimá a jeteloviny) převyšovaly hodnoty využití sluneční energie samotnými meziplodinami (Brant a kol., 2009b; Brant a kol., 2011). Výdrol také pozitivně přispívá k potlačení plevelů a jeho odběr dusíku je srovnatelný s meziplodinami (Beaudoin a kol., 2005). Na druhou stranu je však výskyt výdrolu na pozemku spojen se zvýšením fyto-sanitárních rizik a s negativním ovlivněním vývoje meziplodin (Brant a kol., 2009b).

Tab. 52: Efektivita využití slunečního záření (%) sledovanými meziplodinami z čeledi brukvovitých na lokalitě Červený Újezd v letech 2004 – 2006 (upraveno podle Brant a kol., 2011).

| rostlinný druh | využití slunečního záření (%) | | |
|----------------|-------------------------------|------|------|
| | 2004 | 2005 | 2006 |
| řepka ozimá | 0,02 | 0,05 | 0,19 |
| ředkev olejná | - | 0,32 | 0,26 |
| hořčice bílá | 0,11 | 0,47 | 0,30 |

Metodicky vychází stanovení efektivity využití slunečního záření z podílu množství energie (MJ/m², tab. 53) uložené v biomase meziplodin a hodnot globální radiace (MJ/m², tab. 54) za období od založení porostů do jeho zaorání jako zeleného hnojení. Celková produkce

energie (MJ/m², tab. 53) byla vypočtena z výnosu nadzemní hmoty meziplodin (kg/ha, tab. 53) a obsahu energie v sušině (MJ/kg, tab. 55). Obsah netto energie (tj. bez popelovin) v biomase meziplodin byl stanoven metodou spalné kalorimetrie pomocí automatického adiabatického kalorimetrického systému IKA C 5000 control.

Tab. 53: Produkce nadzemní biomasy (kg/ha) a energie (MJ/m²) sledovaných meziplodin z čeledi brukvovitých na lokalitě Červený Újezd v letech 2004 – 2006 (upraveno podle Brant a kol., 2011).

| rostlinný druh | produkce biomasy (kg/ha) | | | produkce energie (MJ/m ²) | | |
|----------------|--------------------------|--------|--------|---------------------------------------|------|------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2004 | 2005 | 2006 |
| řepka ozimá | 127,8 | 194,4 | 685,5 | 0,22 | 0,34 | 1,20 |
| ředkev olejná | - | 1324,6 | 992,6 | - | 2,12 | 1,63 |
| hořčice bílá | 539,0 | 1799,1 | 1808,0 | 0,96 | 3,08 | 3,08 |

Tab. 54: Hodnoty globální radiace (R_g, MJ/m²/období) na lokalitě Červený Újezd v hodnoceném období let 2004 – 2006 (upraveno podle Brant a kol., 2011).

| období | R _g (MJ/m ² /období) |
|---------------------|---|
| 13.8. – 7.11. 2004 | 886,2 |
| 24.8. – 19.10. 2005 | 652,9 |
| 30.8. – 31.10. 2006 | 629,1 |

Tab. 55: Obsah energie v nadzemní a podzemní biomase (MJ/kg) sledovaných meziplodin z čeledi brukvovitých na lokalitě Červený Újezd v letech 2004 – 2007 (upraveno podle Brant a kol., 2011; Fuksa a kol., 2013).

| rostlinný druh | obsah energie v nadzemní biomase (MJ/kg) | | | |
|--|--|-------|-------|-------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| řepka ozimá | 17,24 | 17,29 | 17,48 | 18,77 |
| ředkev olejná | - | 16,01 | 16,44 | 18,18 |
| hořčice bílá | 17,73 | 17,09 | 17,03 | 18,46 |
| obsah energie v podzemní biomase (MJ/kg) | | | | |
| řepka ozimá | - | 17,69 | 17,81 | 18,03 |
| ředkev olejná | - | 17,01 | 17,05 | 18,02 |

Produkce biomasy meziplodin je jedním z významných faktorů, který přispívá ke stabilizaci koloběhu organické hmoty v rámci orné půdy a rovněž v celém zemědělském systému. Stanovení obsahu energie v biomase a celkové produkce energie z jednotky plochy, tj. určení energetických výstupů, a také vyčíslení energetických vstupů, umožňuje provést kalkulaci energetických bilancí, které lze uplatnit především pro hodnocení a porovnávání efektivnosti využití energie různých pěstitelských systémů (Alluvione a kol., 2011; Moreno a kol., 2011; Zentner a kol., 2011) či různých druhů plodin mezi sebou (Venturi a Venturi, 2003; Boehmel a kol., 2008). Vstupy energie se skládají z energie vnějšího prostředí (tj. zejména energie slunečního záření) a energie technologických vstupů, která zahrnuje přímé složky (energie lidské práce, energie fosilních paliv aj.) a nepřímé složky (energie strojů, produkty chemického průmyslu, organická hnojiva, osiva atd.) (Hülsbergen a kol., 2001). Nejčastější parametry

používané při posuzování energetických bilancí jsou čistý zisk energie (rozdíl mezi produkcí energie a energetickými vstupy) a energetická efektivnost hodnoceného systému, tj. poměr výstupů a vstupů energie (Venturi a Venturi, 2003; Angelini a kol., 2005).

Kalkulace energetických bilancí byla provedena pro porosty brukvovitých a dalších strniskových meziplodin, které byly pěstovány na lokalitě Červený Újezd v letech 2005 – 2007. Celková produkce energie (GJ/ha, tab. 57) vycházela ze stanovení obsahu energie v biomase posuzovaných druhů (MJ/kg, tab. 55) a z celkové produkce biomasy (kg/ha). Energetické vstupy (GJ/ha, tab. 56) zahrnovaly energii potřebnou na přípravu půdy, osivo, setí a zavlažovací osiva. Energie osiva byla vypočtena z výsevku (kg/ha) a obsahu energie v osivu (MJ/kg). Jako výsledný parametr hodnocení byl vypočten energetický zisk (rozdíl mezi produkcí energie a vstupy energie, GJ/ha) a byla zjištěna energetická efektivnost (kolik energie se vyrobí z jedné jednotky vstupů energie, GJ/GJ) posuzovaného systému pěstování meziplodin. Vyhodnocení bylo provedeno podle metodického postupu publikovaného Preiningem (1987).

Tab. 56: Vstupy dodatkové energie (GJ/ha) pro porosty sledovaných meziplodin z čeledi brukvovitých na lokalitě Červený Újezd v průměru let 2005 – 2007 (upraveno podle Fuksa a kol., 2013).

| rostlinný druh | osivo | | | příprava půdy | setí | vláční | celkem |
|----------------|---------|---------|---------|---------------|------|--------|--------|
| | (MJ/kg) | (kg/ha) | (GJ/ha) | | | | |
| řepka ozimá | 28,69 | 10 | 0,29 | 0,30 | 0,13 | 0,12 | 0,84 |
| ředkev olejná | 26,35 | 25 | 0,66 | 0,30 | 0,13 | 0,12 | 1,21 |
| hořčice bílá | 24,17 | 20 | 0,48 | 0,30 | 0,13 | 0,12 | 1,03 |

Množství energie uložené v biomase je závislé na energetickém obsahu látek, ze kterých jsou rostliny tvořeny. Na energetické hodnotě biomasy se podílí jak genotyp rostliny, tak vlivy vnějšího prostředí. Obsah energie v biomase rostlin se obvykle pohybuje v rozpětí 17 – 19 MJ/kg (El Bassam, 1996). Významně se v obsahu energie liší jednotlivé rostlinné části (Fuksa a kol. 2006b; Hakl a kol., 2010) a obsah energie se mění i v průběhu vegetace (Tsubo a kol., 2001; Fuksa a kol., 2006a). Obsah energie u sledovaných brukvovitých meziplodin v letech 2005 – 2007 (tab. 55) se u nadzemní biomasy pohyboval v rozpětí 16,01 až 18,77 MJ/kg a u podzemní biomasy pak v užším rozmezí 17,01 až 18,65 MJ/kg. Větší variabilita u nadzemní biomasy souvisí jak s rozdílným poměrem listů a stonků jednotlivých druhů tak i s odlišnou fenologickou fází rostlin v době odběru vzorků; patrný je pak i vliv ročníku (Fuksa a kol., 2013).

I přes výše uvedené rozdíly v energetickém obsahu biomasy však celková produkce energie získaná z jednotky plochy (tab. 57) závisí především na celkové produkci biomasy (Ercoli a kol., 1999). Posuzované porosty brukvovitých meziplodin poskytovaly v průměru za tříleté období 24,74 – 57,02 GJ/ha (včetně výtoku obilní předplodiny a plevelů). Samotné meziplodiny se podílely na celkové produkci energie z jednotky plochy 70 – 94 %. Nejvyšší hodnoty energie poskytovala hořčice bílá, která současně vykazovala i nejvyšší konkurenční schopnost vůči výtoku a plevelům. Naše výsledky podporují tezi, že pěstování meziplodin je důležité pro regulaci plevelů na orné půdě a zejména pak v konceptu ekologického zemědělství (Rasmussen a kol., 2006). U porostů dalších meziplodin (jílek mnohokvětý, jílek vytrvalý, svazanka vratičolistá, jetel nachový a jetel podzemní) byla celková produkce energie zjištěna v rozmezí 25,94 – 33,78 GJ/ha. Pro srovnání lze uvést, že plodiny pěstované na orné půdě obvykle v příhodných podmínkách poskytují 100 – 300 GJ/ha (Fuksa a kol., 2006b; Boehmel a kol., 2008) a trvalé travní porosty v závislosti na lokalitě a intenzitě vstupů zhruba 60 – 200 GJ/ha (Rösch a kol., 2009; Fuksa a kol., 2012).

Hodnoceno bylo i množství energie vázané na podzemní biomasu. Nejvyšší hodnota byla v tříletém průměru zaznamenána u ředkve olejné (15,58 GJ/ha); u řepky ozimé bylo stanoveno 5,90 GJ/ha a u hořčice bílé 8,79 GJ/ha. Poměr nadzemní a podzemní biomasy byl

u ředkve olejné 2,5; u řepky ozimé 2,9 a u hořčice bílé 6,1. U dalších posuzovaných meziplodin se tento poměr pohyboval v rozpětí 2,6 – 3,0; pouze u svazenky vratičolistá činil 5,8 (Fuksa a kol., 2013). Alluvione a kol. (2011) uvádějí poměr nadzemní ku podzemní biomase u pšenice okolo hodnoty 2, u sóji kolem 3 a u kukuřice přes 5.

Tab. 57: Produkce energie nadzemní biomasy (GJ/ha) a kalkulace energetického zisku (GJ/ha) a energetické efektivity (GJ/GJ) pro porosty sledovaných meziplodin z čeledi brukvovitých na lokalitě Červený Újezd v průměru let 2005 – 2007 (upraveno podle Fuksa a kol., 2013).

| rostlinný druh | produkce energie (GJ/ha) | | | energetický zisk | energetická efektivnost |
|----------------|--------------------------|------------------|--------|------------------|-------------------------|
| | meziplodiny | výdrol + plevele | celkem | (GJ/ha) | (GJ/GJ) |
| řepka ozimá | 17,29 | 7,45 | 24,74 | 23,90 | 29,55 |
| ředkev olejná | 38,56 | 3,63 | 42,19 | 40,98 | 34,89 |
| hořčice bílá | 53,75 | 3,27 | 57,02 | 55,99 | 55,19 |

Z hlediska celkových energetických bilancí není důležitá pouze celková produkce energie, ale je třeba brát v úvahu i nezbytné energetické vstupy (tab. 56), které se u posuzovaných brukvovitých meziplodin pohybovaly v rozpětí 0,84 – 1,21 GJ/ha a difference vyplývaly pouze z odlišné energetické hodnoty osiva. Börjesson (1996) uvádí pro řepku ozimou a pšenici setou (pěstované jako hlavní plodiny) vstupy primární energie ve výši 17,2 a 19,5 GJ/ha. Fuksa a kol. (2012) stanovili hodnoty energetických vstupů u trvalých travních porostů v rozmezí od 1,6 do 3,1 GJ/ha v závislosti na počtu sečí a od 3,1 do 20,2 GJ/ha v závislosti na intenzitě hnojení. V systému intenzivního pěstování mohou hnojiva představovat až 78 % celkových energetických vstupů (Angelini a kol., 2005). Energetický zisk (tab. 57), který vychází z rozdílu produkce a vstupů energie, se v tříletém průměru u brukvovitých meziplodin pohyboval v rozpětí 23,90 – 55,99 GJ/ha a u ostatních meziplodin pak činil 25,02 – 32,72 GJ/ha.

Energetická efektivnost (tab. 57), vyjadřující kolik energie se vyrobí z jedné jednotky vstupů energie, se v průměru let 2005 – 2007 u brukvovitých meziplodin pohybovala v rozmezí od 29,55 do 55,19 GJ/GJ a u dalších meziplodin od 21,27 do 37,97 GJ/GJ. Tyto hodnoty zjištěné u meziplodin jsou výrazně vyšší než ty, které publikovali Hülsbergen a kol. (2001) pro hlavní plodiny pěstované na orné půdě: pro brambory (4,3 GJ/GJ), ozimý ječmen (9,4 GJ/GJ), jarní ječmen (9,9 GJ/GJ), pšenici ozimou (14,4 GJ/GJ) a řepu cukrovou (11,1 GJ/GJ). Obecně platí, že energetická efektivnost klesá s vyšší intenzitou hospodaření (Alluvione a kol., 2011). Fuksa a kol. (2012) zjistili, že tento parametr klesá z 55,19 na 9,86 GJ/GJ s narůstajícím počtem sečí a intenzitou hnojení trvalých travních porostů. Moreno a kol. (2011) vyhodnotili v podmínkách semiaridního zemědělství v průběhu 15 let systém ekologického zemědělství (5,36 GJ/GJ) jako 2,3krát energeticky efektivnější než systém konvenční (2,35 GJ/GJ). Vytvoření energeticky efektivních zemědělských systémů s nízkými energetickými vstupy a vysokými výstupy energie přispívá ke snížení emisí skleníkových plynů ze zemědělství (Dalgaard a kol., 2001).

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že pěstování meziplodin se díky velmi nízkým vstupům energie vyznačuje velmi vysokou energetickou efektivitou. Meziplodiny jsou donorem nezanedbatelného množství biomasy, ve které je uloženo významné množství energie, která, zejména v případě zapravení hmoty do půdy, přispívá ke stabilizaci energetické bilance zemědělských systémů. Z čeledi brukvovitých jsou vysoce produktivní zejména druhy hořčice bílá a ředkev olejná. Je důležité připomenout, že značné množství energie je akumulováno i v podzemní biomase meziplodin a také, že v případě pěstování strniskových meziplodin se na celkové produkci biomasy, a potažmo energie, může významně podílet i výdrol předplodiny. Tvorba vegetačního pokryvu půdy pomocí porostů meziplodin tak přispívá ke zvýšení využití slunečního záření na orné půdě během vegetačního období a k následné transformaci energie biomasy do půdy.

19. Atlas plodů, semen a klíčnicích rostlin vybraných brukvovitých meziploidin

Seznam druhů:

| | |
|----------------------------|------------|
| Brukev řepka olejka | 136 |
| Hořčice bílá | 139 |
| Hořčice černá | 142 |
| Hořčice sareptská | 145 |
| Katrán habešský | 148 |
| Lnička setá | 151 |
| Roketa setá | 154 |
| Ředkev olejná | 157 |
| Řepice olejná | 160 |

Použitá literatura k atlasu:

- Fábry, A. 1957: Pestovanie rastlín. Diel IV. Olejniny. ČSAZV. Bratislava. 354 s.
- Fábry, A. (ed.) 1992: Olejniny. MZe ČR. Praha. 419 s.
- Hejny, S., Slavík, B. (eds) 2003: Květena České republiky 3. Academia. Praha. 542 s.
- Hýbl, M., Kopecký, P., Doležalová, I., Petřelová, I., Smékalová, K., Dušková, E., Stavěliková, H., Dušek, K. 2016: Semena a plody vybraných druhů zelenin, léčivých rostlin a speciálních plodin – 1. část – zeleniny. Agriprint, s.r.o. Olomouc. 232 s.
- Kaplan, Z., Danihelka, J., Chrtek, J. jun., Kirschner, J., Kubát, K., Štech, M., Štěpánek, J. (eds.) 2019: Klíč ke květeně České republiky. Academia. Praha. 1168 s.
- Karcz, J., Ksiazczyk, T., Maluszynska, J. 2005: Seed coat patterns in Rapid-cycling Brassica forms. Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica. 47/1: 159-165.
- Koul, K. K., Nagpal, R., Raina, S. N. 2000: Seed coat microsculpturing in Brassica and allied genera (subtribes Brassicinae, Raphaninae, Moricandiinae). Annals of Botany. 86: 385-397.
- Lhotská, M. 1957: Určování semen a plodů v zemědělské praxi. SZN. Praha. 323 s.
- Pelikán, J., Knotová, D., Hofbauer, J. 2019: Atlas olejnatých rostlin. Agriprint, s.r.o. Olomouc. 248 s.
- Pelikán, J., Knotová, D., Hofbauer, J. 2016: Méně známé druhy zemědělských plodin. Agriprint, s.r.o. Olomouc. 272 s.
- Vodák, A. 1956: Semena nebo plody našich kulturních rostlin a nejčastějších plevelů. ČSAZV. Praha. 101 s.

Brukev řepka olejka

Brassica napus L. subsp. *napus*

Čeľad: Brukvovité

Plod a semeno

Plodem jsou válcovité nebo mírně zploštělé, lysé šešule, s 15 – 40 semeny, odstále od vřetene plodenství v úhlu nejméně 45°, někdy až rovnovážně rozestálé. Chlopně s málo vyniklými středními žilkami; zobánek úzce kuželovitý, mírně smáčklý.

Semena jsou kulovitá, kuželovitá až široce vejcovitá, 1,5 – 2,8 mm v průměru, nejčastěji tmavohnědá, červenohnědá, hnědočerná, modročerná až černá, zřídka růžová nebo žlutavá. Pupek podlouhlý, světlejší než ostatní osemení. Povrch semen téměř hladký až jemně síťovaný; síť kompaktní, 5 – 6 stranná či nepravidelné polygony.

Klíční rostlina

Hypokotyl válcovitý, 15 – 25 mm dlouhý, 1 – 1,3 mm tlustý, narůžovělý, lysý. Čepele děložních listů obledvinité, 10 – 14 mm dlouhá, 15 – 20 mm široká, na vrcholu tupě vykrojené, u báze uťaté až stažené. Čepele zelené až šedozelené, lysé. Řapíky děloh narůžovělé, lysé, dosahují 1 – 1,5 násobku délky čepele.

Pravé listy střídavé. Čepele prvního listu okrouhle eliptická až obvejčitá, 25 – 35 mm dlouhá, 18 – 25 mm široká, na vrcholu špičatá (cca 90°), po okraji výrazně nepravidelně zubatá. U báze tupě klínovitá, někdy se samostatnými úkrojky. Čepele šedozelená, řidce chlupatá, zejména na líci, na spodu jen na žilnatině. Žilnatina obloukoběžná, až spojnoběžná, nápadně prosvítá proti světlu.

Další listy postupně větší, po okraji více členěné (až lyrovité), obvykle rovněž řidce odstále chlupaté, nápadně šedozelené, žilnatina krajoběžná, světlejší. Řapíky našedlé až namodralé.



Plod řepky olejky - ozimá forma (foto Hamouz).



Detail povrchu semene řepky olejky - ozimá forma (foto Hamouz).



Semena řepky olejky - ozimá forma, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm (foto Hamouz).



Klíční rostlina řepky olejky (ozimá forma) v růstové fázi BBCH 10 (foto Hamouz).



Klíční rostlina řepky olejky (ozimá forma) v růstové fázi BBCH 12 (foto Hamouz).

Hořčice bílá, syn. bělohořčice setá, hořčice setá
Sinapis alba L., syn. *Leucosinapis alba* (L.) Spach
Čeľad: Brukvovité

Plod a semeno

Plody jsou válcovité šešule, 2 – 8 (–10) semenné, bíle štětinatě chlupaté, s plochým, často šavlovitě zahnutým zobánkem, který je stejně dlouhý jako chlopně nebo i delší; plodní stopky chlupaté, téměř rovnovážně rozestálé.

Semena jsou široce elipsoidní, 2 – 3 mm dlouhá, 1 – 1,5 mm široká, zpravidla světle žlutá až žlutá, osemení jemně důlkované, za vlhka slizovatí. Chuť semen silně palčivá.

Klíčnı 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. Řapıky děloh 10 – 18 mm dlouhé, slabě žlábkovité, odstále chlupaté, často nafialovělé. První dva pravé listy sblıžené, 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. Řapık žlábkovitý, 15 – 20 mm dlouhý, štětinatě chlupatý.

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



Plod hořčice bílé (foto Hamouz).



Detail povrchu semene hořčice bílé (foto Hamouz).



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



Klíčící rostlina hořčice bílé v růstové fázi BBCH 10 (foto Hamouz).



Klíčící rostlina hořčice bílé v růstové fázi BBCH 12 (foto Hamouz).

Hořčice černá, syn. brukev černá

Brassica nigra (L.) Koch

Čeleď: Brukvovité

Plod a semeno

Plodem jsou vzpřímené šešule, 4 – 8 semenné, které jsou zpravidla přitisklé k vřetenu plodenství, chlopně s vyniklými semeny, zobánek zploštělý. Plodní stopky 2 – 5 mm dlouhé.

Semena jsou kulovitá až elipsoidní, 0,9 – 1,6 mm v průměru, červenohnědá, černá až tmavě černá. Povrch semen síťovaný s malými mělkými důlky; síť většinou rozvolněná, 5 – 6 stranná; stěna sítě často přerušovaná; meziprostor síťovaný až bradavčitý. Chuť semen silně palčivá.

Klíčící rostlina

Hypokotyl válcovitý 15 – 25 mm dlouhý, 1,2 – 1,5 mm tlustý, v nadzemní části narůžovělý, lysý. Čepele děložních listů obráceně ledvinité, 10-13 mm dlouhé, 12-15 mm široké, na vrcholu mělce nebo i hlouběji vykrojené (mělčeji než hořčice sareptská), u báze stažené až uťaté, jasně zelené, lysé. Řapíky děloh zpočátku kratší, později přibližně stejné délky jako čepele, lysé, slabě narůžovělé.

První dva pravé listy často sblížené, další střídavé. Čepel prvních listů okrouhle eliptická až obvejčitá, 20 – 25 mm dlouhá, 12 – 18 mm široká, na vrcholu zaokrouhlená, po okraji nepravidelně chobotnatá až zubatá. U báze jsou zuby výraznější a někdy přecházejí v samostatné úkrojky. Čepel světle zelená, oboustranně odstále chlupatá, na líci světle bradavičnatá. Žilnatina obloukoběžná, na líci vmáčkklá, na rubu vyniklá. Řapíky nafialovělé, odstále chlupaté.

Další listy postupně větší, hlouběji členěné, zejména v dolní polovině (až lyrovité), bradavičnaté a poměrně hustě štětinatě chlupaté. Žilnatina intenzivně členěná, síťnatě spojovaná.

Epikotyl nápadně odstále chlupatý, další články také. Děložní a často i první pravé listy mají pálivou chuť.



Plod hořčice černé (foto Hamouz).



Detail povrchu semene hořčice černé (foto Hamouz).



Semena hořčice černé, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm (foto Hamouz).



Klíční rostlina hořčice černé v růstové fázi BBCH 10 (foto Hamouz).



Klíční rostlina hořčice černé v růstové fázi BBCH 12 (foto Hamouz).

Hořčice sareptská, syn. brukev sítinovitá

Brassica juncea (L.) Czern. et Cosson

Čeľad: Brukvovité

Plod a semeno

Plodem šešule ± 4 hranné, 8 – 12 (– 20) semenné, chlupně s nápadně vystouplými středními žilkami, mimo ně jsou výrazně síťované, zobánek šešule je nesmáčkly, úzce kuželovitý; plodní stopky 6-10 mm dlouhé, šešule odstálé od vřetene plodenství v úhlu asi 30°.

Semena jsou kulovitá až elipsoidní, 1,2 – 2 mm v průměru, žlutá (žlutosemenné kultivary) nebo tmavohnědá (hnědosemenné kultivary). Povrch semen je síťovaný; síť kompaktní, 5 – 6 stranná; meziprostor je dolíčkovaný. Chuť semen silně palčivá.

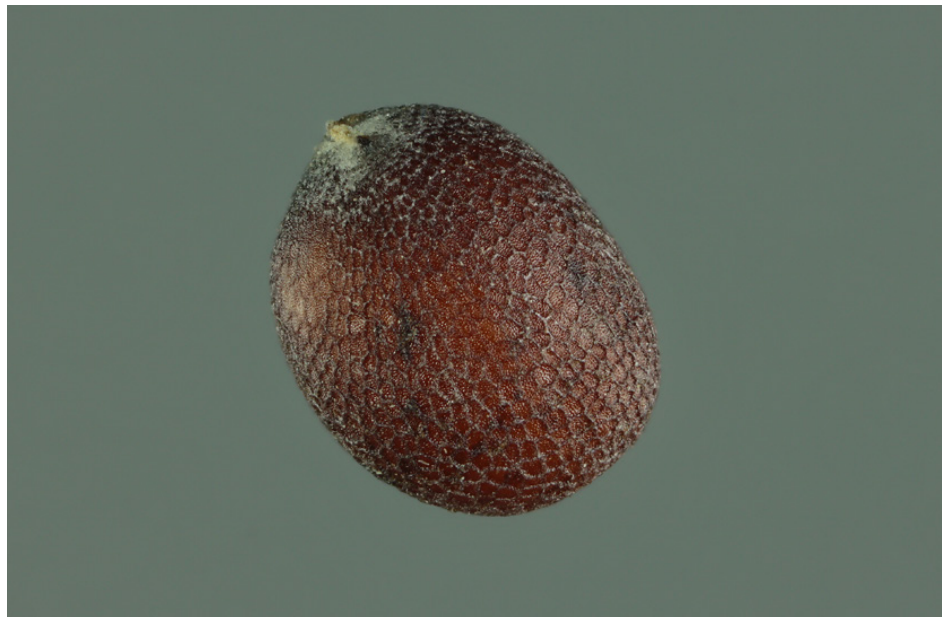
Klíční rostlina

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 utaté, světle zelené, na rubu nafialovělé, lysé. Žilnatina obloukoběžná, patrná hlavně na spodu (nafialovělá). Řapíky děloh zpočátku kratší, později přibližně stejně dlouhé jako čepele, lysé, nafialovělé.

Pravé listy střídavé nebo zpočátku sblížené. Čepele 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 $\frac{1}{2}$ délky čepele. Žilnatina obloukoběžná, na líci vmáčkla, 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.



Plod hořčice sareptské (foto Hamouz).



Detail povrchu semene hořčice sareptské (foto Hamouz).



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



Klíční rostlina hořčice sareptské v růstové fázi BBCH 10 (foto Hamouz).



Klíční rostlina hořčice sareptské v růstové fázi BBCH 12 (foto Hamouz).

Katrán habešský, syn. katrán etiopský, krambe habešská

Crambe abyssinica Hochst. ex R.E.Fries

Čeď: Brukvovité

Plod a semeno

Plod je dvoudílný: dolní díl malý, válcovitý, sterilní; horní díl je kulovitý, hladký, (2 –) 2,5 – 3,5 (– 4) mm v průměru, plodný, s 1 semenem, nepukavý, opadavý. Plodní stopky jsou ±5 – 8 mm dlouhé.

Semena jsou kulovitá, 1,8 – 2,6 (– 3) mm v průměru, na dlouhém vystoupavém poutku. Pozn. Na fotografii je zobrazen plod (horní díl plodu), vlastní semeno je uzavřeno uvnitř plodu.

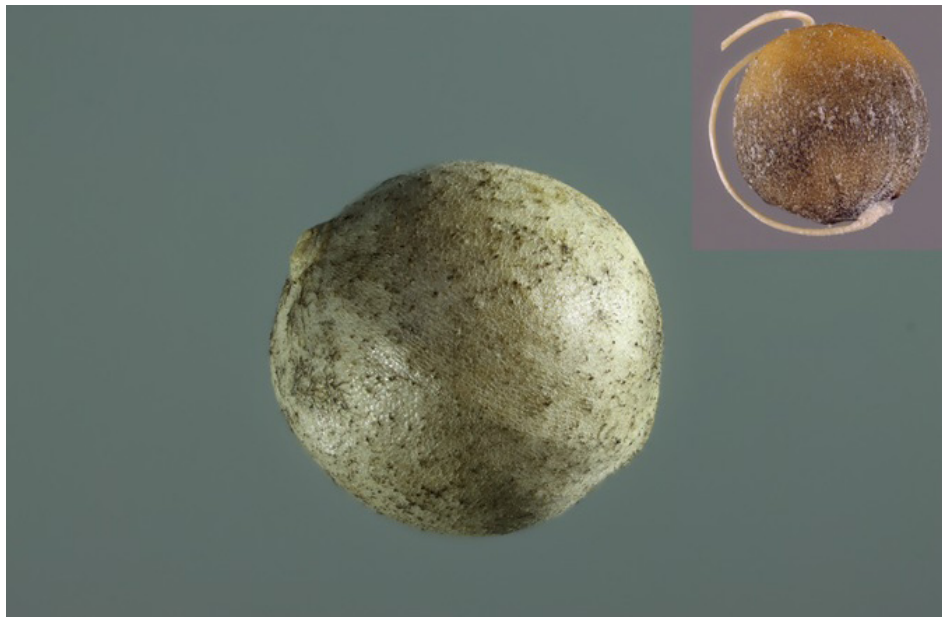
Klíčící rostlina

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.



Plod katránu habešského (foto Hamouz).



Detail povrchu horního dílu plodu katránu habešského, v horní části snímku je semeno (foto Hamouz).



Části plodů katránu habešského, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm (foto Zábranský).



Klčící rostlina katránu habešského v růstové fázi BBCH 10 (foto Hamouz).



Klčící rostlina katránu habešského v růstové fázi BBCH 12 (foto Hamouz).

Lnička setá

Camelina sativa (L.) Crantz

Čeľad: Brukvovité

Plod a semeno

Plodem jsou hruškovité šešulky, které jsou nafouklé, s úzkým křídlovitým okrajem a na vrcholu s krátkým zobánkem, většinou jsou 10 – 16 semenné. Plodní hrozny většinou husté a prodloužené, plodní stopky přímo odstálé a často mírně obloukovitě prohnuté.

Semena jsou elipsoidní, (1,6 –)1,8 – 2(– 2,2) mm dlouhá, oranžově žlutá, matná, na boku s výraznou podélnou rýhou, pod lupou jemně síťovaná.

Klíčící 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 1/2 délky čepele, jsou zploštělé, po okraji u báze s několika chlupy, jinak lysé.

První dva pravé listy jsou sblížené (vstříčné), 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 lici 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.



Plod lničky seté (foto Hamouz).



Detail povrchu semene Lničky seté (foto Hamouz).



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



Klíční rostlina Iníčky seté v růstové fázi BBCH 10 (foto Hamouz).



Klíční rostlina Iníčky seté v růstové fázi BBCH 12 (foto Hamouz).

Roketa setá

Eruca sativa (L.) Mill.

Čeleď: Brukvovité

Plod a semeno

Plodem oblé šešule, 2 – 5 cm dlouhé, 4 – 6 mm široké, k vrетену květenství přitisklé nebo jen mírně odstálé; zobánek silně smáčklý, mečovitý.

Semena jsou ±elipsoidní, 1,5 – 2,5 mm dlouhá, oranžově žlutá, červenohnědá až hnědě purpurová, téměř hladká.

Klíční rostlina

Hypokotyl válcovitý, 0,75 – 1 mm tlustý 10 – 15 mm dlouhý, lysý, nafialovělý. Čepele děložních listů obledvinité, 9 – 13 mm dlouhé, 10 – 15 mm široké, na vrcholu tupě nebo i ostře vykrojené, u báze stažené, oboustranně lysé, světleji zelené, často s fialovým pruhem na střední žilce. Řapíky děloh slabě žlábkovité, často narůžovělé, dosahují 1 – 1,5 násobku délky čepele.

Čepel prvního pravého listu eliptická až obvejčitá, 20 – 30 mm dlouhá, 13 – 16 mm široká, na vrcholu tupá, po okrajích mělce chobotnatě zvlňená (k bázi výrazněji), u báze stažená v řapík.

Druhý list podobný, další listy delší, peřenodílné nebo peřenosečné až lyrovité, koncový úkrojek na vrcholu tupý, postranní úkrojky se k bázi zmenšují, dolní často zcela samostatné. Čepele lysé nebo někdy řídkě štětinatě chlupaté (hlavně po okraji a na střední žilce zespodu). Řapíky načervenalé, někdy naspodu štětinatě chlupaté.



Plod rokety seté (foto Hamouz).



Detail povrchu semene roketý seté (foto Hamouz).



Semena roketý seté, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm (foto Hamouz).



Klíčící rostlina roketky seté v růstové fázi BBCH 10 (foto Hamouz).



Klíčící rostlina roketky seté v růstové fázi BBCH 12 (foto Hamouz).

Ředkev olejná, syn. ředkev setá olejná

Raphanus sativus L. convar. *oleiferus* Sazonova et Stankevič

Čeleď: Brukvovité

Plod a semeno

Plodem je válcovitá nebo kuželovitá nafouklá zobánkatá nažka, která je 3 – 9 cm dlouhá, 7 – 25 mm široká, vícesemenná, nerozpadavá, na povrchu podélně ryhovaná, uvnitř s bílým vatovitým pletivem.

Semena jsou široce elipsoidní, 2,8 – 4 mm dlouhá, 2,4 – 3,3 mm široká, oranžově žlutá až červenohnědá, osemení síťovaně důlkované.

Klíčnická 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.



Plod ředkve olejné (foto Hamouz).



Detail povrchu semene ředkve olejné (foto Hamouz).



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



Klíční rostlina ředkve olejn \acute{e} v r \acute{u} stov \acute{e} f \acute{a} zi BBCH 10 (foto Hamouz).



Klíční rostlina ředkve olejn \acute{e} v r \acute{u} stov \acute{e} f \acute{a} zi BBCH 12 (foto Hamouz).

Řepice olejná, syn. brukev řepák olejný
Brassica rapa L. subsp. *oleifera* (DC.) Metzger
Čeľad: Brukvovité

Plod a semeno

Plodem jsou válcovité šešule s 18 – 26 semeny, odstále od vřetene plodenství v úhlu asi 30 – 45°. Chlopně s vyniklými středními žilkami; zobánek je smáčkle kuželovitý.

Semena jsou kulovitá až vejcovitá, 1,2 – 2,3 mm v průměru, černá, červenohnědá až červená. Povrch semen je význačně síťovaný.

Klíční rostlina

Hypokotyl válcovit, 20 – 30 mm dlouh, asi 1 mm tlust, lys, nafialovl. Čepele děložních listů obledvinité, 10 – 12 mm dlouh, 13 – 18 mm širok, na vrcholu mělce nebo i hlouběji vykrojen (vzdy tup), u báze krátce uat nebo staen. Řapky pblin stejn délky jako čepel, lys, naruovel.

První pravé listy často sblen, nebo stridav, čepel prvního listu eliptick a obvejit nebo někdy téměř okrouhl, 15 – 25 mm dlouh, 12 – 18 mm širok, na vrcholu tup, po okrajů v dolní polovině nepravideln lalonat, v horní polovině okraj mlej zubat nebo jen mrn zvlnn, u báze nesoumrn klnovit a uat. epel jasn zelen, odstále chlupat, zejména na líci. Žilnatina obloukoběžná. Řapk mrn žlbkovit, řidce odstále chlupat, zpoatku krat, později dosahuje až 2/3 dlky čepele.

Dal listy postupně větší, v horní polovině hlouběji nepravideln zubat, v dolní polovině často hlouběji lenn, někdy u báze samostatn urojky na řapíku. epele odstále chlupat, zejména na líci, na rubu hlavn na žilnatině. Řapky také řidce odstále chlupat (na spodu). Žilnatina výraznější, více lenn.

Epikotyl řidce odstále chlupat, další články postupně mn nebo lys.



Plod řepice olejn (foto Hamouz).



Detail povrchu semene řepice olejné (foto Hamouz).



Semena řepice olejné, dílek na měřítku odpovídá vzdálenosti 1 mm (foto Hamouz)



Klíčící rostlina řepice olejně v růstové fázi BBCH 10 (foto Hamouz).



Klíčící rostlina řepice olejně v růstové fázi BBCH 12 (foto Hamouz).

20. Literatura

- Abdollahi, L., Munkholm, L. J., Garbout, A. 2014: Tillage system and cover crop effects on soil quality: II. Pore characteristics. *Soil Science Society of America Journal*. 78(1): 271-279.
- Aldrich, R. J., Kremer, R. J. 1997: *Principles in Weed Management*. Iowa State University Press, Ames. 455 s.
- Alemaheyu, N., Becker, H. 2002: Genotypic diversity and patterns of variation in a germplasm material of Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 49(6): 573-582.
- Alluvione, F., Moretti, B., Sacco, D., Grignani, C. 2011: EUE (energy use efficiency) of cropping systems for a sustainable agriculture. *Energy*. 36(7): 4468-4481.
- Alvarado, V., Bradford, K. J. 2002: A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant, Cell and Environment*. 25: 1061-1069.
- Ammon, H. U., Scherrer, C. 1994: Untersäten in Mais zur Begrünung nach der Ernte. *Z.Pfl Krankh, Pfl Schutz, Sonderh*. 14: 421-428.
- Angelini, L. G., Ceccarini, L., Bonari, E. 2005: Biomass yield and energy balance of giant reed (*Arundo donax* L.) cropped in central Italy as related to different management practices. *European Journal of Agronomy*. 22(4): 375-389.
- Ashraf, M., McNeilly, T. 2004: Salinity tolerance in Brassica oilseed. *Critical Review of Plant Science*. 23(2): 157-174.
- Baranyk, P. (Ed.) 2010: *Olejníny*. Profi Press. 206 s.
- Barker, A., Roberts, A., Barker, H. 2014: The on-going commercialisation of biofumigants in UK agriculture. *Aspects of Applied Biology*. 5th International Symposium of Biofumigation. 126: 111-112.
- Barraclough, P. B. 1989: Root growth, macro-nutrient uptake dynamics and soil fertility requirements of a high-yielding winter oilseed rape crop. *Plant and Soil*. 119(1): 59-70.
- Barro, F., Martín, A. 1999: Response of different genotypes of *Brassica carinata* to microspore culture. *Plant Breeding*. 118(1): 79-81.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. 2001: *Seeds - Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego. 666 s.
- Beadle, C. L., Long, S. P. 1985: Photosynthesis – is it limiting to biomass production? *Biomass*. 8(2): 119-168.
- Beaudoín, N., Saad, J. K., van Laethem, C., Machet, J. M., Maucorps, J., Mary, B. 2005: Nitrate leaching in intensive agriculture in Northern France: Effect of farming practices, soils and crop rotations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 111(1-4): 292-310.
- Benda, J. 1984: *Meziplodiny v soustavě rostlinné výroby*. SZN, Praha. 83 s.
- Bennett, R., Mellon, F., Eagles, J., Botting, N. 2002: Identification of the major glucosinolate (4-mercaptopbutyl glucosinolate) in leaves of *Eruca sativa* L. (salad rocket). *Phytochemistry*. 61(1): 25-30.
- Benvenuti, S., Macchia, M. 1998: Phytochrome-mediated germination control of *Datura stramonium* L. Seeds after seed burial. *Weed Research*. 38(3): 199-205.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., Nonogaki, H. 2013: *Seeds*. Springer, New York. 392 s.
- Black, M., Bewley, J. D., Halmer, P. 2006: *The Encyclopedia of Seeds. Science, Technology and Uses*. CAB International, Wallingford, UK. 828 s.
- Boehmel, C., Lewandowski, I., Claupein, W. 2008: Comparing annual and perennial energy cropping systems with different management intensities. *Agricultural Systems*. 96(1-3): 224-236.
- Böhler, D., Dierauer, H. 2017: Messerwalze statt Glyphosat. *LOP Landwirtschaft ohne Pflug*. 5: 39-43.

- Börjesson, P. I. I. 1996: Energy analysis of biomass production and transportation. *Biomass and Bioenergy*. 11(4): 305-318.
- Bradbeer, J. W. 1988: *Seed Dormancy and Germination*. Blackie and Son Ltd. London. 146 s.
- Brant, V., Krofta, K., Kroulík, M., Procházka, P., Zábanský, P., Vopravil, J., Kabelka, D., Ježek, J. 2021a: Agrotechnika chmele ve vztahu k rozmístění kořenového systému. Agrární komora ČR, Praha. 100 s.
- Brant, V., Rychlá, A., Gališová, V., Vrbovský, V., Zábanský, P., Procházka, P. 2021b: Biologická variabilita brukvovitých meziplodin. *Úroda*. 69(11): 57-62.
- Brant, V., Kroulík, M., Šmöger, J., Zábanský, P., Škeříková, M., Hamouz, P., Tyšer, L. 2019a: Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin. Agrární komora ČR, Praha. 164 s.
- Brant, V., Šmöger, J., Slabý, J., Kroulík, M., Zábanský, P., Ryčl, D., Škeříková, M., Hofbauer, M. 2019b: Mák s podsevem jarního ječmene. *Úroda*. 3(67): 41-48.
- Brant, V., Škeříková, M., Kroulík, M., Kubín, K., Hamsa, J., Kunte, J., Hofbauer, M. 2019c: Pásové výsevy meziplodin v pěstebních systémech kukuřice seté. *Agromanuál*. 14(2): 104-109.
- Brant, V., Kroulík, M., Šmöger, J., Zábanský, P., Škeříková, M., Krček, V., Kunte, J. 2018: Pěstební systémy ozimé pšenice - Využití pomocných plodin a směsných plodin. *Úroda*. 6: 20-22.
- Brant, V., Nýč, M., Kroulík, M., Zábanský, P., Škeříková, M. 2017a: Technologické postupy optimalizace tvorby seťového lože s využitím systémů zonálního hnojení. *Certifikovaná metodika*. Kurent, České Budějovice. 108 s.
- Brant, V., Škeříková, M., Zábanský, P., Kroulík, M., Petrásek, S., Mrázek, L., Kunte, J. 2017b: Technologické postupy zakládání porostů vicedruhových směsí meziplodin. *Agromanuál*. 12(11-12): 96-101.
- Brant, V., Zábanský, P., Škeříková, M., Kroulík, M., Hofbauer, M., Kunte, J. 2017c: Morfologická variabilita meziplodin. *Agromanuál*. 12(6): 108-112.
- Brant, V., Kroulík, M., Zábanský, P., Škeříková, M. 2016a: Seťové lůžko a abiotické faktory ovlivňující klíčení a vzházení. *Úroda*. 64(2): 12-16.
- Brant, V., Kroulík, M., Zábanský, P., Škeříková, M. 2016b: Přesné a variabilní setí ozimé řepky. *Úroda*. 64(7): 40-43.
- Brant, V., Škeříková, M., Zábanský, P., Tyšer, L. 2015: Dynamika růstu meziplodin. *Farmář*. 21(10): 32-36.
- Brant, V., Pivec, J., Fuksa, P., Neckář, K., Kocourková, D., Venclová, V. 2011: 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., Kasal, P., Pivec, J., Neckář, K., Fuksa, P. 2010: Produkce biomasy strniskových meziplodin v rozdílných výrobních oblastech. *Agromanuál*, 5(8): 59-63.
- 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., Fuksa, P., Kocourková, D., Pivec, J., Neckář, K., Venclová, V. 2009b: Strniskové meziplodiny – stabilizátory energetické bilance zemědělských systémů. *Agromanuál*. 4(7): 54-57.
- Brant, V., Balík, J., Fuksa, P., Hák, J., Holec, J., Kasal, P., Neckář, K., Pivec, J., Prokinová, E. 2008: *Meziplodiny*. Kurent, České Budějovice. 86 s.
- Brant, V., Neckář, K., Fuksa, P., Pivec, J., Venclová, V. 2006: Entwicklung der Verunkrautung in verschiedenen Beständen von Sommerzwischenfrüchten. *Z.PflKrankh. PflSchutz, Sonderh.* 20: 309-316.
- Brunotte, J., Fröba, N. 2007: Schlaggestaltung – kostensenkend und bodenschonend. *KTBL-Schrift* 460. Darmstadt. 178 s.
- Copeland, L. O., McDonald, M. B. 1995: *Principles of seed science and technology*. New York: Chapman & Hall. USA. 467 s.
- Dalgaard, T., Halberg, N., Porter, J. R. 2001: A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 87(1): 51-65.

- Durán, J. M., Retanal, N. 1989: Coat Structure and Regulation of Dormancy in *Sinapis arvensis* L. Seed. Journal of Plant Physiology. 135(2): 218-222.
- El Bassam, N. 1996: Renewable energy – potential energy crops for Europe and the Mediterranean region. Food and Agriculture Organization, Rome. 199 s.
- Entrup, L. N., Oehmichen, J. 2000: Lehrbuch des Pflanzenbaues, Bd. 2: Kulturpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen. 798 s.
- 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(1): 3-11.
- Eriksen, J., Thorup-Kristensen, K., Askegaard, M. 2004: Plant availability of catch crop sulfur following spring incorporation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 167(5): 609-615.
- Estler, M., Knittel, H. 1996: Praktische Bodenbearbeitung. DLG - Verlag, Frankfurt. 264 s.
- Falasca, S. L., Flores, N., Lamas, M. C., Carballo, S. M., Anschau, A. 2010: *Crambe abyssinica*: An almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. International Journal of Hydrogen Energy. 35(11): 5808-5812.
- Fábry, A. (Ed.) 1975: Řepka, hořčice, mák a slunečnice. Státní zemědělské nakladatelství v Praze. Praha. 358 s.
- Flury, D., Bauer, F., Streit, B. 2017: Optimieren mit Gründüngungen. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 12: 12-19.
- Freyer, B., 2003: Fruchtfolgen. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart. 230 s.
- Fuksa, P., Hakl, J., Brant, V. 2013: Energy balance of catch crops production. Zemdirbyste-Agriculture. 100(4): 355-362.
- Fuksa, P., Hakl, J., Hrevušová, Z., Šantrůček, J., Gerndtová, I., Habart, J. 2012: Utilization of permanent grassland for biogas production. 171-196. In: Sahin, A. S. (Ed.). Modeling and optimization of renewable energy systems. Rijeka, Croatia.
- Fuksa, P., Kocourková, D., Hakl, J., Červenková, H. 2006a: Akumulace energie spalného tepla u kukuřice. 71-74. In: Černošek, Z. (Ed.): 28. mezinárodní slovenský a český kalorimetrický seminář. Poľana u Hriňové, Slovenská republika.
- Fuksa, P., Kocourková, D., Hakl, J., Kalista, J. 2006b: Influence of weed infestation on the calorific value and chemical composition of maize (*Zea mays* L.). Z.PflKrankh. PflSchutz. Sonderh. XX: 823-830.
- Garbe, V., Heitefuss, R. 1988: Beeinflussung der Verunkrautung durch Senf-Zwischenfrüchte in Systemen der Mulchsaat zu Zuckerrüben. Z.PflKrankh. PflSchutz. Sonderh. XI: 323-327.
- Gesch, R. W., Dose, H. L., Forcella, F. 2017: Camelina growth and yield response to sowing depth and rate in the northern Corn Belt USA. Industrial Crops and Products. 95: 416-421.
- Gesch, R. W., Archer, D., Berti, M. 2014: Dual cropping winter camelina with soybean in the northern corn belt. Agronomy Journal. 106(5): 1735-1745.
- Getinet, A., Rakow, G., Raney, J. P., Downey, R. K. 1997: Glucosinolate content in interspecific crosses of *Brassica carinata* with *B. juncea* and *B. napus*. Plant Breeding. 116(1): 39-46.
- Gregory, P. J. 2006: Plant Roots: Growth, Activity and Interaction with Soils. Wiley-Blackwell. 352 s.
- Gregory, P. J., McGowan, M., Biscoe, P. V., Hunter, B. 1978: Water relations of winter wheat: 1. Growth of the root system. The Journal of Agricultural Science. 91(1): 91-102.
- Gruber, S., Pekrun, C., Claupein, W. 2005: Life cycle and potential gene flow of volunteer oilseed rape in different tillage systems. Weed Research. 45(2): 83-93.
- Gruber, S., Pekrun, C., Claupein, W. 2004a: Population dynamics of volunteer oilseed rape (*Brassica napus* L.) affected by tillage. European Journal of Agronomy. 20(4): 351-361.
- Gruber, S., Pekrun, C., Claupein, W. 2004b: Reducing oilseed rape (*Brassica napus*) volunteers by selecting genotypes with low seed persistence. Journal of Plant Diseases and Protection. 19: 151-159.

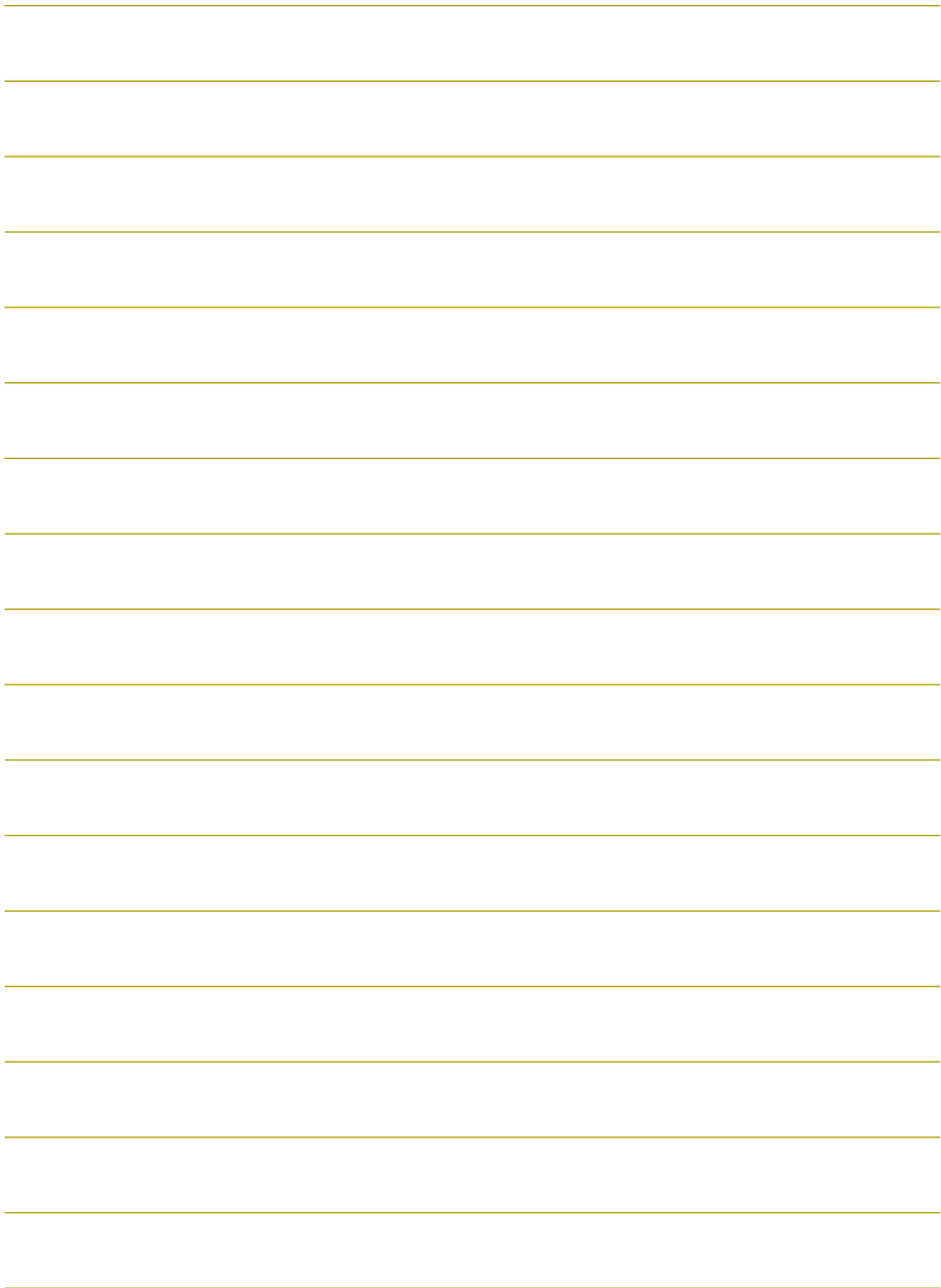
- Gulick, S. H., Grimes, D. W., Goldhamer, D. A., Munk, D. S. 1994: Cover-crop-enhanced water infiltration of a slowly permeable fine sandy loam. *Soil Science Society of America Journal*. 58(5): 1539-1546.
- Hák, J., Mášková, K., Fuksa, P., Šantrůček, J. 2010: The changes in gross energy content in lucerne leave and stems in the first cut. 130-133. In: Jambor, V. (Ed.): *Forage Conservation. Proceedings of the 14th International Symposium*, Brno.
- Hartge, K. H., Horn, R. 1999: *Einführung in die Bodenphysik*. F. Encke Verlag, Stuttgart. 304 s.
- Hejný, S., Slavík, B. (Eds.) 1992: *Květena České republiky 3*. Academia, Praha. 542 s.
- Henke, W., Bräutigam, V. 2018: *Zwischen- und Zweitfrüchte im Pflanzenbau*. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. MKL Druck GmbH & Co., Ostbevern. 139 s.
- Hoffmann, G. M., Schmutterer, H. 1999: *Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, Stuttgart.
- Holec, J. 2020: Meziplodiny jako zaplevelující rostliny v následných plodinách. *Farmář*. 26(10): 13-15.
- Holec, J., Kohout V., Soukup J. 2003: Olejníny jako zaplevelující rostliny následných plodin. *Úroda*. 51(2): 14-15.
- Hupfer, P., Chmielewski, F. M. 1990: *Das Klima von Berlin*. Akademie, Berlin. 288 s.
- Hülsbergen, K.-J., Feil, B., Biermann, S., Rathke, G.-W., Kalk, W.-D., Diepenbrock, W. 2001: A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 86(3): 303-321.
- Chen, G., Weil, R. R. 2010: Penetration of cover crop roots through compacted soils. *Plant and Soil*. 331: 31-43.
- Inovation (2017): *Abessinischer Senf für den frühen Zwischenfruchtanbau*. 2: 17.
- Jaafar, M. N., Stone, L. R., Goodrum, D. E. 1993: Rooting depth and dry matter development of sunflower. *Agronomy Journal*. 85(2): 281-286.
- Jian, J., Du, X., Stewart, R. D. 2020: A database for global soil health assessment. *Scientific Data*. 7(16): 1-8.
- Johnson, J. M. F., Coleman, M. D., Gesch, R. W., Jaradat, A. A., Mitchell, R., Reicosky, D. C., Wilhelm, W. W. 2007: Biomass-bioenergy crops in the United States: a changing paradigm. *American Journal of Plant Science and Biotechnology*. 1(1): 1-28.
- Kahnt, G. 1980: *Gründüngung*. DLG-Verlag, München. 145 s.
- Kasal, P., Brant, V., Čepl, J., Holec, J. 2007: Biomass production and plant cover of catch crops in potato growing area. *Vědecké práce 15, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod*. 119-128.
- Kaufmann, M. R., Michel, B. E. 1973: The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000. *Plant Physiology*. 51(5): 914-916.
- Kirkegaard, J., Sarwar, M. 1998: Biofumigation potential of brassicas. *Plant and Soil*. 201: 71-89.
- Kittler, R., Mikler, J. 1986: *Základy využívania slnečného žiarenia*. Veda, Bratislava. 150 s.
- Kohout, V. 1996: *Kulturní rostliny jako plevel následných plodin*. Studijní informace ÚZPI. 29 s.
- Kolbe, H., Meyer, D., Dittrich, B., Köhler, B., Schmidtko, K., Wunderlich, B., Lux, G. 2011: *Berichte aus dem Ökolandbau. Schriftenreihe, Heft 6*. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden. 96 s.
- Krieger-Liszkay, A., Krupinska, K., Shimakawa, G. 2019: The impact of photosynthesis on initiation of leaf senescence. *Physiologia Plantarum*. 166(1): 148-164.
- Kumar, G., Purty, R. S., Sharma, M. P., Singla-Pareek, S. L., Pareek, A. 2009: Physiological responses among *Brassica* species under salinity stress show strong correlation with transcript abundance for SOS pathway-related genes. *Journal of Plant Physiology*. 166(5): 507-520.
- Kura-Hotta, M., Satoh, K., Katoh, S. 1987: Relationship between photosynthesis and chlorophyll content during leaf senescence of rice seedlings. *Plant and Cell Physiology*. 28(7): 1321-1329.

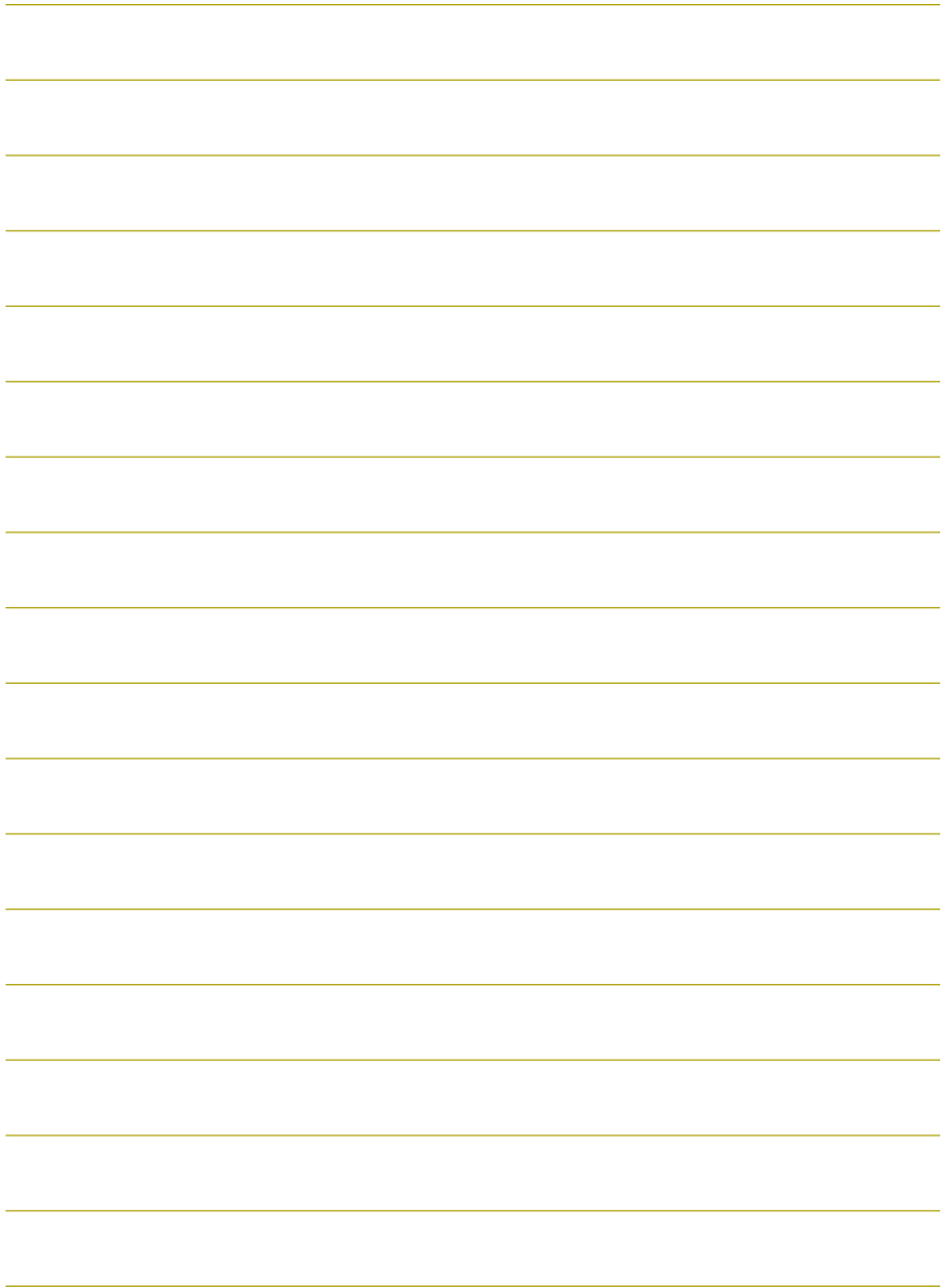
- Kutschera, L., Lichtenegger, E., Sobotik, M. 2009: Wurzelatlas der Kulturpflanzen gemäßigter Gebiete mit Arten des Feldgemüsebaues. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. 550 s.
- Kvěch, O., Baláš, J., Kos, M., Křišťan, F., Skala, J., Strnad, P., Šimon, J., Vrkoč, F. 1985: Osevní postupy. SZN, Praha. 203 s.
- Landschreiber, M., Schleich-Saidfar, C., Henne, U., Voßhenrich, H. H. 2017: Sommerungen oder Spätsaaten? LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 9/10: 28-34.
- Lang, H. 1994: Aufgaben des Zwischenfruchtbaues und seine Integration in Kartoffelruchtfolgen. Kartoffelbau. 45: 304-307.
- Larcher, W. 2001: Physiological plant ecology. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart. 513 s.
- Lawson, A. N., Van Acker, R. C., Friesen, L. E. 2006: Emergence timing of volunteer canola in spring wheat fields in Manitoba. Weed Science. 54(5): 873-882.
- Long, W. H., Pu, H. M., Zhang, J. F., Qi, C. K., Zhang, X. K. 2013: Screening of *Brassica napus* for salinity tolerance at germination stage. Chinese Journal of Oil Crop Sciences. 35(3): 271-275.
- Lovett, J. V., Jackson, H. F. 1980: Allelopathic activity of *Camelina sativa* (L.) Crantz in relation to its phyllosphere bacteria. New Phytologist. 86(3): 273-277.
- Lutman, P. J. W., Freeman, S. E., Pekrun, C. 2003: The long-term persistence of seeds of oilseed rape (*Brassica napus*) in arable fields. Journal of Agricultural Science. 141: 231-240.
- Macek, J., Straka, J., Bogusch, P., Dvořák, L., Bezděčka, P., Tyrner, P. 2010: Blanokřídli České republiky: Žahadloví. I. Academia. Praha. 524 s.
- Martinková, Z., Honěk, A. 2000: Variation in seasonal cycles of germination of buried seeds of barnyardgrass, *Echinochloa crus-galli*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft. 17: 133-138.
- Martinková, Z., Honěk, A., Štolcová, J. 1997: The incidence of seed primary dormancy in weed species in the Czech Republic. Ochrana rostlin. 33: 265-279.
- Mass, E. V., Hoffman, G. J. 1977: Crop salt tolerance: Current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division. American Society of Civil Engineers. 103: 115-134.
- Mayaki, W. C., Teare, I. D., Stone, L. R. 1976: Top and root growth of irrigated and nonirrigated soybeans. Crop Science. 16(1): 92-94.
- Minkevič, I. A., Borkovskij, V. J. 1953: Olejniny. Severočeské tiskárny. 393 s.
- Mohler, C. S. 2001: Weed life history: identifying vulnerabilities. In: Liebman, M., Mohler, C. L., Staver, C. P.: Ecological Management of Agricultural Weeds. Cambridge University Press, Cambridge. 40-98.
- Moise, J. A., Han, S., Gdynaite-Savitch, L., Johnson, D. A., Miki, B. L. A. 2005: Seed coats: structure, development, composition, and biotechnology. In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant. 41: 620-644.
- Moreno, M. M., Lacasta, C., Meco, R., Moreno, C. 2011: Rainfed crop energy balance of different farming systems and crop rotations in a semi-arid environment: Results of a long term trial. Soil and Tillage Research. 114(1): 18-27.
- Morinaga, T. 1934: Züchter. 7: 50.
- Mudroch, A. J., Ellis, R. H. 2000: Dormancy, Viability and Longevity. 183-214. In: Fenner, M.: Seeds - The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CABI Publishing, Oxon. 399 s.
- Musaev, F., Priyatkin, N., Potrakhov, N., Beletskiy, S., Chesnokov, Y. 2022: Assessment of Brassicaceae Seeds Quality by X-ray Analysis. Horticulturae. 8(29): 1-15.
- Neckář, K., Brant, V., Nečasová, M., Nováková, K., Venclová, V. 2008: Germination of weed species from Asteraceae family under water deficit conditions. Journal of Plant Diseases and Protection. 21: 271-276.
- Nicolay, R., Sikora, R. A. 1989: Influence of green manure and other organic amendments on the population dynamics of the sugar beet cyst nematode *Heterodera schachtii* Schmidt. Journal of Pest Science. 62: 105-114.

- Nitzsche, O., Schmidt, W., Richter, W. 2000: Minderung des P-Abtrags von Ackerflächen durch konservierende Bodenbearbeitung. Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft. 92: 178-181.
- Olson, K., Ebelhar, S. A., Lang, J. M. 2014: Long-term effects of cover crops on crop yields, soil organic carbon stocks and sequestration. Open Journal of Soil Science. 4: 284-292.
- Pavlović, I., Mlinarić, S., Tarkovská, D., Oklestkova, J., Novák, O., Lepeduš, H., Vujčić Bok, V., Radić Brkanac, S., Strnad, M., Salopek-Sondi, B. 2019: Early Brassica crops responses to salinity stress: A comparative analysis between chinese cabbage, white cabbage, and kale. Frontiers In Plant Science. 10: 450.
- Pekrun, C., Lutman, P. J. W., Buechse, A., Albertini, A., Claupein, W. 2006: Reducing potential gene escape in time by appropriate post-harvest tillage - Evidence from field experiments with oilseed rape at 10 sites in Europe. European Journal of Agronomy. 25(4): 289-298.
- Pekrun C., Claupein W. 2001: Einfluß der Stoppelbearbeitung auf Ertragsbildung und Unkrautauflkommen 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. 203-206.
- Pelikán, J., Knotová, D., Hofbauer, J. 2019: Atlas olejnatých rostlin. Agriprint s.r.o. 236 s.
- Pelikán, J., Knotová, D., Hofbauer, J. 2016: Méně známé druhy zemědělských plodin. Agriprint s.r.o. 272 s.
- Plaza, A., Ceglarek, F. P. 2006: Jakosc bulw ziemniaka jadalnego nawozzonego wsiewkami miedzyplonowymi i sloma jeczmienia jarego. Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych. 511: 217-223.
- Preininger, M. 1987: Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha. 29 s.
- Probert, R. J., Hay, F. 2000: Seed Technology and Its Biological Basis. 184-225. In: Black, M., Bewley, J. D. (Eds.): Sheffield Academic Press. Sheffield. 419 s.
- Prugar, J. (Ed.) 2008: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský. 327 s.
- Purty, R. S., Kumar, G., Singla-Pareek, S. L., Pareek, A. 2008: Towards salinity tolerance in Brassica: an overview. Physiology and Molecular Biology of Plants. 14(1-2): 39-49.
- Radosevich, S. R., Holt, J., Ghera, C. 1997: Weed Ecology: implications for management. 2nd edition. John Willey & Sons, NewYork. 589 s.
- Rasmussen, I. A., Askegaard, M., Olesen, J. E., Kristensen, K. 2006: Effects on weeds of management in newly converted organic crop rotations in Denmark. Agriculture, Ecosystems and Environment. 113(1-4): 184-195.
- Renius, W., Entrup, E. L. 1985: Zwischenfruchtbau. Zur Futtergewinnung und Gründüngung. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. 243 s.
- Riaz, R., Ahmed, I., Sizmaz, O., Ahsan, U. 2022: Use of *Camelina sativa* and By-Products in Diets for Dairy Cows: A Review. Animals. 12(9): 1082.
- Rösch, C., Skarka, J., Raab, K., Stelzer, V. 2009: Energy production from grassland – Assessing the sustainability of different process chains under German conditions. Biomass and Bioenergy. 33(4): 689-700.
- Samarappuli, D., Zanetti, F., Berzuini, S., Berti, T. M. 2020: Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): A Non-Food Oilseed Crop with Great Potential: A Review. Agronomy. 10(9): 1380.
- Saska, P. 2003: Úloha semen v životním cyklu střevlíkovitých (*Coleoptera: Carabidae*). XVI. Slovenská a česká konference o ochraně rostlin, Nitra. 209-210.
- Seepaul, R., Kumar, S., Iboyi, J. E., Bashyal, M., Stansly, T. L., Bennett, R., Boote, K. J., Mulvaney, M. J., Small, I. M., George, S., Wright, D. L. 2021: *Brassica carinata*: Biology and agronomy as a biofuel crop. GCB Bioenergy. 13(4): 582-599.

- Rauf, S.M., Rauf, M., Gul, H., Khan, A. A., Yaseen, T., Butt, Z. A., Latif, M., Rehman, K. U. 2021: Screening of local Brassica varieties for salt tolerance at germination and seedling establishment stage. *Journal of Pure and Applied Agriculture*. 6(2): 65-76.
- Selçuk, M., Grossmann, F. 2005: Einfluss der Gründüngung auf das Auftreten der Fusarium-Welke an Baumwolle in Gefäßversuchen. *Plant and Soil*. 26: 413-431.
- Shivendra, K., Seepaul, R., Mulvaney, M. J., Colvin, B., Sheeja, G., Marois, J. J., Bennett, R., Leon, R., Wright, D. L., Small, I. M. 2020: Brassica carinata genotypes demonstrate potential as a winter biofuel crop in South East United States. *Industrial Crops and Products*. 150: 112353.
- Shonnard, D. R., Williams, L., Kalnes, T. N. 2010: Camelina-derived jet fuel and diesel: Sustainable advanced biofuels. *Environmental Progress Sustainable Energy*. 29(3): 382-392.
- Schmidt, W. 2000: Mulchlegen bringt Sicherheit. *Bauernzeitung*. 18: 29-31.
- Schneider, J. 2019: Anspruchloser Pfahlwurzler. *LOP Landwirtschaft ohne Pflug*. 5: 34-37.
- Simard, M. J., Legere, A., Pageau, D., Lajeunesse, J., Warwick, S. 2002: The frequency and persistence of volunteer canola (*Brassica napus*) in Quebec cropping systems. *Weed Technology*. 16(2): 433-439.
- Sobotik, M., Eberwein, R. K., Bodner, G., Stangl, R., Loiskandl, E. 2020: Pflanzenwurzeln. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. 316 s.
- Springer, T. L. 2005: Germination and early seedling growth of chaffy - seeded grasses at negative water potential. *Crop Science*. 45(5): 2075-2080.
- Stehlik, V. (Ed.) 1968: *Naučný slovník zemědělský 2 E-J*. Ústav vědeckotechnických informací ÚZPV. SZN Praha, Praha. 1218 s.
- Stražil, Z. 2010: *Základy pěstování a možnosti využití krambe*. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. 22 s.
- Stražil, Z. 2008: *Základy pěstování a možnosti využití lničky seté*. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. 22 s.
- Sukovata, L., Jaworski, T., Kolk, A. 2015: Efficacy of Brassica juncea granulated seed meal against Melolontha grubs. *Industrial Crops and Products*. 70(8): 260-265.
- Šmöger, J., Brant, V. 2020: Zelené pásy v porostech kukuřice. *Zemědělec*. 28 (47): 18-20.
- Tayfur G. 2011: Modeling water stress effect on soil salinity. *Climate change and its effects on water resources*. 22: 191-201.
- Tsubo, M., Walker, S., Mukhala, E. 2001: Comparisons of radiation use efficiency of mono-/inter-cropping systems with different row orientations. *Field Crops Research*. 71(1): 17-29.
- Uteau, D., Pagenkemper, S. K., Peth, S., Horn, R. 2013: Root and time dependent soil structure formation and its influence on gas transport in the subsoil. *Soil and Tillage Research*. 132: 69-76.
- Vach, M., Hermuth, J. 2007: Význam strniskových mezplodin ve struktuře rostlinné výroby. *Nové Agro*. 0(1): 68-70.
- Van den Akker, J. J. H., Schjønning, P. 2004: Subsoil compaction and ways to prevent it. Chapter 10. 163-184. In: Schjønning, P., Elmholt, S., Christensen, B. T. 2004: *Managing soil quality: challenges in modern agriculture*. Kluwer Academic Publishers. CAB International.
- Venturi, P., Venturi, G. 2003: Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems. *Biomass and Bioenergy*. 25(3): 235-255.
- 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 sowing date and crops species. *Plant and Soil*. 195(2): 299-309.
- Voškeruša, J. (Ed.) 1965: *Pěstování olejnin v ČSSR*. Státní zemědělské nakladatelství v Praze. Praha. 327 s.
- Westerman, P. R., van der Werf, W., Kropff, M. J. 2002: Epigeic weed seed predation in organic cereal field in the Netherlands and the impact on population dynamics. 12th EWRS Symposium Wageningen 2002 – Proceedings. 272-276.

- Wuest, S. B. 2002: Water transfer from soil to seed: The role of vapor transport. Soil Science Society of America Journal. 66: 1760-1763.
- Zamani, Z., Nezami, M. T., Habibi, D., Khorshidi, M. B. 2010: Effect of quantitative and qualitative performance of four canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity conditions. Advances in Environmental Biology. 4(3): 422-427.
- Zanetti, F., Monti, A., Berti, M. T. 2013: Challenges and opportunities for new industrial oilseed crops in EU-27: A review. Industrial Crops and Products. 50: 580-595.
- Zentner, R. P., Basnyat, P., Brandt, S. A., Thomas, A. G., Ulrich, D., Cambell, C. A., Nagy, C. N., Frick, B., Lemke, R., Malhi, S. S., Fernandez, M. R. 2011: Effects of input management and crop diversity on non-renewable energy use efficiency of cropping systems in the Canadian Prairie. European Journal of Agronomy. 34(2): 113-123.
- Zhang, Z., Peng, X. 2021: Bio-tillage: A new perspective for sustainable agriculture. Soil and Tillage Research. 206: 104844.
- Zubr, J. 1997: Oil-seed crop: *Camelina sativa*. Industrial Crops and Products. 6(2): 113-119.
- Zuluaga, D. L., van Ommen Kloeke, A. E. E., Verkerk, R. 2015: Biofumigation using a wild *Brassica oleracea* accession with high glucosinolate content affects beneficial soil invertebrates. Plant Soil. 394: 155-163.







ISBN - 978-80-88351-23-8

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