



OVĚŘENÁ TECHNOLOGIE (Z_{TECH})

Pěstování druhově bohatých směsí meziplodin v podmínkách sušší oblasti jižní Moravy

VLADIMÍR SMUTNÝ, LENKA PORČOVÁ, MICHAL RÁBEK,
PETR ELZNER, SILVIA JANČOVÁ, JAKUB KOVÁŘ



MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

**Pěstování druhově bohatých směsí meziplodin
v podmínkách sušší oblasti jižní Moravy**

OVĚŘENÁ TECHNOLOGIE (Z_{tech})

VLADIMÍR SMUTNÝ, LENKA PORČOVÁ, MICHAL RÁBEK,
PETR ELZNER, SILVIA JANČOVÁ, JAKUB KOVÁŘ

Brno, 2024

Pěstování druhově bohatých směsí meziplodin v podmínkách sušší oblasti jižní Moravy

V ověřené technologii byly získány výsledky o produkci biomasy meziplodinové směsi v poloprovozních podmínkách zemědělského podniku DVP Agro a.s. Byly ověřeny postupy, jak efektivně zakládat meziplodiny v sušších podmínkách. Technologie je zdrojem nových praktických poznatků o pěstování meziplodin, které jsou přímo využitelné u odborné veřejnosti a v podmínkách zemědělské praxe. Byly ověřeny postupy přímého setí meziplodin (s využitím secích strojů Horsch Focus a SLY Agrisem Boss) do strniště po sklizni hlavní plodiny. Výnos biomasy v sušině u nadzemní hmoty se v letech 2021–2023 pohyboval v rozmezí 2,36–6,93 t.ha⁻¹. V rámci hodnocení podílu jednotlivých druhů meziplodin na celkové produkci nadzemní biomasy byl patrný dominantní podíl ředkve olejné a ř. čínské. Zástupci jetelovin (jetel šípovitý, j. perský a j. alexandrijský), stejně jako řeřicha setá a lnička setá, byly natolik potlačeny, že se nevyskytovaly téměř vůbec nebo jen velmi málo. Na základě analýzy nadzemní biomasy byl zjištěn poměr C:N v průměru všech lokalit v rozmezí 14–19:1. U podzemní biomasy byl poměr C:N mezi 18–33:1.

Klíčová slova: směsi meziplodin, produkce biomasy, úrodnost půdy

Cultivation of species-rich cover crop mixtures in the drier conditions of South Moravia

The following results on biomass production of the cover crop mixture in the semi-operational field conditions of the agricultural enterprise DVP Agro a.s. were tested using verified technology. The procedures for effectively establishing cover crops in drier conditions were verified. The technology is a source of new practical knowledge about the cultivation of cover crops, which are directly usable by the professional public and in agricultural practice. The procedures for directly covering crops (using Horsch Focus and SLY Agrisem Boss drilling machines) in the stubble after harvesting the main crops were verified. The biomass yield in dry matter of aboveground mass ranged between 2.36–6.93 t ha⁻¹ in 2021–2023. The dominant share of oilseed radish and Chinese radish was evident in assessing the share of individual cover crop types in the total aboveground biomass production. Representatives of clovers (arrowleaf clover, Persian clover, and Alexandrian clover), cress, and flax were so suppressed that they occurred almost not at all or only very rarely. Based on the analysis of aboveground biomass, the C: N ratio was found to be on average in all locations in the range of 14–19:1. For belowground biomass, the C: N ratio was between 18–33:1.

Keywords: cover crop mixtures, biomass production, soil fertility

Ověřená technologie vznikla za finanční podpory Technologické agentury ČR (TA ČR) v rámci řešení projektu č. SS02030018 „Centrum pro krajinu a biodiverzitu“.

V ověřené technologii byly využity dílčí výsledky získané při zpracování diplomových prací:

Výnos a kvalitativní parametry biomasy u různých meziplodinových směsí. Silvia Jančová, Mendelova univerzita v Brně, 2023, 81 s.

Vliv termínu založení porostu meziplodinové směsi na produkci biomasy. Jakub Kovář, Mendelova univerzita v Brně, 2024, 83 s.



T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

Autorský kolektiv

doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D.¹

Ing. Lenka Porčová, Ph.D.¹

Ing. Michal Rábek¹

Ing. Petr Elzner, Ph.D.¹

Ing. Silvia Jančová

Ing. Jakub Kovář

¹ Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

Kontakt na vedoucího autorského kolektivu: vladimir.smutny@mendelu.cz

Publikace neprošla jazykovou úpravou.

Citace: Smutný V., Porčová L., Rábek M., Elzner P., Jančová S., Kovář J. 2024. Pěstování druhově bohatých směsí meziplodin v podmínkách sušší oblasti jižní Moravy. Ověřená technologie Mendelova univerzita v Brně, 37 s.

© **Mendelova univerzita v Brně, 2024**

OBSAH

1	Úvod	7
2	Cíl ověřené technologie	7
3	Současný stav řešené problematiky	7
3.1	<i>Pozitivní efekty pěstování meziplodin</i>	7
3.2	<i>Negativní dopady pěstování meziplodin</i>	8
3.3	<i>Význam meziplodin v regenerativním zemědělství</i>	9
4	Vlastní popis ověřené technologie	10
4.1	<i>Představení zemědělského podniku</i>	10
4.2	<i>Půdně-klimatické podmínky</i>	10
4.3	<i>Popis založení poloprovozních polních pokusů</i>	14
4.4	<i>Metodika hodnocení produkce biomasy</i>	16
4.5	<i>Metodika měření vlhkosti půdy</i>	17
4.6	<i>Dosažené výsledky</i>	17
4.6.1	Produkce biomasy meziplodin	17
4.6.2	Obsah živin v biomase	18
4.6.3	Procentické zastoupení druhů v meziplodinové směsi	21
4.6.4	Počet vzešlých rostlin	24
4.6.5	Výška rostlin	25
4.6.6	Dynamika půdní vlhkosti	26
5	Doporučení pro praxi	27
6	Ekonomické aspekty	29
7	Srovnání novosti postupů a uplatnění ověřené technologie	29
8	Závěr	29
9	Použitá literatura	30
10	Fotodokumentace	33

1 ÚVOD

Stále více zemědělců má zájem pěstovat meziplodiny, nejen pro naplnění legislativních podmínek, ale s cílem chránit půdu a udržovat její úrodnost. Změna klimatu zvyšuje nároky na zemědělce a nutí je přizpůsobovat své pěstební technologie vyšším teplotám a nepravidelnému rozložení srážek. Intenzivní zemědělství založené na tradičních postupech často vede k úbytku organické hmoty v půdě, vytváření utužených vrstev půdy a snižování její biologické aktivity. To výsledně vede k nižší schopnosti zadržovat vodu v půdním profilu a tím k většímu riziku vodní eroze, zejména v případě intenzivních dešťů. Kvalita půdy v tom hraje zásadní roli, protože zdravá půda zadrží mnohem více vody, než půda poškozená. Schopnost půdy zadržovat vodu souvisí s pravidelným přísunem organické hmoty, s funkcí půdních organizmů, které jsou schopny tuto hmotu přeměnit na jednotlivé živiny, které jsou využitelné pro pěstované plodiny.

Každý dobrý hospodář ví, že půda není jen výrobní nástroj, ale má mnoho dalších mimoprodukčních funkcí. Zadržování vody půdou je jedna z jejích nejdůležitějších funkcí. K eliminování uvedených problémů a ke zlepšení úrodnosti půdy by mohlo být řešením zařazení meziplodin do osevních postupů. Meziplodiny mají mnohostranný význam. Působí jako přerušovač obilných sledů, obohacují půdu o organickou hmotu a vytvářejí rostlinný kryt, který chrání půdu před erozí a degradací, čímž mohou pomoci zlepšit kvalitu půdy.

Meziplodiny jsou jednoznačně nejlevnější a nejjednodušší způsob, jak zásobovat půdu organickou hmotou, podpořit její retenční schopnost a zlepšit hospodaření s vodou i živinami. Jsou nepostradatelnou součástí osevních postupů pro ochranu půdy proti erozi, omezují ztráty živin vyplavením a ovlivňují zaplevelení.

2 CÍL OVĚŘENÉ TECHNOLOGIE

Cílem bylo představit možnosti pěstování meziplodin v podmínkách sušší oblasti jižní Moravy. Experimentální část práce vychází ze tříletých poloprovozních polních pokusů v zemědělském podniku DVP Agro a.s., kdy na celkem 10 pozemcích byla pěstována vícedruhová meziplodinná směs. Porost meziplodinné směsi byl založen v různých termínech po sklizni hlavní plodiny, s různým zpracováním půdy a hnojením. Byla vyhodnocena produkce biomasy včetně obsahu živin a také druhového složení.

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Meziplodiny jsou plodiny, které se zařazují do osevního postupu po sklizni předplodiny v meziorostním období před následnou plodinou. Cílem pěstování meziplodin není dosažení zisku, ale podpora mimoprodukčních a ekosystémových funkcí zemědělských systémů (Justes, 2017).

3.1 POZITIVNÍ EFEKTY PĚSTOVÁNÍ MEZIPLODIN

Po vzejití v letním období vytvoří meziplodiny vegetační pokryv, který chrání povrch půdy před vysokými teplotami a zároveň omezuje evapotranspiraci. Colla et al. (2000) zjistili, že meziplodiny zvyšují jak schopnost zadržovat vodu, tak propustnost půdy. Obdobně Folorunso et al. (1992), Martens et Frankenberger (1992) a Joyce et al. (2002) zjistili zlepšenou infiltraci dešťových srážek na polích s meziplodinou ve srovnání s černým úhorem (Quintarelli et al., 2022). Tímto pokryvem je půda chráněna před vodní a větrnou erozí (Magdoff et van Es, 2019), přičemž tuto funkci si zachovává i později umrtvený mulč, pokud jsou využívány tzv. půdoochranné technologie zpracování půdy. Jednotlivé druhy meziplodin odlišným způsobem prokořeňují půdu, což vede k omezení zhutnění půdy (Badalíková et Bártlová, 2014). Z tohoto pohledu je velmi účinné pěstování ředkve čínské (*Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus*), která má mohutný kulový kořen se schopností pronikat do půdy do velké hloubky (Stocking Gruver et al., 2010). Ve skutečnosti, na rozdíl od holé půdy, pěstování meziplodin zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy (např. strukturní stav a stabilitu půdních agregátů, schopnost zadržovat vodu, rychlost infiltrace; Laloy et Biielders, 2010; García-González et al., 2018).

Vyprodukovaná biomasa je zdrojem primární organické hmoty, která obsahuje uhlík, dusík a další živiny, které se po mineralizaci uvolňují zpět do půdy a jsou znovu využitelné pro následné plodiny v osevním postupu. Důležitou funkcí meziplodin je zvyšování obsahu uhlíku v půdě (Semmartin et al., 2023, Adetunji et al., 2020, Duval et al., 2016). Druhy z čeledi *Poaceae* obvykle vytvářejí značné množství nadzemní i podzemní hmoty, a proto jsou považovány za významný zdroj půdní organické hmoty.

Mezi další významné funkce meziplodin patří omezení vyplavování dusičnanů a dalších živin do podzemních vod, pokud jsou k dispozici v období po sklizni hlavní plodiny (Thapa et al., 2018). Významnými komponenty ve směsích meziplodin jsou zástupci čeledi *Fabaceae* z důvodu biologické fixace vzdušného dusíku. Schopnost využít atmosférický dusík vlivem symbiózy s hlízkovými bakteriemi leguminóz má zásadní význam v biosféře a v zemědělských systémech (Rose, 2008). Biologická fixace je klíčovou složkou koloběhu dusíku v přírodě. Oproti aplikaci syntetických hnojiv má fixace dusíku do půdy environmentální výhody.

Papp et al. (2018) zjistili, že pěstování meziplodin přímo ovlivňuje prostředí půdních mikroorganismů, které jsou kriticky důležité pro zachování funkcí půdy a udržitelnosti ekosystému, protože se podílejí na koloběhu živin a přeměně organické hmoty. Meziplodiny mohou změnit dynamiku společenstev půdních bakterií a hub (Patkowska et al., 2016), stimulují užitečné mikroorganismy (Vukicevich et al., 2016) a potlačují půdní patogeny (Gao et al., 2022).

Kořenové výměšky obsahují celou řadu látek alelopatické povahy, které mohou mít efekt při regulaci biotických škodlivých organizmů (plevele, škůdci a původci chorob; Sturm et al., 2018, Eshel et al. 2021, Abbas et al., 2021).

3.2 NEGATIVNÍ DOPADY PĚSTOVÁNÍ MEZIPLODIN

V semiaridním a aridním prostředí mohou meziplodiny vyčerpávat dostupnou vodu v půdě pro následující tržní plodiny, což může způsobit snížení výnosu (Mitchell et al., 1999, Salako et al., 2003, Nielsen et al., 2005, Valkama et al., 2015). Z metaanalýzy Chaudhary (2023) vyplývá, že meziplodiny snižují výnos tržních plodin, obsah vody v půdě a dusík v půdě o 7 %, 18 % a 25 %. Na druhou stranu v literatuře najdeme celou řadu prací, které dokumentují naopak zvýšení výnosu. Např. ve Švýcarsku přispěly meziplodiny v systému redukovaného zpracování půdy a ekologického hospodaření ke zvýšení výnosu o 24 % (Wittwer et al., 2017). Často jsou také publikovány výsledky pozitivního vlivu na výnos po leguminózních meziplodinách (Jensen et al., 2021, Marcillo et al., 2017, Chu et al., 2017).

Kromě řady přínosů má pěstování meziplodin v rámci půdochranných systémů zpracování půdy i rizika, jakými je například přemnožení hraboše polního (*Microtus arvalis*), který má díky velkému množství rostlinných zbytků dostatek potravy (Gall, 2023). Jacob (2003) a Jacob et al. (2014) uvádějí, že agrotechnické zásahy jako podmítka či zapravení rostlinných zbytků při minimalizačních technologiích mají pouze částečný efekt při regulaci hraboše, na rozdíl od orby, u níž byl zjištěn významný efekt. Je známo, že v čase dochází k přemnožení, po něm následuje výrazné oslabení populace. V oblasti výzkumu jsou testovány různé rostlinné repelenty na bázi sekundárních rostlinných metabolitů a jejich účinnost při odpuzování hlodavců (Hansen et al., 2016, Jokić et al., 2018; Quasim et al., 2023). Giantin et al. (2024) zjistili, že čirok (*Sorghum bicolor*) obsahuje kyanid a může být toxický pro býložravé savce. Také Suchomel et al. (2025) při porovnání různých polních plodin zjistili nižší výskyt hraboše v porostech cibule, máku a hořčice.

3.3 VÝZNAM MEZIPLODIN V REGENERATIVNÍM ZEMĚDĚLSTVÍ

Podle Klema (2023) význam pěstování meziplodin nabývá dnes na významu v souladu s novými poznatky ukládání organického uhlíku do půdy, bez jejichž pochopení není možné efektivně uplatnit principy tzv. regenerativního zemědělství. Původní paradigma, na kterém je založeno současné "konvenční" zemědělství vychází z toho, že stabilní organický uhlík v půdě se primárně vytváří z odumřelých částí rostlin a mikroorganismů. Dříve byl tento stabilní uhlík označován jako humus či humusové látky (humínové kyseliny a fulvokyseliny) v půdě, přičemž jeho stanovení vycházelo z předpokladu extrakce ve vysoce alkalickém prostředí. Nicméně řada studií využívajících izotopové značení uhlíku prokázala jednak malou účinnost této extrakce ve vztahu ke stabilním formám organického uhlíku a jednak neočekávaně vysokou rychlost mikrobiálního rozkladu u humusových látek. Nyní se proto od humusové teorie postupně ustupuje a je nahrazována tzv. modelem půdního kontinua (Lehmann et Kleber, 2015). Výsledky této práce ukázaly, že stabilita půdního organického uhlíku je primárně založena na dvou procesech, a to: a) absorpci na minerální částice půdy za tvorby vysoce stabilní formy organického uhlíku tzv. minerálně poutaného organického uhlíku (MAOM), b) fyzikální ochraně formováním stabilních půdních agregátů.

Odhaduje se, že účinnost ukládání uhlíku do stabilních forem je v případě odumřelé biomasy jen okolo 5–10 %, zatímco u kořenových exsudátů je to okolo 40–50 %. Tyto nízkomolekulární látky poutané na minerální půdní částice pak vykazují nejvyšší stabilitu vůči mikrobiálnímu rozkladu, která se počítá až ve stoletích. Naproti tomu organický uhlík v pevné formě odumřelých zbytků rostlin pak vykazuje při současném způsobu hospodaření typický rozklad v době 2–3 let (do 10 let). Druhá forma stabilizace organického uhlíku v podobě formování stabilních půdních agregátů rovněž využívá do značné míry jednoduché organické sloučeniny, které opět vykazují při uzavření do stabilních půdních agregátů nejvyšší míru stability, nicméně zde se také významně uplatňují složitější látky polymerního charakteru. Jako naprosto klíčový pro formování stabilních půdních agregátů a fyzikální ochranu organického uhlíku před rozkladem má tzv. glomalin, což je komplex bílkovin a polysacharidů, který je produkován arbuskulárně-mykorhizními houbami (houby žijící v symbióze se živými rostlinami). Glomalin má výrazné lepidivé účinky, které zajišťují vysokou stabilitu agregátů jak z pohledu mechanického namáhání tak i jejich vodotěsnost.

Výsledky dlouhodobých pokusů se zaoráváním slámy, chlévského hnoje či jiného organického hnojení potvrzují, že navýšení obsahu organického uhlíku z mrtvé rostlinné biomasy je možné skutečně jen krátkodobě a v dlouhodobém trendu dokonce někdy vede i ke snížení obsahu organického uhlíku, protože nastartované rozkladné procesy po zaorání organických zbytků do půdy vedou ke stimulaci rozkladu zásob organického uhlíku, což je jev označovaný jako tzv. priming efekt.

Svémi přístupy je regenerativní zemědělství nejbližší udržitelnému způsobu hospodaření. Zásadní rozdíl oproti všem předchozím způsobům zemědělského hospodaření je u regenerativního zemědělství v tom, že se nesnaží přírodní procesy překonávat či jim konkurovat, ale naopak těchto procesů v co největší míře využívá pro to, aby se v půdě vytvářelo prostředí, které bude schopné v přiměřené a vyvážené míře zásobovat rostliny a další organizmy vodou, živinami a energií.

4 VLASTNÍ POPIS OVĚŘENÉ TECHNOLOGIE

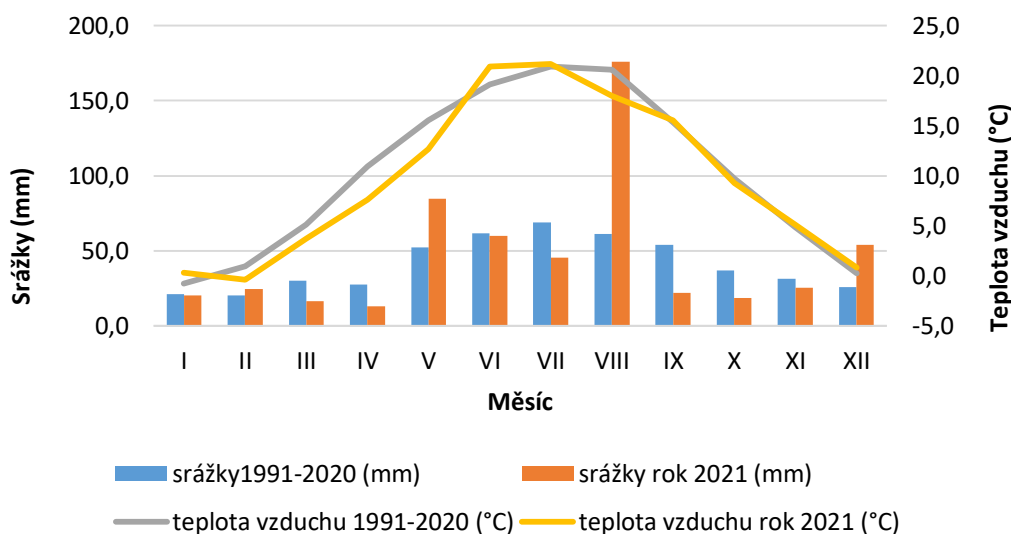
Na různých pozemcích zemědělského podniku DVP Agro a.s. byla v letech 2021–2023 ověřována technologie pěstování vícedruhové meziplodiny směsi. Meziplodiny byly vysety v různých termínech po sklizni hlavní plodiny, a to po provedené podmítce nebo přímým setím.

4.1 PŘEDSTAVENÍ ZEMĚDĚLSKÉHO PODNIKU

DVP Agro a.s. je zemědělský subjekt, který hospodaří na 528 hektarech v oblasti Jihomoravského kraje v okrese Brno-venkov. Nadmořská výška v této oblasti se pohybuje mezi 170–215 m n. m. Hlavní činností zemědělského podniku je pěstování a prodej zemědělských komodit s využitím principů regenerativního zemědělství a dalších inovativních postupů, jejichž cílem je zlepšení úrodnosti půdy. Firma spolupracuje s mnoha institucemi jako je Spolek pro regenerativní zemědělství, Spolek pro inovaci a udržitelné zemědělství (SIUZ), Mendelova univerzita v Brně a další výzkumné organizace. Farma také spolupracuje s Agrokrút s.r.o., která provozuje bioplynovou stanici, z níž firma DVP Agro a.s. využívá digestát (fugát) ke hnojení polních plodin. V mezioporostním období (po včasné sklizených plodinách) jsou využívány meziplodiny, do jejichž mulče jsou zakládány následné plodiny technologií No-till. Na pozemcích akciové společnosti jsou pěstovány tyto plodiny: ozimé obilniny (pšenice ozimá, žito ozimé, tritikale), jarní obilniny (oves setý), luskoviny (hrachor setý, bob obecný, sója luštinatá, hrách setý, vikev setá), kukuřice na siláž i na zrno, cukrová řepa, pohanka obecná, slunečnice roční, řepka ozimá, mák setý, svazenka vratičolistá a světlice barvířská. V řadě případů jsou pěstovány dvě nebo více plodin na jednom pozemku (směsi plodin, intercropping, pomocné plodiny). Zajímavostí je pěstování mužáku porostlého (*Silphium perfoliatum*), což je vytrvalá rostlina z čeledi Asteraceae pěstovaná na biomasu.

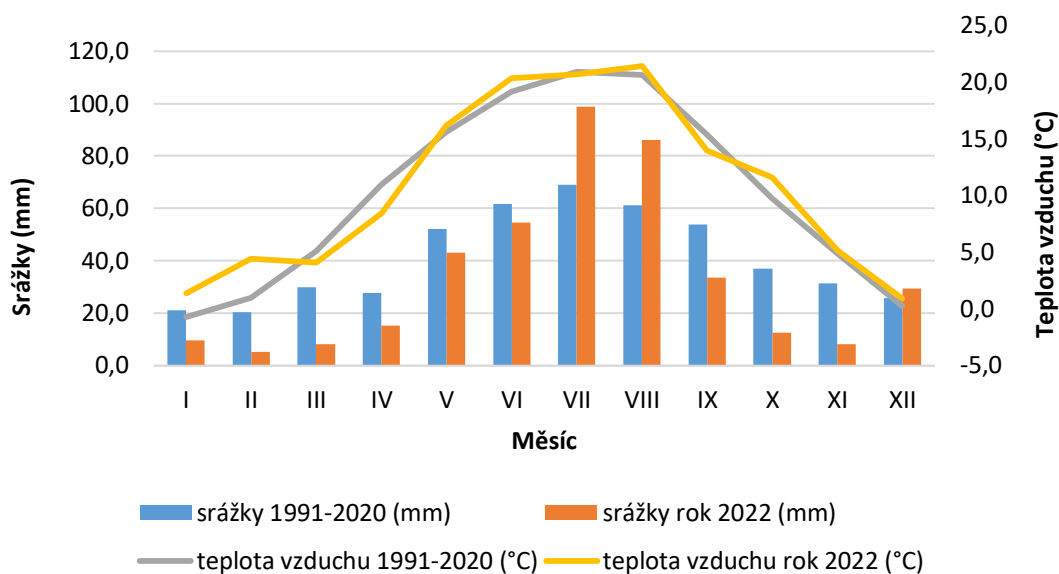
4.2 PŮDNĚ-KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Zemědělský podnik hospodaří na pozemcích s vysoce úrodnými půdami v kukuřičné výrobní oblasti. Půdy jsou zrnitostně hlinitopísčité až jílovitohlinité, téměř bezskeletovité a rovinaté. Převažujícími půdními typy jsou černozem modální a č. luvičká, na některých pozemcích pak fluvizem modální (VÚMOP, 2022). Jedná se o velmi teplý a suchý region. Údaje o průběhu počasí v letech 2021–2023 byly získány z automatické meteorologické stanice na Polní pokusné stanici v Žabčicích, která je v blízkosti všech pozorovaných lokalit. Úhrn srážek i průměrná teplota vzduchu byly porovnány s dlouhodobým normálem za období 1991–2020, kdy roční úhrn srážek je 491 mm a průměrná roční teplota 10,3 °C. Na Obr. 1–3 je zachycen průběh srážek a teplot vzduchu v letech 2021–2023.



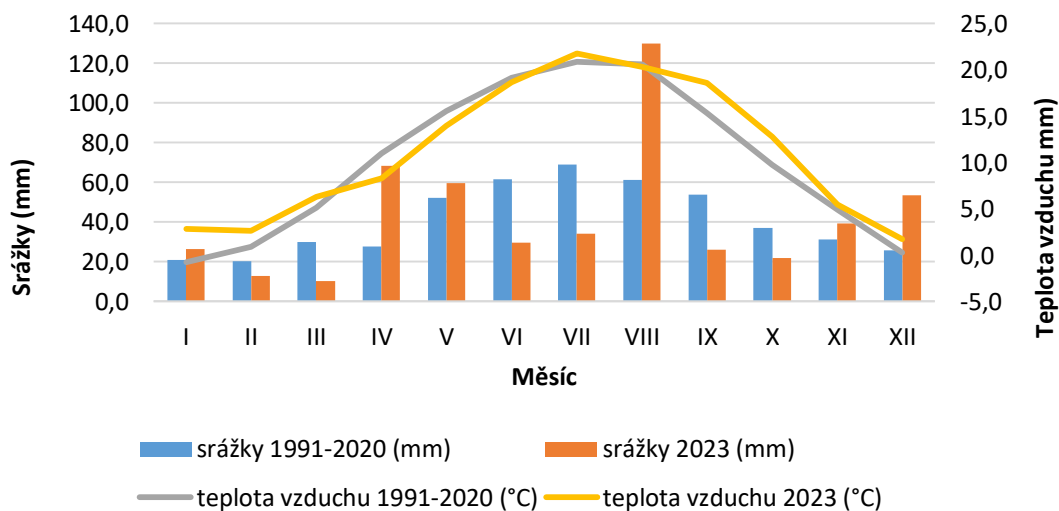
Obr. 1: Průběh teplot a srážek v roce 2021

První pololetí roku 2021 se vyznačovalo normálními srážkami (leden, únor, březen), po kterých následoval duben s podnormálním úhrnem srážek. Měsíc květen byl srážkově nadnormální. Měsíce červen a červenec, ve kterých byly většinou založeny porosty meziplodin, byly srážkově normální, následoval mimořádně nadnormální srpen. V září a říjnu vcházejí meziplodiny do poslední vegetační fáze, nicméně tyto srážkově podnormální měsíce měly vliv na produkci biomasy. Po teplotně normálních měsících na začátku roku (leden a březen), s výjimkou podnormálního února, následovaly silně teplotně podnormální měsíce duben a květen. Období před sklizní v červnu se vyznačovalo nadnormálními teplotami. V letním období byl teplotně normální červenec vystřídán silně podnormálním srpnem. Poslední dva měsíce vegetačního období meziplodin (září a říjen) byly teplotně normální.



Obr. 2: Průběh teplot a srážek v roce 2022

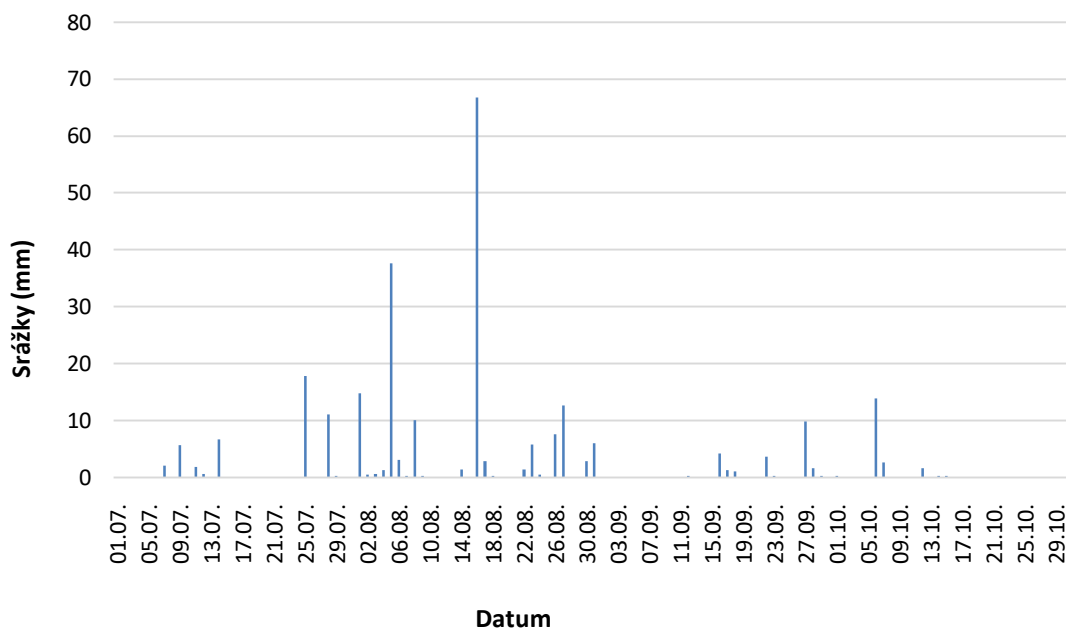
Teploty v první polovině roku 2022 se držely okolo normálních teplot kromě silně nadnormální teploty v únoru, podnormální teploty v dubnu a nadnormální teploty v červnu. V červenci, srpnu a září, tedy v době vegetace meziplodin panovaly normální teploty, říjen byl naopak měsícem teplotně nadnormálním. První tři měsíce v roce 2022 byly velmi suché, srážkově silně podnormální. Srážkově podnormální byl i duben. Měsíce květen a červen byly srážkově normální. Měsíce červenec a srpen byly vlhké, tedy příznivé pro vegetaci meziplodin. V září byly srážky v normálních mezích a v říjnu, jakožto posledním měsícem, který ovlivnil vegetaci, bylo sucho.



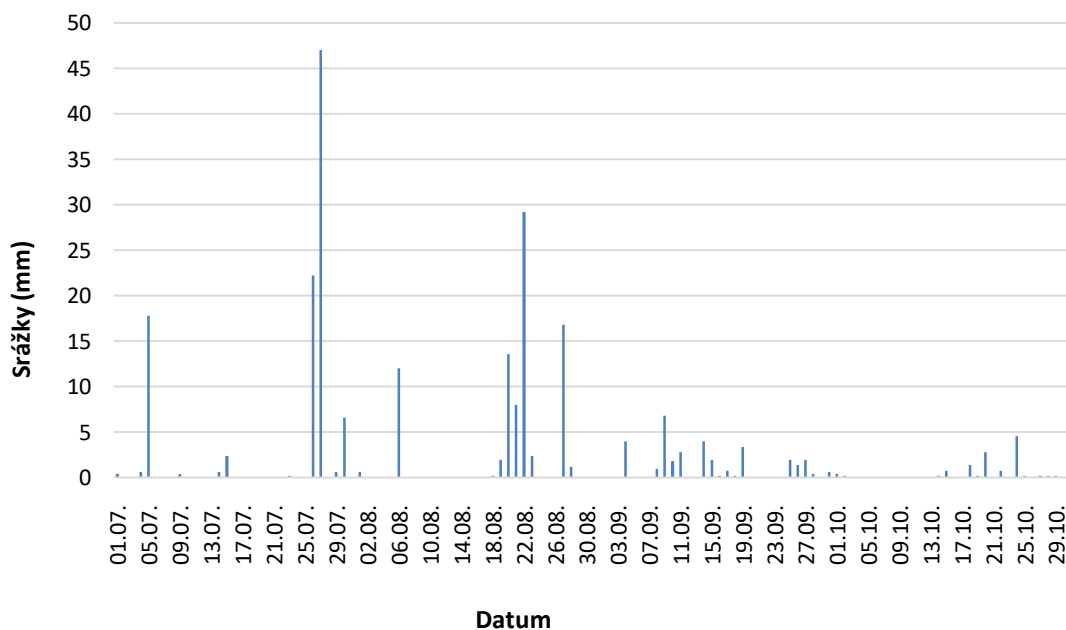
Obr. 3: Průběh teplot a srážek v roce 2023

Počátek roku 2023 byl teplý a postupně se teplota přibližovala normálu. Měsíce duben a květen byly spíše chladné. Všechny letní měsíce byly v normálních teplotních mezích. Poslední dva měsíce vegetace, tedy září a říjen, byly velmi teplé, respektive mimořádně teplé. Průběh srážek v roce 2023 se značně změnil. Začátek roku byl vlhký, velmi vlhký měsíc byl duben, v němž úhrn srážek představoval 246 % dlouhodobého normálu. Květen byl v normálu, ale červen byl velmi suchý. Červenec spolu se zářím byly měsíce suché, kdežto srpen se svými 130 mm byl velmi vlhkým měsícem, tedy příznivým pro růst meziplodin. Poslední měsíc vegetačního období byl v normálu.

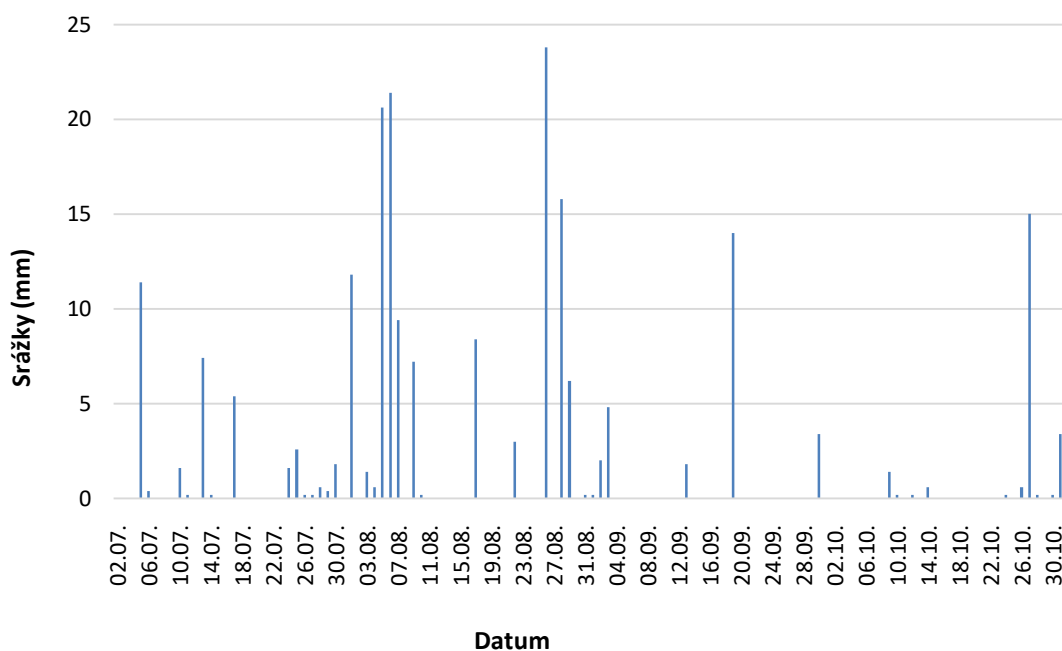
Na Obr. 4–6 je zachycen průběh srážek v letním období let 2021–2023. Graficky jsou vyjádřeny denní úhrny srážek v tomto období. V roce 2021 byly zaznamenány dva dny s vysokými denní úhrny (37 mm 5. 8. a 68 mm 16. 8.), v roce 2022 pak 47 mm 27. 7.



Obr. 4: Denní úhrny srážek (1. 7. – 31. 10. 2021, meteorologická stanice Žabčice)



Obr. 5: Denní úhrny srážek (1. 7. – 31. 10. 2022, meteorologická stanice Žabčice)



Obr. 6: Denní úhrny srážek (1. 7. – 31. 10. 2023, meteorologická stanice Žabčice)

V Tab. 1 můžeme vidět rozdíly v celkovém úhrnu srážek za vegetační období meziplodin, ale i v počtu dnů s odlišným srážkovým úhrnem.

Tab. 1: Vegetační doba meziplodin a úhrn srážek na lokalitách v letech 2021 až 2023

Rok	Lokalita	Datum setí	Datum sklizně	Délka vegetační doby (dny)	Úhrn srážek (mm)	Počet dnů se srážkami		
						1,0–4,9 mm	5,0–9,9 mm	Nad 10 mm
2021	Vojkovice-Brněnská 1	22. 7.	5. 11.	105	203	15	6	8
	Rajhrad	23. 7.	5. 11.	105	203	15	6	8
2022	Vojkovice-Brněnská 3	5. 8.	21. 10.	77	142	15	2	3
	Vojkovice-Příčka 3	11. 7.	21. 10.	102	96	16	3	5
	Modřice	16. 8.	28. 10.	73	119	16	2	2
	Syrovice	5. 8.	28. 10.	84	131	16	2	3
	Vojkovice-Brněnská 7	9. 7.	28. 10.	111	211	17	3	5
2023	Vranovice	19. 7.	24. 10.	97	166	10	4	6
	Vojkovice-Svratka	30. 7.	24. 10.	86	161	8	4	6
	Bratčice	31. 7.	24. 10.	85	159	7	4	6

4.3 POPIS ZALOŽENÍ POLOPROVOZNÍCH POLNÍCH POKUSŮ

Na celkem 10 pozemcích DVP Agro a.s. byla ve všech třech letech vyseta vymrzající směs meziplodin s označením BFA1. Směs byla sestavena ze 13 (v roce 2023 ze 14) druhů meziplodin. V roce 2021 a 2022 byla ve směsi navíc zařazena slunečnice roční, v roce 2023 pak jetel perský a mastňák habešský. Druhové složení směsi je uvedeno v Tab. 2 a 3. Setí meziplodinové směsi bylo provedeno po předchozí podmítce (diskování) nebo přímým setím (No-till) secím strojem Horsch Focus 6TD. Pouze v jednom případě byl použitý secí stroj SLY Agrisem Boss. Fotografie strojů jsou uvedeny v části 10 Fotodokumentace.

Horsch Focus 6TD je Strip-till secí stroj, s pracovním záběrem 6 m, který je osazen 20 ks radliček ULD (jejich šířka je pouze 24 mm), kterými vytvoří drážku, čímž lze přerušit ztuhnutí půdy. Hloubku pásového zpracování lze nastavit až do hloubky 0,3 m. Secí stroj je vybavený pneumatikovým pěchem, který zpětně přitlačí a urovná zpracované pásy. Za pěchem je ve stejných liniích diskové výsevní ústrojí (rovněž 20 ks výsevních botek s meziřádkovou vzdáleností 0,3 m). Stroj je vybavený třemi zásobníky o objemu 2000, 3000 litrů a 380 litrů (malá semena). Kromě setí je možnost přihnojení, které je umístěno za úzkými radličkami, přičemž je možné uložení hnojiv nastavit na hloubku zpracování půdy nebo mělce pod povrch půdy nebo kombinovaně, kdy polovina dávky hnojiva je uložena na hloubku zpracování půdy a polovina mělce pod povrch půdy.

SLY Agrisem BOSS je No-till secí stroj s pracovním záběrem 6 m osazený 32 výsevními botkami které jsou od sebe 0,1875 m. Výsevní botky jsou umístěny ve dvou řadách pro lepší průchodnost rostlinných zbytků. Hydraulický přítlak je na každé výsevní botce a jednotlivé botky jsou paralelně propojeny, což umožňuje stejný přítlak i v případě nerovnosti pozemku. Secí stroj je vybaven celkem čtyřmi zásobníky (tři velké o objemu 2000 litrů a jeden malý o objemu 280 litrů). Vlastní výsev lze operativně nastavit, a to tak, že každá řada botek bude set z jiného zásobníku, nebo kombinací, tzn., že osivo z jednoho zásobníku je přivedeno do obou výsevních řad a z druhého zásobníku jen do jedné či druhé řady. Kromě setí do vysokého strniště umožňuje tento systém setí i do vzrostlých meziplodin.

Tab. 2: Směs meziplodin v roce 2021 a 2022

Český název	Latinský název	Odrůda	Výsevek (kg.ha ⁻¹)	HTS (g)	Počet semen na m ²
Řeřicha setá	<i>Lepidium sativum</i> L.	U-Ware	1,00	1,2	83
Lnička setá	<i>Camelina sativa</i> L.	Zuzana	1,00	1,2	83
Svazenka vratičolistá	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	Stala	1,20	1,8	67
Světlice barvířská	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Ara	6,00	35	17
Slunečnice roční	<i>Helianthus annuus</i> L.	Florasun	2,00	50	4
Jetel šípovitý	<i>Trifolium vesiculosum</i> Savi.	Selezionato	0,83	1,3	64
Jetel alexandrijský	<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	Alex	1,33	3	44
Ředkev olejná	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiformis</i> P.	Octopus	0,67	16	4
Ředkev čínská	<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>longipinnatus</i>	Structurator	1,33	18	7
Oves setý	<i>Avena sativa</i> L.	Kertag	20,00	39	51
Vikev setá	<i>Vicia sativa</i> L.	Gravesa	10,00	65	15
Hrách setý rolní (peluška)	<i>Pisum sativum</i> var. <i>arvense</i> L.	Andrea	11,66	180	6
Bob obecný	<i>Vicia faba</i> L.	Nanaux	7,33	225	3
Celkem			65	x	448

Tab. 3: Směs meziplodin v roce 2023

Český název	Latinský název	Odrůda	Výsevek (kg·ha ⁻¹)	HTS (g)	Počet semen na m ²
Řeřicha setá	<i>Lepidium sativum</i> L.	U-Ware	1,00	1,2	83
Lnička setá	<i>Camelina sativa</i> L.	Zuzana	1,00	1,2	83
Svazenka vratičolistá	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	Boratus	3,00	1,8	167
Světlice barvířská	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Ara	6,00	35	17
Jetel perský	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Laser	0,80	2	41
Jetel šipovitý	<i>Trifolium vesiculosum</i> Savi.	Selezionato	0,80	1,3	62
Jetel alexandrijský	<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	Alex	0,80	3	27
Ředkev olejná	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiformis</i> P.	Octopus	0,70	16	4
Ředkev čínská	<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>longipinnatus</i>	Structurator	1,30	18	7
Oves setý	<i>Avena sativa</i> L.	Kertag	20,00	39	51
Vikev setá	<i>Vicia sativa</i> L.	Gravesa	10,00	65	15
Hrách setý rolní (peluška)	<i>Pisum sativum</i> var. <i>arvense</i> L.	Andrea	12,00	180	7
Bob obecný	<i>Vicia faba</i> L.	Nanaux	7,33	225	3
Mastnák habešský	<i>Guizotia abyssinica</i> L.	Ramba	0,25	1,8	14
Celkem			65	x	581

V Tab. 4–6 jsou uvedeny přehledy základních agrotechnických operací na pozemcích v letech 2021–2023.

Tab. 4: Přehled pracovních operací v roce 2021

Lokalita	Číslo půdního bloku	Výměra (ha)	Hlavní plodina	Zpracování půdy	Termín setí meziplodiny	Hnojení	Dávka (t·ha ⁻¹)
Vojkovice-Brněnská 1	0501/17	15,04	Pšenice ozimá	No-till	22. 7. Horsch Focus	20. 8. (digestát)	20
Rajhrad	1101/7	20,38	Pšenice ozimá	No-till	23. 7. Horsch Focus	19. 8. (digestát)	20

Tab. 5: Přehled pracovních operací v roce 2022

Lokalita	Číslo půdního bloku	Výměra (ha)	Hlavní plodina	Zpracování půdy	Termín setí meziplodiny	Hnojení	Dávka (t·ha ⁻¹)
Vojkovice-Brněnská 3	0501/14	21,25	Pšenice ozimá	Podmítka (diskování)	5. 8. Horsch Focus	15. 7. (fugát)	15
Vojkovice-Příčka 3	2403/16	19,16	Mák ozimý	No-till	11. 7. Horsch Focus	15. 7. (fugát)	15
Modřice	9822	1,19	Pšenice ozimá	Podmítka (diskování)	16. 8. Horsch Focus	x	x
Syrovice	5305/21	35,7	Pšenice ozimá	Podmítka (diskování)	5. 8. Horsch Focus	20. 7. (fugát)	15
Vojkovice-Brněnská 7	0501/13	11,53	Pšenice ozimá	No-till	9. 7. Horsch Focus	x	x

Tab. 6: Přehled pracovních operací v roce 2023

Lokalita	Číslo půdního bloku	Výměra (ha)	Hlavní plodina	Zpracování půdy	Termín setí meziplodiny	Hnojení	Dávka (t.ha ⁻¹)
Vranovice	9601/12 9601/15	27,79	Pelůška ozimá	Podmítka (diskování)	19. 7. Horsch Focus	28. 9. (kompost)	10
Vojkovice-Svratka	9701/1	25,51	Pšenice ozimá	No-till	30. 7. Horsch Focus	26. 8. (fugát)	16
Bratčice	3601/6	4,41	Pšenice ozimá	No-till	31. 7. Sly Agrisem Boss	28. 8. (kompost)	12

4.4 METODIKA HODNOCENÍ PRODUKCE BIOMASY

Ve všech třech letech byl proveden odběr biomasy meziplodin, a to ke konci října či na začátku listopadu. Na každém pozemku byla vytyčena odběrová plocha 1 m², vždy ve čtyřech opakováních, na níž byl proveden ruční odběr rostlin. Rostliny byly vyryty pomocí zahradního rýče a z kořenového systému byla šetrně odstraněna půda. Poté proběhlo zvážení nadzemní a podzemní biomasy meziplodin v čerstvém stavu. Následně byly odebrány vzorky rostlin ke stanovení sušiny. Sušení probíhalo v automatické horkovzdušné sušárně 24 hodin při teplotě 65 °C. Poté se teplota zvýšila na 105 °C, a při této teplotě byly vzorky sušeny po dobu 4 hodin. Následně došlo ke zvážení suché hmoty a byla spočítána celková sušina pro nadzemní i podzemní hmotu (v přepočtu na hektar).

Na vybraných lokalitách bylo provedeno hodnocení druhového složení. Byl stanoven počet rostlin jednotlivých druhů na 1 m², jejich výška a také procentický podíl na základě hmotnostních podílů suché biomasy (Obr. 7; viz výše popsaný postup stanovení sušiny).

Součástí hodnocení byl anorganický rozbor rostlin, při němž byl stanoven obsah živin v biomase meziplodin. Po vysušení při teplotě 65 °C byly vzorky rostlinné biomasy rozemlety na mlýnku se sítem o průměru 1 mm. Takto předpřipravené vzorky byly odeslány k podrobné analýze do specializované laboratoře společnosti Agrolab spol. s r.o. v Troubsku.



Obr. 7: Fotodokumentace měření výšek rostlin (foto S. Jančová, 2022)

4.5 METODIKA MĚŘENÍ VLHKOSTI PŮDY

V polním pokusu založeném na Polní pokusné stanici v Žabčicích byly sledovány změny půdní vlhkosti u různých variant:

- přímé setí, bez meziplodiny,
- přímé setí, s meziplodinou,
- podmítka, bez meziplodiny,
- podmítka s meziplodinou.

Pokus byl založen po sklizni pšenice ozimé (sklizeň 22. 7. 2022), kdy byla vyseta směs meziplodin (ředkev čínská, lnička setá a řeřicha setá) při výsevu 8 kg.ha⁻¹ dne 25. 7. 2022. K měření půdní vlhkosti se využívala autonomní telematická stanice Agronode určená pro sběr, uchování a online rádiový přenos širokého spektra veličin. Ke stanici byly připojeny senzory Teros 11, které jsou určeny pro měření vlhkosti půdy. Půdní vlhkost se měřila v hloubce 0,05 m, přičemž v každé variantě byly použity 4 senzory. Výsev meziplodin byl proveden pomocí secího stroje Kverneland Accord. V případě, že se prováděla podmítka talířovým kypřičem, byla provedena do hloubky 0,08 m.

4.6 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

4.6.1 Produkce biomasy meziplodin

V Tab. 7 jsou uvedeny výsledky produkce biomasy meziplodinové směsi na celkem 10 lokalitách v průběhu tří let (2021–2023).

Tab. 7: Výnos nadzemní a podzemní biomasy v sušině (10 lokalit; 2021–2023)

Ročník	Lokalita	Výnos suché hmoty (t.ha ⁻¹)			Termín setí	Vegetační doba (počet dní)	Úhrn srážek (mm)
		Nadzemní	Podzemní	Celkem			
2021	Vojkovice-Brněnská 1	6,91	1,31	8,22	22. 7.	105	203
	Rajhrad	6,82	1,30	8,12	23. 7.	104	203
2022	Vojkovice-Brněnská 3	5,34	0,89	6,23	5. 8.	77	142
	Vojkovice-Příčka 3	5,34	0,59	5,93	11. 7.	102	96
	Modřice	2,36	0,77	3,13	16. 8.	73	119
	Syrovice	5,71	1,14	6,85	5. 8.	84	131
	Vojkovice-Brněnská 7	3,70	0,50	4,20	9. 7.	111	211
2023	Vranovice	6,93	0,49	7,42	19. 7.	97	166
	Vojkovice-Svratka	5,57	0,85	6,42	30. 7.	86	161
	Bratčice	5,83	1,18	7,01	31. 7.	85	159
Průměr		5,45	0,90	6,35	x	x	x

Produkce biomasy meziplodin byla ovlivněna délkou vegetační doby a úhrnem srážek, které byly v tomto období. V průměru všech lokalit byla celková produkce biomasy meziplodin 6,35 t.ha⁻¹, z toho nadzemní 5,45, resp. podzemní 0,90 t.ha⁻¹. Poměr mezi nadzemní a podzemní biomasou byl 6:1. Nejvyšší výnosy biomasy meziplodin byly v roce 2021 (8,12 resp. 8,22 t.ha⁻¹), které byly dosaženy za 104 (105) dnů při úhrnu srážek 203 mm. Naopak nejnižší produkce biomasy byla v roce 2022 na lokalitě Modřice, a to 3,13 t.ha⁻¹ (73 dnů a 119 mm srážek). Na této lokalitě, jako jedině, nebylo hnojeno, což mohlo taktéž ovlivnit nízký výnos meziplodin, poněvadž na lokalitě Syrovice byla v tomto roce produkce biomasy meziplodin více než dvojnásobná (6,85 t.ha⁻¹) za obdobných podmínek. Nicméně před výsevem meziplodin zde bylo hnojeno fugátem v dávce 16 t.ha⁻¹. Také druhý nejnižší výnos meziplodin (4,20 t.ha⁻¹) byl na pozemku bez hnojení (Vojkovice-Brněnská 7), přestože meziplodinová směs byla vyseta nejdříve (9. 7. 2022) a vegetační doba tak byla nejdelší (111 dnů) a také s nejvyšším srážkovým úhrnem (211 mm).

4.6.2 Obsah živin v biomase

V Tab. 8–9 jsou uvedeny výsledky obsahu živin v biomase meziplodinové směsi na jednotlivých lokalitách.

Tab. 8: Obsah živin v nadzemní biomase

Ročník	Lokalita	Obsah živin (g.kg ⁻¹)				%		C:N
		Ca	P	K	Mg	C	N	
2021	Vojkovice-Brněnská 1	11,61	3,02	24,88	2,16	44,20	2,49	18:1
	Rajhrad	10,88	2,56	24,73	1,76	44,75	2,32	19:1
2022	Vojkovice-Brněnská 3	16,11	3,50	42,90	3,50	42,82	3,12	14:1
	Vojkovice-Příčka 3	13,70	2,34	25,35	2,94	45,00	2,99	15:1
	Modřice	14,19	2,87	20,43	2,95	35,37	2,06	17:1
	Syrovce	11,24	3,52	23,34	2,29	44,01	2,43	18:1
	Vojkovice-Brněnská 7	12,51	3,38	27,24	2,29	44,22	2,33	19:1
Průměr		12,89	3,03	26,98	2,56	42,91	2,53	17:1

Tab. 9: Obsah živin v podzemní biomase

Ročník	Lokalita	Obsah živin (g.kg ⁻¹)				%		C:N
		Ca	P	K	Mg	C	N	
2021	Vojkovice-Brněnská 1	5,57	2,51	20,99	1,68	37,05	1,55	24:1
	Rajhrad	5,14	2,10	20,92	1,64	38,28	1,49	26:1
2022	Vojkovice-Brněnská 3	11,36	4,11	44,42	4,09	41,46	2,25	18:1
	Vojkovice-Příčka 3	12,20	2,07	28,71	4,08	41,39	2,05	20:1
	Modřice	5,86	3,28	24,62	1,65	44,16	1,51	29:1
	Syrovce	4,96	3,62	32,92	1,45	45,02	1,37	33:1
	Vojkovice-Brněnská 7	5,78	3,08	26,78	1,35	44,99	1,45	31:1
Průměr		7,27	2,97	28,48	2,28	41,76	1,67	26:1

Hodnoty obsahu jednotlivých živin ve vyprodukované biomase meziplodin se příliš nelišily mezi jednotlivými lokalitami. Vyšší obsah P a K byl na lokalitě Vojkovice-Brněnská 3 v roce 2022. Jinak lze říci, že dosažené výsledky jsou obdobné, jak uvádí i jiní autoři (např. Brant et al., 2008), kteří zjistili, že obsah dusíku se v nadzemní biomase meziplodin pohybuje přibližně v rozmezí od 2 do 3 %. Množství uhlíku v nadzemní biomase bylo v průměru 42,91 %, přičemž na většině lokalit byl obsah kolem 44 % (výjimkou je lokalita Modřice v roce 2022 s hodnotou 35,37 %). Výsledky jsou tedy blízké 45 %, což uvádějí Thomas et Archambeaud (2019). Poměr C:N byl v nadzemní biomase v rozmezí 14–19:1, v podzemní pak 18–33:1. Vlastní poměr C:N lze ovlivnit samotnou směsí (druhovým složením). Vyšším podílem leguminóz lze docílit užšího poměru C:N, což dává předpoklady pro rychlejší mineralizaci a uvolňování živin z biomasy. V závislosti na poměru C:N v rostlině se mění množství uvolněného dusíku, který je využitelný pro následnou plodinu. V našich pokusech zjištěný poměr C:N (v průměru 17:1) odpovídá 40% využití dusíku obsaženého v biomase meziplodin (Thomas et Archambeaud, 2019). Z podzemní biomasy s poměrem C:N přibližně 26:1 se uvolní 30 % dusíku. Také Brant et al. (2008) potvrzuje 25–35% využití dusíku z biomasy meziplodin.

V Tab. 10 jsou patrné rozdíly v poměru C:N u jednotlivých druhů meziplodin při odlišném termínu výsevu. Stárnutí rostlin (přechod z vegetativní do generativní fáze) je charakterizováno širším poměrem C:N (v průměru 19:1 oproti 32:1). U některých druhů jsou tyto rozdíly velké (př. světlice barvířská – 20:1 a 50:1), ale naopak u druhů z čeledi bobovitých jsou změny menší (př. u bobu obecného 17:1 a 19:1; Obr. 8).

Tab. 10: Poměr C:N u jednotlivých druhů meziplodin při odlišném termínu výsevu

Druh	Vojkovice-Brněnská 7	Modřice
	9. 7. 2022	16. 8. 2022
	C:N	C:N
Bob obecný	19:1	17:1
Oves setý	46:1	24:1
Pelůška	20:1	15:1
Ředkev olejná	20:1	20:1
Světlice barvířská	50:1	20:1
Slunečnice roční	30:1	24:1
Svazanka vratičolistá	39:1	11:1
Průměr	32:1	19:1

Zástupci čeledi bobovitých mají užší poměr C:N i v pozdější růstové fázi. Volbou vhodného termínu ukončení porostu (správným načasováním) lze optimalizovat uvolňování živin s ohledem na následnou plodinu. Pokud po meziplodině následuje plodina setá brzy na jaře (např. cukrová řepa), je třeba včasné ukončení meziplodiny (na konci vegetace, např. v listopadu). Pokud sejeme kukuřici, ukončujeme meziplodinu později (v zimě, např. v únoru). Ukončení meziplodiny je důležitou pracovní operací, v systému bez zpracování půdy (No-till), což je důležité pro uplatnění principů regenerativního zemědělství. Pokud provedeme No-till výsev hlavní plodiny, tak nedojde k mechanickému narušení strukturního stavu půdy, který byl vytvořen působením kořenů meziplodin a půdních mikroorganismů.

Pokud chceme začít využívat principy regenerativního zemědělství, musíme opustit některé dosud zažité postupy. Právě zapravení posklizňových zbytků předplodiny či meziplodin je typickým příkladem. Biomasa na povrchu půdy se v průběhu vegetace postupně rozkládá, přičemž významně pomáhají i žížaly, které vtahují rostlinné zbytky do půdy. Není důvod obávat se hromadění rostlinných zbytků na povrchu půdy.



Obr. 8: Vybrané druhy meziplodin s odlišným poměrem C:N, 2 termíny výsevu (foto V. Smutný, 2023)

V Tab. 11–13 jsou výsledky množství živin v biomase na jednotlivých lokalitách.

Tab. 11: Množství živin v nadzemní biomase

Ročník	Lokalita	Nadzemní biomasa (suš., kg.ha ⁻¹)	Množství živin (kg.ha ⁻¹)					
			C	N	Ca	P	K	Mg
2021	Vojkovice-Brněnská 1	6910	3054	172	80	21	172	15
	Rajhrad	6820	3052	158	74	17	169	12
2022	Vojkovice-Brněnská 3	5340	2287	166	86	19	229	19
	Vojkovice-Příčka 3	5340	2403	160	73	12	135	16
	Modřice	2358	834	49	33	7	48	7
	Syrovice	5711	2513	139	64	20	133	13
	Vojkovice-Brněnská 7	3696	1634	86	46	12	101	8
Průměr		5168	2254	133	65	15	141	13

Tab. 12: Množství živin v podzemní biomase

Ročník	Lokalita	Podzemní biomasa (suš., kg.ha ⁻¹)	Množství živin (kg.ha ⁻¹)					
			C	N	Ca	P	K	Mg
2021	Vojkovice-Brněnská 1	1310	485	20	7	3	28	2
	Rajhrad	1300	498	19	7	3	27	2
2022	Vojkovice-Brněnská 3	890	369	20	10	4	40	4
	Vojkovice-Příčka 3	590	244	12	7	1	17	2
	Modřice	774	342	12	5	3	19	1
	Syrovice	1137	512	16	6	4	37	2
	Vojkovice-Brněnská 7	500	225	7	3	2	13	1
Průměr		929	382	15	6	3	26	2

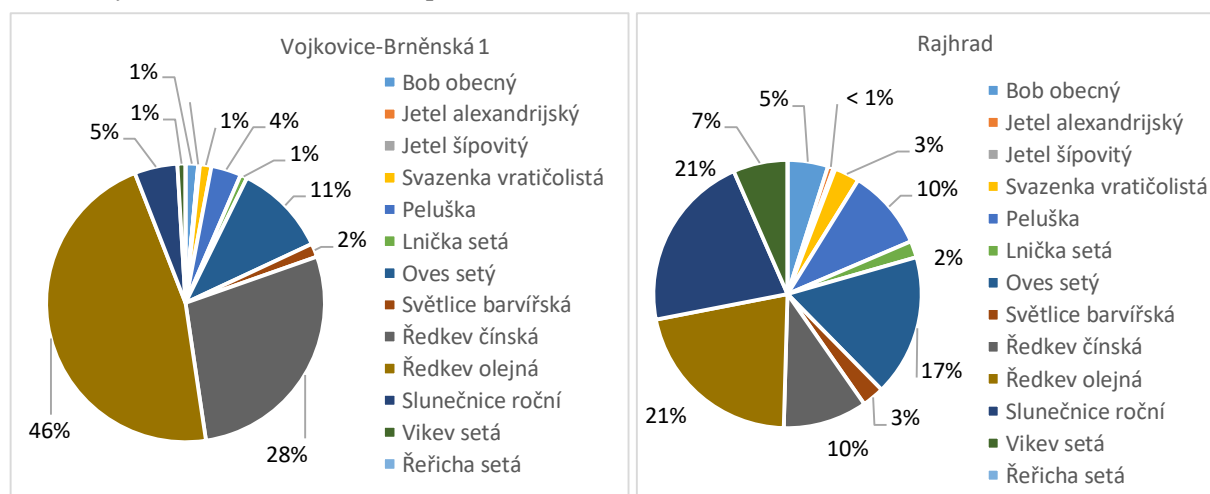
Tab. 13: Množství živin celkem

Ročník	Lokalita	Biomasa celkem (suš., kg.ha ⁻¹)	Množství živin (kg.ha ⁻¹)					
			C	N	Ca	P	K	Mg
2021	Vojkovice-Brněnská 1	8220	3540	192	88	24	199	17
	Rajhrad	8120	3550	177	81	20	196	14
2022	Vojkovice-Brněnská 3	6230	2656	186	96	22	269	22
	Vojkovice-Příčka 3	5930	2647	172	80	14	152	18
	Modřice	3132	1176	60	38	9	67	8
	Syrovice	6847	3025	154	70	24	171	15
	Vojkovice-Brněnská 7	4196	1859	93	49	14	114	9
Průměr		6096	2636	148	72	18	167	15

V průměru byla vyprodukovaná biomasa meziplodin zdrojem 2636 kg uhlíku, 148 kg dusíku, 72 kg vápníku, 18 kg fosforu, 167 kg draslíku a 15 kg hořčíku na hektar. Naše výsledky jsou srovnatelné s tím, co uvádějí Thomas et Archambeaud (2019). Podle jejich zjištění porost tvořený směsí čtrnácti druhů obsahoval v nadzemní biomase 160 kg dusíku, 81 kg vápníku, 26 kg fosforu, 150 kg draslíku a 11 kg hořčíku.

4.6.3 Procentické zastoupení druhů v meziplodinové směsi

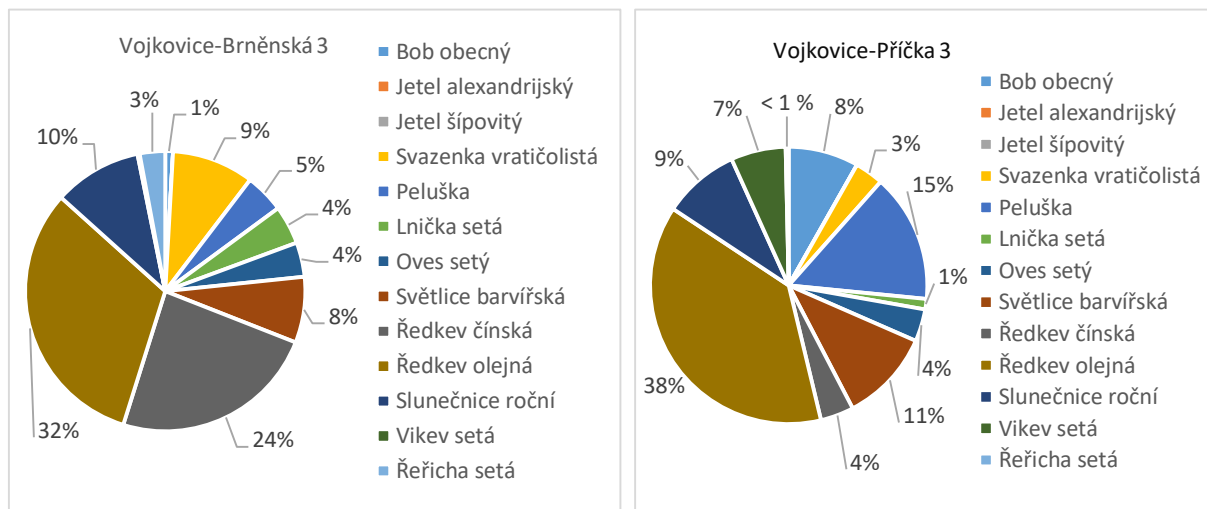
Na Obr. 9 je graficky znázorněno procentické zastoupení jednotlivých druhů v meziplodinové směsi na základě vyhodnocení hmotnostních podílů.



Obr. 9: Druhové zastoupení (rok 2021)

V roce 2021 byla na lokalitě Vojkovice-Brněnská 1 nejvíce zastoupeným druhem v meziplodinové směsi ředkev olejná (46 %) a ř. čínská (28 %). Z celkové biomasy tvořily obě ředkve dohromady 74 %.

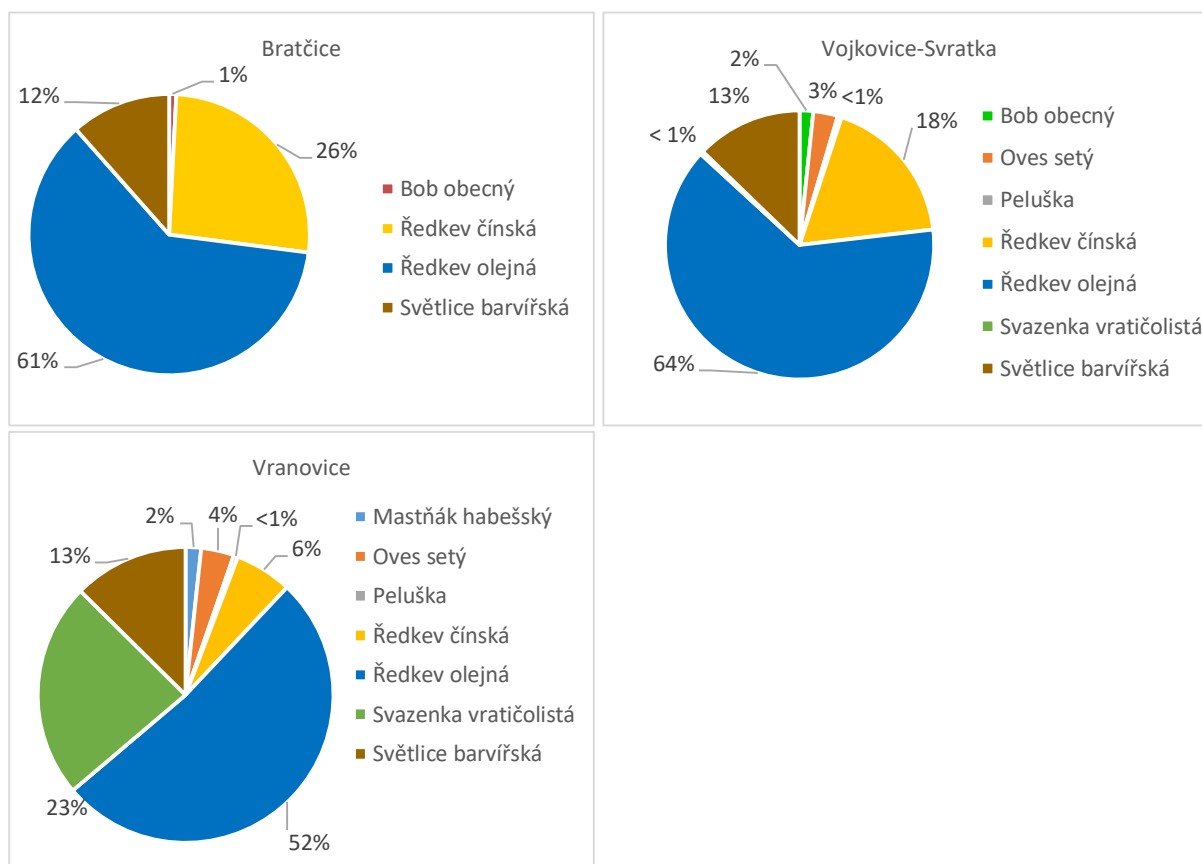
Významnější zastoupení měl také oves setý, který tvořil 11 %, slunečnice roční (5 %) a peluška (4 %). Ostatní druhy se vykytovaly v podílu 1 % či méně. Na lokalitě Rajhrad byly nejvíce zastoupeny ředkev olejná a slunečnice roční, obě v množství 21 %. Následně byl ze 17 % zastoupen oves setý. Ředkev čínská dosahovala spolu s peluškou po 10 % z celkového množství biomasy. Mezi hodnotami 5–7 % se vyskytovaly vikev setá a bob obecný. Menší výskyt (2–3 %) měly světlice barvířská, lnička setá a svazenka vratičolistá. Malý výskyt (méně než 1 %) měly jetel alexandrijský, j. šípovitý a také řeřicha setá.



Obr. 10: Druhové zastoupení (rok 2022)

Z celkové sušiny nadzemní biomasy tvořily v roce 2022 na lokalitě Vojkovice-Brněnská 3 ředkev olejná společně s ředkví čínskou dohromady 56 %, přičemž ředkev olejná byla zastoupena o 8 % více než ředkev čínská. Středně zastoupeny byly slunečnice roční, svazenka vratičolistá a světlice barvířská, jejichž množství se pohybovalo mezi hodnotami 8 až 10 %. Přibližně poloviční hodnoty (3 až 5 %) dosahovaly řeřicha setá, oves setý, lnička setá a peluška. V 1% podílu byl zastoupen bob obecný a nejméně zastoupena byla vikev setá společně s oběma jeteli, s výskytem menším než 1 %.

Na druhé lokalitě (Vojkovice-Příčka 3) byla nejvíce zastoupena ve směsi ředkev olejná, a to v množství 38 %. Druhým nejvíce zastoupeným druhem byla peluška (15 %). Mezi 8–11 % byl výskyt světlice barvířské, slunečnice roční a bobu obecného. Vikev setá tvořila 6 %. 4 % byl zastoupen oves setý i ředkev čínská. Svazenka vratičolistá se uplatnila 3 %, lnička setá jen 1 %.



Obr. 11: Druhové zastoupení (rok 2023)

Na Obr. 11 je vyjádřeno zastoupení jednotlivých druhů meziplodin, které se podílely na výnosu nadzemní biomasy v sušině v roce 2023. Na lokalitě Bratčice byly zjištěny pouze 4 druhy, ve Vojkovicích-Svratka a Vranovicích bylo celkem 7 druhů. Na všech třech lokalitách byla dominantním druhem ředkev olejná (52–64 %). Ve Vojkovicích-Svratka i ve Vranovicích měla větší zastoupení světlice barvířská (13 %). Ve Vranovicích byla významně zastoupena svazenka vratičolistá (23 %).

Z výsledků let 2021–2023 vyplývá, že výskyt jednotlivých druhů na základě porovnání hmotnostních podílů nadzemní biomasy v sušině, byl odlišný. Ve většině případů se dominantně uplatnily ředkve, především ředkev olejná, jejíž rostliny mají silnou konkurenční schopnost. Tento druh se vyznačuje bohatým větvením a také dorůstají do velké výšky (více než 1 m). Zástupci jetelovin (jetel šípovitý, j. perský a j. alexandrijský), stejně jako řeřicha setá a lnička setá, byly natolik potlačeny, že se nevyskytovaly téměř vůbec nebo jen velmi málo. Svazenka vratičolistá, oves setý, bob obecný nebo mastňák habešský dokázaly na některých lokalitách konkurenci ředkvi odolávat.

4.6.4 Počet vzešlých rostlin

V Tab. 14 je uvedený počet vzešlých rostlin jednotlivých druhů v meziplodinové směsi vždy na dvou lokalitách v letech 2021 a 2022.

Tab. 14: Počet rostlin jednotlivých druhů v meziplodinové směsi

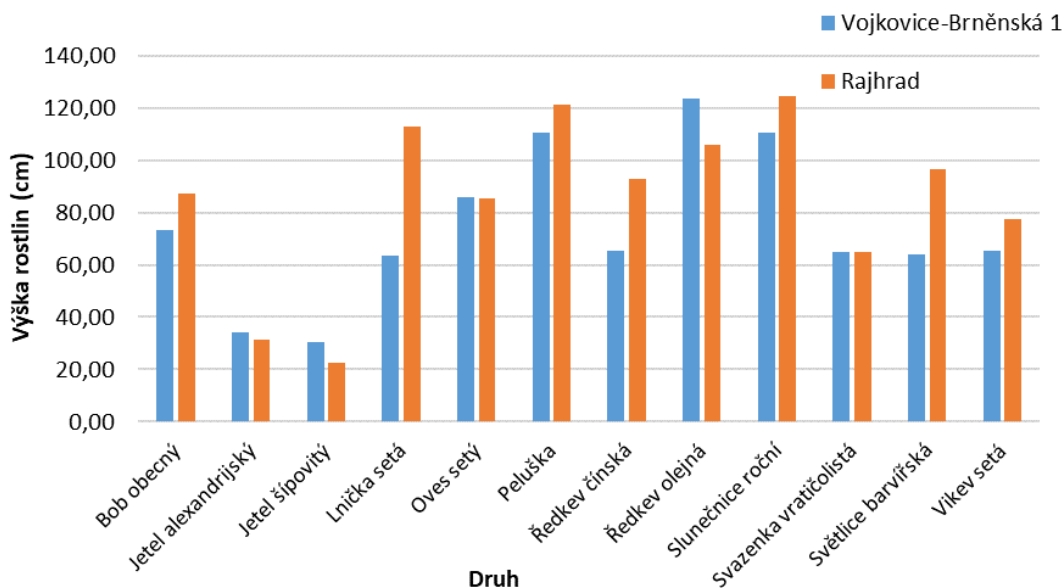
Druh	2021		2022	
	Vojkovice-Brněnská 1	Rajhrad	Vojkovice-Brněnská 3	Vojkovice-Příčka 3
Bob obecný	1	3	2	4
Jetel alexandrijský	1	2	0	0
Jetel šípovitý	0	1	0	0
Svazenka vratičolistá	4	6	12	7
Peluška	5	6	5	8
Lnička setá	2	6	3	7
Oves setý	14	21	6	6
Světlice barvířská	0	2	10	9
Ředkev čínská	8	5	8	7
Ředkev olejná	4	3	6	9
Slunečnice roční	1	2	2	2
Vikev setá	6	11	2	7
Řeřicha setá	0	0	5	2
Celkem	46	68	61	68

Z Tab. 14 je zřejmé, že v roce 2021 se většina druhů vyskytovala ve větším počtu na lokalitě Rajhrad než na lokalitě Vojkovice-Brněnská 1. Celkově se na lokalitě Vojkovice-Brněnská 1 vyskytovalo průměrně 46 rostlin na m² a na lokalitě Rajhrad 68 rostlin na m². Počtem 21 a 14 rostlin na m² dominuje na obou lokalitách oves setý. Na lokalitě Rajhrad se v porovnání s lokalitou Vojkovice nacházelo o 5 rostlin vikve seté více, o 4 rostliny více u lničky seté. Naopak u ředkve čínské i ředkve olejně byl větší počet na lokalitě Vojkovice. Nejmenší počet rostlin byl na obou lokalitách u bobovitých druhů, jako jsou řeřicha, jetele a bob. Nízký počet byl také u světlice barvířské a slunečnice. Vyšší počet rostlin na lokalitě Rajhrad se však na výnosu celkové biomasy neprojevil.

V roce 2022 byl nejvyšší počet rostlin zjištěn u slunečnice roční (12), ředkve seté, ovsa a vikve, které byly zastoupeny ve větším počtu na lokalitě Vojkovice-Brněnská 3, kdežto bob, svazenka, lnička, světlice a řeřicha byly ve větším počtu na lokalitě Vojkovice-Příčka 3. Peluška a ředkev olejná se na obou lokalitách nacházely ve stejném počtu a jetel alexandrijský a šípovitý se nevyskytovaly. Celkově se na lokalitě Vojkovice-Brněnská 3 nacházelo průměrně 61 rostlin na m² a na lokalitě Vojkovice-Příčka 3 bylo 68 rostlin na m². Výsev byl, tak jako v roce 2021, na každé lokalitě 451 semen na m². Počet vzešlých rostlin byl v obou letech nízký (představoval 10–15% vzházivost).

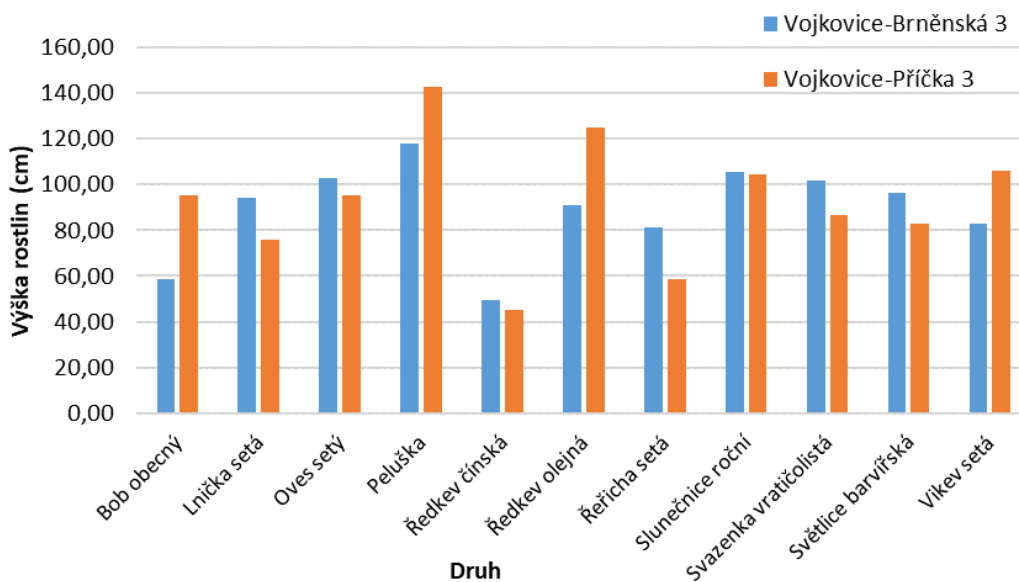
4.6.5 Výška rostlin

Na Obr. 12 a 13 je vyhodnocena výška u jednotlivých druhů na dvou lokalitách ve dvou letech (2021 a 2022).



Obr. 12: Výška rostlin u jednotlivých druhů (2021)

Z Obr. 12 je patrné, že výška rostlin u jednotlivých druhů se lišila na jednotlivých lokalitách. Bob obecný, lnička setá, slunečnice roční a světlice barvířská vytvořily vyšší rostliny na lokalitě Rajhrad. Vysoké rostliny byly u slunečnice roční, pelušky a ředkve olejné. Naopak nejnižší vzrůst měly na obou lokalitách jetele. Podle Branta et al. (2017), kombinací druhů s různou výškou ve vícekomponentních směsích jsou druhy dosahující nižší výšky výrazně potlačeny. Také Wortman et al. (2012) uvádějí, že z důvodu nižší konkurenční schopnosti mezplodin z čeledi bobovité, dosahují tyto druhy ve směsích nižšího vzrůstu.

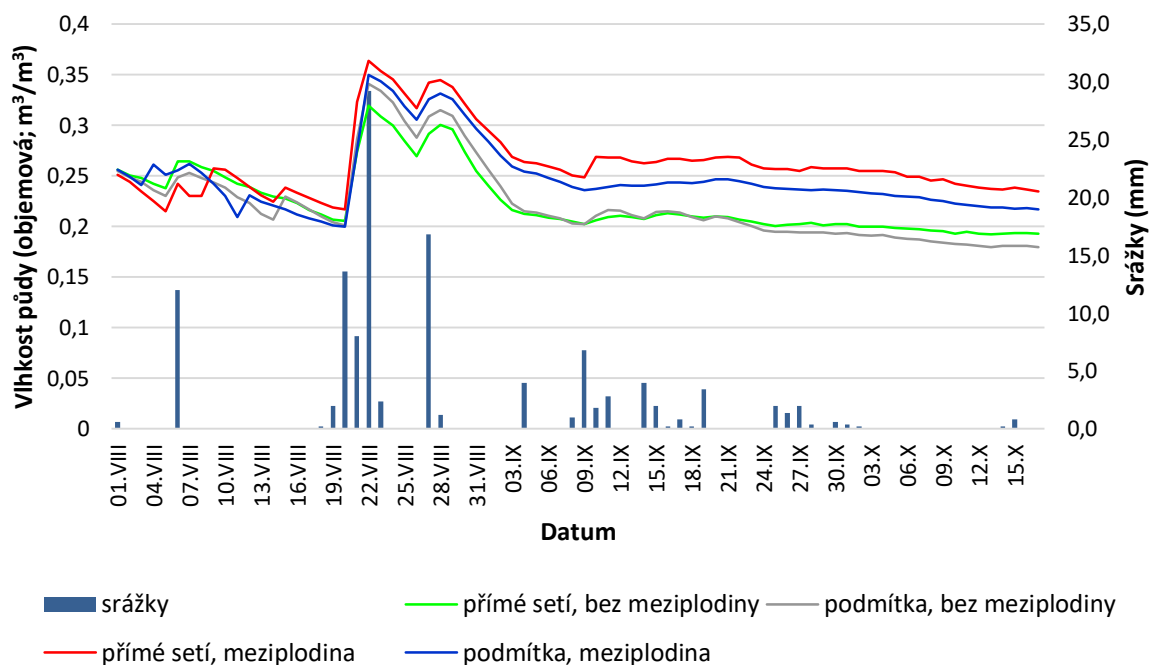


Obr. 13: Výška rostlin u jednotlivých druhů (2022)

Na lokalitě Vojkovice-Brněnská 3 byla průměrná výška rostlin 89 cm, na lokalitě Vojkovice-Příčka 3 pak 93 cm. Nejvyšší rostliny byly u pelušky (142 cm).

4.6.6 Dynamika půdní vlhkosti

Na Obr. 14 je zachycen průběh změn vlhkosti půdy během letního období roku 2022, kdy byly porovnávány varianty bez meziplodiny a s meziplodinou, která byla vyseta po sklizni obilniny po provedené podmítce nebo napřímo do strniště.



Obr. 14: Změny vlhkosti půdy a úhrn srážek (Žabčice, 1. 8. – 31. 10. 2022)

Z Obr. 14 vyplývá, že dynamika změn vlhkosti půdy se mezi variantami lišila. U variant bez meziplodiny byly naměřeny nižší hodnoty půdní vlhkosti v porovnání s variantami s meziplodinou, což potvrzuje již dříve publikované výsledky Dočkalíkové (2020) a Wortmana et al. (2012). U varianty s meziplodinovou směsí vysetou do nezpracované půdy byla zjištěna nejvyšší půdní vlhkost. Také Badalíková et Vašinka (2021) uvádějí, že přestože biomasa meziplodin odčerpávala z půdy vodu, tak díky zapojenému porostu nedochází k tak rychlému vysušování půdy, díky čemuž zůstávala půda pod rostlinami vlhčí. Odhiambo et Bomke (2007) uvádějí, že povrch půdy bez rostlinného krytu může vést k vyšším ztrátám vody, zejména pokud jsou srážky častější a odpařování vody v půdě je v podstatě neomezené. Ke stejnému závěru dospěl také Bodner et al. (2007), kteří hodnotili evapotranspiraci u svazenky, hořčice, vikve a žita. Tito autoři zjistili, že odběr vody z půdního profilu během vegetačního období meziplodiny nemusí nutně převýšit neproduktivní ztráty úhorem (bez meziplodiny). Je třeba zmínit, že i v tomto případě hraje roli vliv ročníku. V roce 2004 v oblasti Dolního Rakouska (Hollabrunn), kdy za podmínek suchého a teplého letního období byla evapotranspirace u všech hodnocených druhů meziplodin nižší (nejnižší u vikve a svazenky) než u holé půdy. Naopak za vláhově příznivějších podmínek ročníku 2005 byla celkově evapotranspirace nižší, ale u svazenky, hořčice a žita vyšší v porovnání s půdou bez pokryvu, pouze u vikve byly hodnoty evapotranspirace nižší. Výsledek vláhové bilance může být také ovlivněn podzimním obdobím, kdy v našich podmínkách bývá častý výskyt mlh a rosy, která vzniká na povrchu rostlin meziplodin a zapojený porost je schopen tuto vodu zachytávat. V zimním období se také častěji setkáváme s teplejšími periodami (s teplotami nad 0 °C) a bez sněhové pokrývky, kdy pokryv meziplodin opět hraje roli při omezení ztrát vody z povrchových vrstev půdy.

5 DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Výsev meziplodin by měl být proveden co nejdříve po sklizni hlavní plodiny (po obilninách, řepce ozimé apod.). Časný výsev je také důležitý pro co nejlepší využití krátké vegetační doby do podzimu, kdy se dny zkracují, k produkci nadzemní a podzemní biomasy. V podmínkách sušší oblasti jižní Moravy výsev do konce července (výjimečně první týden v srpnu) dává předpoklad pro produkci 6–8 t.ha⁻¹ sušiny biomasy.

Produkce biomasy meziplodin byla ovlivněna ročníkem, částečně také termínem výsevu. Meziplodiny příznivě reagovaly na přihnojení kompostem či fugátem. Výnos biomasy v sušině u nadzemní hmoty se v letech 2021–2023 pohyboval v rozmezí 2,36–6,93 t.ha⁻¹. Výnosy podzemní biomasy v sušině se na všech lokalitách ve třech letech pohybovaly mezi 0,49–1,31 t.ha⁻¹. Vysoký podíl na celkové produkci podzemní biomasy měla ředkev čínská, která má mohutný kulový kořen.

Pokud chceme získat co nejlepší výsledek, musíme provádět setí meziplodin se stejnou precizností jako u hlavních plodin. Na základě výsledků lze doporučit přímé setí do strniště, které šetří čas, vláhu i naftu. Kromě toho lze využít setí s pásovým kypřením. Pokud je to možné, preferujeme vyšší ponechané strniště obilnin (0,15 až 0,20 m), čímž na pozemku zároveň zůstane nižší vrstva rozprostřené slámy, čímž se omezí případná fytotoxicita vlivem reziduí herbicidů.

V nejteplejších oblastech se často setkáváme s delším bezesrážkovým obdobím po žních, kdy nejsou příznivé podmínky pro rychlé vzejití meziplodiny a její zapojení. V takovém případě (na základě předpovědi počasí) je vhodnější termín výsevu meziplodin odložit.

Pokud provádíme podmínku, měla by být mělká a provedená bezprostředně před výsevem meziplodiny. Pokud je ihned po sklizni vlhké počasí a dojde k okamžitému vzejití výdrolu (řepky a obilnin), je vhodné poté provést podmínku a následně výsev meziplodin. Tímto postupem omezíme silnou konkurenci výdrolu.

Je důležité zvolit druhově bohatou směs meziplodin a vytvořit takové podmínky, aby se půda co nejrychleji zakryla vegetací a omezil se neproduktivní výpar. Předpokladem pro kvalitní založení porostu jsou sečí stroje vybavené několika zásobníky (alespoň dvěma) na osivo (odděleně na malá a velká semena), umožňující odlišnou hloubku setí. V rámci poloprovozních pokusů byly ověřeny sečí stroje Horsch Focus 6TD (Strip-till) a SLY Agrisem Boss (No-till).

Podmínky pro výsev meziplodin jsou odlišné v závislosti na průběhu počasí, množství rostlinných zbytků apod. Za méně příznivých podmínek je vzcházení meziplodin horší, ale výhodou druhově bohaté směsi je to, že vždy alespoň některé druhy vzejdou (na rozdíl od výsevu jednoho druhu). Často je druhové složení (podíl jednotlivých druhů na celkové biomase) odlišné, přestože jsme vyseli stejnou směs meziplodin.

Druhy volíme s ohledem na strukturu plodin v osevním postupu (abychom zvýšili druhovou rozmanitost). Důležitou skupinou jsou druhy ze skupiny bobovitých (bob, peluška, vikev, jetele atd.), které poutají vzdušný dusík. Proto se doporučuje min. 50% podíl leguminóz ve směsích. Dalším komponentem jsou lipnicovité druhy (zdroj uhlíku) a další zástupci z jiných čeledí. Významnou skupinou jsou zástupci čeledi brukvovitých, kteří se vyznačují rychlým nárůstem biomasy.

V rámci hodnocení podílu jednotlivých druhů meziplodin na celkové produkci nadzemní biomasy byl patrný dominantní podíl ředkve olejné a ř. čínské. Zástupci jetelovin (jetel šípovitý, j. perský a j. alexandrijský), stejně jako řeřicha setá a lnička setá, byly natolik potlačeny, že se nevyskytovaly téměř vůbec nebo jen velmi málo. Svazanka vratičolistá, oves setý, bob obecný nebo masťák habešský dokázaly na některých lokalitách konkurenci ředkvi odolávat.

Význam druhově pestrých směsí meziplodin je také v jejich přímém vlivu na půdu. Různé druhy mají odlišný charakter kořenů (kulový, svazčitý), odlišně prokořeňují půdu (*biodrilling*), což významně omezuje zhutnění půdy. Tím, že meziplodiny spotřebují živiny k růstu v meziorostním období (po sklizni hlavní plodiny), eliminuje se riziko vyplavení těchto živin do hlubších vrstev půdy a tedy i znečištění podzemní vody. Meziplodiny dokáží zpřístupnit živiny z větších hloubek půdy

a po mineralizaci primární organické hmoty jsou tyto živiny využitelné pro následnou plodinu, což vede k úspoře minerálních hnojiv.

Na základě analýzy nadzemní biomasy byl zjištěn poměr C:N v průměru všech lokalit v rozmezí 14–19:1. U podzemní biomasy byl poměr C:N mezi 18–33:1. Vlastní poměr C:N lze ovlivnit samotnou směsí (druhovým složením). Vyšším podílem leguminóz lze docílit užší poměr C:N, což dává předpoklady pro rychlejší mineralizaci a uvolňování živin z biomasy. Ve vyprodukované nadzemní biomase byl následující obsah živin: 834–2656 kg.ha⁻¹ C, 49–172 kg.ha⁻¹ N, 33–80 kg.ha⁻¹ Ca, 7–21 kg.ha⁻¹ P, 48–229 kg.ha⁻¹ K a 7–19 kg.ha⁻¹ Mg.

Poměr C:N se zvyšuje se stářím meziplodin. Zástupci čeledi bobovitých mají užší poměr C:N i v pozdější růstové fázi. Volbou vhodného termínu ukončení porostu (správným načasováním) lze optimalizovat uvolňování živin s ohledem na následnou plodinu. Pokud po meziplodině následuje plodina setá brzy na jaře (např. cukrová řepa), je třeba včasné ukončení meziplodiny (na konci vegetace, např. v listopadu). Pokud sejeme kukuřici, ukončíme meziplodinu později (v zimě, např. v únoru).

Ukončení meziplodiny lze provést mechanicky různými druhy válců. V praxi se DVP Agro a.s. osvědčilo ukončení provádět za mrazivého dne, kdy je porost meziplodiny křehčí a také povrch půdy je únosnější pro pohyb traktoru.

Rychle zapojené porosty meziplodin dokáží konkurovat výdrolu obilnin a také plevelům. Naopak, pokud meziplodiny vzcházejí pomalu či vzejdou mezerovitě (většinou za déletrvajícího sucha), dochází k rozvoji plevelů, které jsou schopny produkovat velký počet semen.

Meziplodinová směs, která byla ověřována v poloprovozních pokusech, by mohla být více vybalancovaná. Konkurenčně silným druhům (oběma ředkvím) by bylo vhodné snížit výsevek a všechny tři druhy jetelů by se mohly ze směsi úplně vyřadit, protože ze stejné čeledi jsou ve směsi konkurenčně silnější leguminózy jako je bob obecný, vikev setá a peluška.

Výsledky měření půdní vlhkosti ukázaly, že u varianty s přímým výsevem meziplodiny byly zjištěny vyšší hodnoty půdní vlhkosti v porovnání s variantami bez meziplodiny. Také výsledky řady jiných autorů ukazují, že povrch půdy zakrytý porostem meziplodiny vykazuje nižší hodnoty evapotranspirace v porovnání s holou půdou, a to zvláště v sušším mezíporostním období.

6 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Ekonomický přínos pěstování meziplodin není snadné vyjádřit vzhledem k tomu, že meziplodiny mají řadu pozitivních efektů při udržitelném hospodaření na orné půdě. Vyprodukovaná biomasa meziplodin je zdrojem kvalitní primární organické hmoty, která se po mineralizaci stává zdrojem živin dostupných pro následné plodiny. Díky meziplodinám z čeledi bobovitých a díky fixaci vzdušného dusíku, dochází k úspoře dusíkatých hnojiv. Nicméně pěstování meziplodin s sebou přináší i řadu dalších pozitivních efektů (podpora mikrobiální činnosti v půdě, zlepšení infiltrace vody do půdy, zlepšení fyzikálních vlastností apod.), jejichž společným znakem je zvýšení úrodnosti půdy. Pěstování meziplodin vyžaduje systémový přístup, který zahrnuje správnou volbu meziplodinové směsi s časným výsevem tak, abychom docílili včasného pokrytí půdy vegetací. Vlastní náklady na osivo meziplodin ve výši cca 1–2 tis. Kč na hektar jsou dobře vynaloženými vstupy při pěstování plodin na orné půdě.

7 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ A UPLATNĚNÍ OVĚŘENÉ TECHNOLOGIE

V ověřené technologii byly získány výsledky o produkci biomasy meziplodinové směsi v poloprovozních podmínkách zemědělského podniku DVP Agro a.s. Byly ověřeny postupy, jak efektivně zakládat meziplodiny v sušších podmínkách. Technologie je zdrojem nových praktických poznatků o pěstování meziplodin, které jsou přímo využitelné u odborné veřejnosti a v podmínkách zemědělské praxe.

Rozsah využití ověřené technologie je:

- v zemědělských podnicích, které mají zájem efektivně pěstovat meziplodiny s cílem zlepšení úrodnosti půdy s potenciálem využití půdoochranných technologií zpracování půdy,
- u poradenských subjektů při zavádění principů regenerativního zemědělství při hospodaření na orné půdě,
- u osivářských firem jako zpětná vazba o vlastnostech a produkčním potenciálu jednotlivých druhů meziplodin využívaných do směsí,
- na středních a vysokých školách k využití ve výuce.

8 ZÁVĚR

Meziplodiny jsou důležitou součástí udržitelného hospodaření na půdě. Správnou technologií jejich pěstování lze využít jejich potenciál při zvyšování půdní úrodnosti. Ozelenění půdy v meziorostním období je důležitým prvkem, jak mohou meziplodiny přímo omezit neproduktivní výpar a naopak využít vodu ve prospěch produkce biomasy, která se navrací do půdy. Meziplodiny takto zasahují do koloběhu živin a jsou integrujícím prvkem mezi dvěma plodinami. Meziplodiny jsou nedílnou součástí půdoochranných technologií, jejich cílem je nejen chránit půdu před erozí, ale také umožňují lepší hospodaření s vodou, což dává předpoklady pro efektivní hospodaření v suchých oblastech. V neposlední řadě umožňují také rozvoj regenerativního zemědělství.

9 POUŽITÁ LITERATURA

- Abbas, T.; Ahmad, A.; Kamal, A.; Nawaz, M.Y.; Jamil, M.A.; Saeed, T.; Abid, M.A.; Ali, H.H; Ateeq, M. Ways to Use Allelopathic Potential for Weed Management: A Review. *International Journal of Food Science and Agriculture* **2021**, roč. 5, č. 3, s. 492–498.
- Adetunji, A.T; Ncube, B.; Mulidzi, R.; Lewu, F.B. Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. *Soil and Tillage Research* **2020**, č. 204.
- Badalíková, B.; Bártlová, J. Setí do mulče meziplodin jako protierozní ochrana půdy. *Úroda* **2014**, roč. 62, č. 12, s. 32–34.
- Badalíková, B.; Vašinka, M. Přínos meziplodin v pěstitelských systémech. *Agromanuál* **2021**.
- Bodner, G.; Loiskandl, W.; Kaul, H.P. Cover crop evapotranspiration under semi-arid conditions using FAO dual crop coefficient method with water stress compensation. *Agricultural Water Management* **2007**, sv. 93, č. 3, s. 85–98.
- Brant, V.; Balík, J.; Fuksa, P.; Hakl, J.; Kasal, P.; Neckář, K.; Pivec, J.; Prokinová, E. *Meziplodiny; Kurent: České Budějovice* **2008**.
- Brant, V.; Zábranský, P.; Škeříková, M.; Kroulík, M.; Hofbauer, M.; Kunte, J. Morfologická variabilita meziplodin. *Agromanuál* **2017**.
- Colla, G.; Mitchell, J.P; Joyce, B.A.; Hyuck, L.; Wallender, W.; Temple, S.; Hsiao, T.; Poudel, D.D. Soil physical properties and tomato yield and quality in alternative cropping systems. *Agronomy Journal* **2000**, sv. 92, s. 924–932.
- Dočkalíková, M. Meziplodiny v systémech hospodaření na půdě – produkční a agroekologické hodnocení. Disertační práce, Mendelova univerzita, Brno, **2020**.
- Duval, M.E.; Galantini, J.A.; Capurro, J.E.; Martinez, J.M. Winter cover crops in soybean monoculture: Effects on soil organic carbon and its fractions. *Soil and Tillage Research* **2016**, sv. 161, s. 95–105.
- Eshel, G.; Unc, A.; Egozi, R.; Shakartchy, E.; Doniger, T.; Steinberger, Y. Orchard floor management effect on soil free-living nematode communities. *Soil Research* **2021**, sv. 60, č. 3, s. 310–319.
- Folorunso, O. A.; Rolston, D. E.; Prichard, T.; Louie, D.T. Soil surface strength and infiltration as affected by winter cover crops. *Soil Technology* **1992**, č. 5, s. 189–197.
- Gall, J. Zhodnocení ochrany polních plodin na střední Moravě za rok 2023. *Agromanuál* **2023**.
- Gao, H.; Tian, G.; Khashi u Rahman, M.; Wu, F. Cover Crop Species Composition Alters the Soil Bacterial Community in a Continuous Pepper Cropping System. *Frontiers in Microbiology* **2022**, č. 12.
- García-González, I.; Hontoria, C.; Gabriel, J.L.; Alonso-Ayuso, M.; Quemada, M. Cover crops to mitigate soil degradation and enhance soil functionality in irrigated land. *Geoderma* **2018**, č. 322, s. 81–88.
- Giantin, S.; Franzin, A.; Brusa, F.; Montemurro, V.; Bozzetta, E.; Caprai, E.; Fedrizzi, G.; Girolami, F.; Nebbia, C. Overview of cyanide poisoning in cattle from Sorghum halepense and S. bicolor cultivars in northwest Italy. *Animals* **2024**, sv. 14, č. 5, s. 743.
- Hansen, S.C.; Stolter, C.; Imholt, C.; Jacob, J. Plant secondary metabolites as rodent repellents: a systematic review. *Journal of Chemical Ecology* **2016**, sv. 42, č. 9, s. 970–983.
- Chaudhary, B. Cover crop as approach for sustainable agriculture: A Review. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences* **2023**, sv. 5, č. 137, s. 44–55.

- Chu, M.; Jagadamma, S.; Walker, F.R.; Eash, N.S.; Buschermohle, M.J.; Duncan, L.A. Effect of Multispecies Cover Crop Mixture on Soil Properties and Crop Yield. *Agricultural & Environmental Letters* **2017**, sv. 2, č. 1.
- Jacob J. Short-term effects of farming practices on populations of common vole. *Agriculture Ecosystems & Environment* **2003**, sv. 95, č. 1, s. 321–325.
- Jacob, J.; Manson, P.; Barfknecht, R.; Fredricks, T. Common vole (*Microtus arvalis*) ecology and management: implications for risk assessment of plant protection products. *Pest Management Science* **2014**, sv. 70, č. 7, s. 869–878.
- Jensen, J.L.; Thomsen, I.K.; Eriksen, J.; Christensen, B.T. Spring barley grown for decades with straw incorporation and cover crops: Effects on crop yields and N uptake. *Field Crops Research* **2021**, č. 270.
- Jokić, G.; Tanja, A.; Marković, T.; Đedovi, S.; Brki, D.; Sa, M. Wild Mus *musculus* response on two different essential oils with high repellent potential. *Journal of Stored Products Research* **2018**, č. 79, s. 106–111.
- Joyce, B.A.; Wallender, W.W.; Mitchell, J.P.; Huyck, L.M.; Temple, S.R.; Brostrom, P.N.; Hsiao, T.C. Infiltration and soil water storage under winter cover cropping in California's Sacramento Valley. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* **2002**, sv. 45, č. 2, s. 315–326.
- Justes, E. (ed.). *Cover Crops for Sustainable Farming*. Dordrecht: Springer Netherlands **2017**.
- Klem, K. Regenerativní zemědělství (1) - hlavní cíle, předpoklady a zásady. *Agromanuál* **2023**, č. 1, s. 126–128.
- Laloy, E.; Bielders, C.L. Effect of Intercropping Period Management on Runoff and Erosion in a Maize Cropping System. *Journal of Environmental Quality* **2010**, sv. 39, č. 3, s. 1001–1008.
- Lehmann, J.; Kleber, M. The contentious nature of soil organic matter. *Nature* **2015**, č. 528, s. 60–68.
- Magdoff, F.; Van Es, H. *Building Soils for Better Crops: Ecological management for healthy soils*, 4. vyd.; Sustainable Agriculture Research Education: University of Maryland, USA, **2019**.
- Marcillo, G.S.; Miguez, F.E. Corn yield response to winter cover crops: An updated meta-analysis. *Journal of Soil and Water Conservation* **2017**, sv. 72, č. 3, s. 226–239.
- Martens, D.A.; Frankenberger, W.T. Modification of infiltration rates in an organic-amended irrigated soil. *Agronomy Journal* **1992**, sv. 84, č. 4, s. 707–717.
- Mitchell, J.P.; Peters, D.W.; Shennan, C. Changes in soil water storage in winter fallowed and cover cropped soils. *Journal of Sustainable Agriculture* **1999**, sv. 15, č. 2–3, s. 19–31.
- Nielsen, D.C.; Vigil, M.F. Legume green fallow effects on soil water content at wheat planting and wheat yield. *Agronomy Journal* **2005**, sv. 97, č. 3, s. 684–689.
- Odhiambo, J.J.O.; Bomke, A.A. Cover crop effects on spring soil water content and the implications for cover crop management in south coastal British Columbia. *Agricultural Water Management* **2007**, sv. 88, č. 1–3, s. 92–98.
- Papp, R.; Marinari, S.; Moscatelli, M.C.; van der Heijden, M.G.A.; Wittwer, R.; Campiglia, E.; Radicetti, E.; Mancinelli, R.; Fradgley, N.; Pearce, B.; Bergkvist, G.; Finckh, M.R. Short-term changes in soil biochemical properties as affected by subsidiary crop cultivation in four European pedo-climatic zones. *Soil and Tillage Research* **2018**, č. 180, s. 126–136.
- Patkowska, E.; Błazewicz-Wozniak, M.; Konopinski, M.; Wach, D. The effect of cover crops on the fungal and bacterial communities in the soil under carrot cultivation. *Plant, Soil and Environment* **2016**, sv. 62, č. 5, s. 237–242.
- Quasim, M.A.; Karn, A. K.; Paul, S.; Hmar, E.B.L.; Sharma, H. K. Herbal rodent repellent: a dependable and dynamic approach in defiance of synthetic repellent. *Bulletin of the National Research Centre* **2023**, sv. 47, č. 82, s. 1–13.

- Quintarelli, V.; Radicetti, E.; Allevato, E.; Stazi, S.R.; Haider, G.; Abideen, Z.; Bibi, S.; Jamal, A.; Mancinelli, R. Cover Crops for Sustainable Cropping Systems: A Review. *Agriculture* **2022**, sv. 11, č. 12.
- Rose, R.J. *Medicago truncatula* as a model for understanding plant interactions with other organisms, plant development and stress biology: past, present and future. *Functional Plant Biology* **2008**, č. 35, s. 253–264.
- Salako, F.K.; Tian, G. Soil water depletion under various leguminous cover crops in the derived savanna of West Africa. *Agriculture Ecosystems & Environment* **2003**, sv. 100, č. 2–3, s. 173–180.
- Semmartin, M.; Cosentino, D.J.; Poggio, S.L.; Bénédit, B.; Biganzoli, F.; Alberto, P. Soil carbon accumulation in continuous cropping systems of the rolling Pampa (Argentina): The role of crop sequence, cover cropping and agronomic technology. *Agriculture Ecosystems & Environment* **2023**, sv. 25, č. 5.
- Stocking Gruver, L.; Weil, R.R.; Zasada, I.A.; Sardanelli, S.; Momen, B. Brassicaceous and rye cover crops altered free-living soil nematode community composition. *Applied Soil Ecology* **2010**, sv. 45, č. 1, s. 1–12.
- Sturm, D.J.; Peteinatos, G.; Gerhards, R. Contribution of allelopathic effects to the overall weed suppression by different cover crops. *Weed Research* **2018**, sv. 58, č. 5, s. 331–337.
- Suchomel, J.; Šipoš, J.; Heroldová, M. Can repellent crops reduce the abundance of the common vole (*Microtus arvalis*) as a way to reduce crop damage? *Crop Protection* **2024**, sv. 187, č. 7.
- Thapa, R.; Mirsky, S.B.; Tully, K.L. Cover Crops Reduce Nitrate Leaching in Agroecosystems: A Global Meta-Analysis. *Journal of Environmental Quality* **2018**, sv. 47, č. 6, s. 1400–1411.
- Thomas, F.; Archambeaud, M. *Medziplodiny v praxi*, 1. vyd., Lužianky: Naše Pole, 2019.
- Valkama, E.; Lemola, R.; Känkänen, H.; Turtola, E. Meta-analysis of the effects of undersown catch crops on nitrogen leaching loss and grain yields in the Nordic countries. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **2015**, vol. 203, s. 93–101.
- Vukicevich, E.; Lowery, T.; Bowen, P.; Úrbez-Torres, J.R.; Hart, M. Cover crops to increase soil microbial diversity and mitigate decline in perennial agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **2016**, sv. 36, č. 3.
- VÚMOP 2022. eKatalog BPEJ, Výzkumný ústav meliorací a půd., Dostupné online: <https://bpej.vumop.cz/> (dostupné 20. dubna 2024).
- Wittwer, R.A.; Dorn, B.; Jossi, W.; van der Heijden, M.G.A. Cover crops support ecological intensification of arable cropping systems. *Scientific Reports* **2017**, sv. 7.
- Wortman, S.E.; Francis, C.A.; Lindquist, J.L. Cover Crop Mixtures for the Western Corn Belt: Opportunities for Increased Productivity and Stability. *Agronomy Journal* **2012**, sv. 104, č. 3, s. 699–705.

10 FOTODOKUMENTACE

Foto 1–4: Meziplodinová směs BFA1 (V. Smutný, 2023)





Foto 5: Ředkev čínská – kořeny (V. Smutný, 2022)



Foto 6: Zaplevelení v porostu meziplodiny - laskavec ohnutý (V. Smutný, 2022)



Foto 7: Secí stroj Horsch Focus 6TD (Strip-till setí; R. Mátl, 2022)



Foto 8: Secí stroj SLY Agrisem Boss – setí obilniny do porostu mezplodiny (R. Mátl, 2023)



Foto 9: Secí stroj SLY Agrisem Boss – setí obilniny do porostu meziploidy (R. Mátl, 2023)

