

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Brno 2019

Bc. Václav Hasa

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav biologie rostlin



Analýza zaplevelení porostů polních plodin a meziplodin ve
vybraném zemědělském podniku
Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Jan Winkler, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Václav Hasa

Brno 2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Václav Hasa**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Všeobecné zemědělství
Název tématu: **Analýza zaplevelení porostů polních plodin a meziplodin ve vybraném zemědělském podniku**
Rozsah práce: 60 – 70 stran textu, 5 – 10 stran příloh

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte odbornou literaturu k zadané problematice
2. Prohlubte znalosti v identifikaci plevelných druhů rostlin v různých růstových fázích
3. Seznamte se s podmínkami ve vybraném zemědělském podniku
4. Proveďte výběr vhodných pozemků s porosty vybraných plodin a meziplodin
5. Získejte informace o technologii pěstování vybraných plodin
6. Vyhodnoťte zaplevelení porostu vybraných plodin a meziplodin dle dohodnuté metodiky
7. Zpracujte získané výsledky matematicko-statistickými metodami
8. Vyhodnoťte vztah zaplevelení a sledovaných plodin a meziplodin
9. Zformulujte závěry a vypracujte diplomovou práci

1. DVORÁK, J. – SMUTNÝ, V. *Herbologie: integrovaná ochrana proti polním plevelům*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 184 s. ISBN 80-7157-732-4.
2. HAMOUZ, P. – HAMOUZOVÁ, K. *Atlas klíčních rostlin polních plevelů*. 1. vyd. 231 s. ISBN 978-80-87111-48-2.
3. HOLZNER, W. / *Biology and ecology of weeds*. Hague: Dr.W.Junk Publishers, 1982. 9 s. ISBN 90-6193-682-9.
4. BOOTH, B. D. – MURPHY, S. D. – SWANTON, C. J. *Invasive plant ecology in natural and agricultural systems*. 2. vyd. Wallingford: CABI, 2010. 214 s. Modular texts. ISBN 978-1-84593-605-1.
5. WEBER, E. *Invasive plant species of the world : a reference guide to environmental weeds*. Wallingford, Oxon, UK: CABI Pub., 2003. 548 s. ISBN 978-0-85199-695-0.
6. MIKULKA, J. – KNEIFELOVA, M. a kol. *Plevelné rostliny*. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2005. 148 s. ISBN 80-86726-02-9.
7. ZISKA, L. H. – DUKES, J. S. *Weed biology and climate change*. Ames: Wiley-Blackwell, 235 s. ISBN 978-0-8138-1417-9.
8. ZIMDAHL, R. L. *Weed-crop competition: a review*. 2. vyd. Oxford, UK: Blackwell Pub., 220 s. ISBN 0-8138-0279-2.
9. VACH, M. a kol. *Pěstování strniškových meziplodin: metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009. 34 s. ISBN 978-80-7427-009-3.
10. Vědecké a odborné časopisy

datum zadání diplomové práce: říjen 2017

termín odevzdání diplomové práce: duben 2019

L. S.

Bc. Václav Hasa
Autor práce

Ing. Jan Winkler, Ph.D.
Vedoucí práce

prof. RNDr. Ladislav Havel, CSc.
Vedoucí ústavu

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Analýza zaplevelení porostů polních plodin a meziplodin ve vybraném zemědělském podniku vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování závěrečných prací. Prohlašuji, že tištěná podoba závěrečné práce a elektronická podoba závěrečné práce zveřejněná v aplikaci Závěrečné práce v Univerzitním informačním systému je identická.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 15. 4. 2019

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Janu Winklerovi, Ph. D. za trpělivost, ochotu, odborné a cenné rady při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat své přítelkyni, rodině a také kamarádům za dodanou podporu.

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na problematiku zaplevelení vybraných polních plodin a meziplodin v provozních podmínkách vybraného podniku. V polním pokusu byla sledována druhová a početní intenzita zaplevelení v ozimé pšenici a meziplodině tvořené směsí hořčice bílé (*Sinapis alba*) a svazenky vratičolisté (*Phacelia tanacetifolia*). Data byla statisticky zpracována na základě analýzy délky gradientu (*Lengths of Gradient*), zjištěného segmentovou analýzou DCA (*Detrended Correspondence Analysis*). Následně byla použita redundanční analýza (RDA) zpracování dat proběhlo v programu Canoco 5.0. Nižší absolutní hodnoty zaplevelení vykazoval porost ozimé pšenice. V ozimé pšenici se nejčastěji vyskytovaly plevelné druhy mák vlčí (*Papaver rhoeas*), penízek rolní (*Thlaspi arvense*), úhorník mnohodílný (*Descurainia sophia*) a svízel přítula (*Galium aparine*). Druh kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*) se vyskytoval výhradně v porostu meziplodiny. V meziplodině se vyskytovaly druhy lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*), ptačinec prostřední (*Stellaria media*) nebo heřmánkovec nevonný (*Tripleospermum inodorum*) s podobnou četností jako v ozimé pšenici. Tlumivou funkci měla meziplodina na výskyt rozrazilu perského (*Veronica persica*) a violky rolní (*Viola arvensis*).

Klíčová slova: plevel, ozimá pšenice, meziplodina

ABSTRACT

This thesis is focused on analysis of weed species in selected crops and covercrops in selected agricultural company. In field conditions were analysed species and numbers of weeds in winter wheat and cover crop formed by *Sinapis alba* and *Phacelia tanacetifolia*. Data were statistically processed on the basis of *Lengths of Gradient* analyzed with *Detrended Correspondence Analysis*. Following redundancy analysis (RDA) was performed in Canoco 5.0. Absolute values of weed species were in winter wheat. The most common weed species in winter wheat were *Papaver rhoeas*, the *Thlaspi arvense*, *Descurainia sophia* and *Galium aparine*. *Capsella bursa-pastoris* was the main weed in the cover crop. Similar frequency in winter wheat as well as in cover crop had *Atriplex patula*, *Stellaria media* or *Tripleospermum inodorum*. Reductive function had cover crop on *Veronica persica* and *Viola arvensis*.

Key words: weed, winter wheat, cover crop

Obsah:

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce	11
3	Literární přehled.....	12
3.1	Plevelné druhy	12
3.1.1	Definice plevelných druhů a jejich původ.....	12
3.1.2	Diverzifikace plodin a diverzita plevelů.....	15
3.1.3	Škodlivost plevelů	15
	Škodlivost nepřímá.....	16
	Škodlivost přímá	17
3.1.4	Dopad zaplevelení na ekonomiku zemědělství	18
3.1.5	Klasifikace plevelných druhů	18
3.2	Střídání plodin v systému hospodaření.....	21
3.2.1	Střídání plodin jako fenomén současného zemědělství.....	22
3.2.2	Struktura plodin v ČR.....	23
3.2.3	Střídání plodin a výskyt plevelných druhů	24
3.2.4	Střídání plodin a výskyt chorob a škůdců.....	26
3.2.5	Nároky ozimé pšenice na předplodinu	27
3.3	Pšenice setá	28
3.3.1	Produkce pšenice, její vývoj a význam	28
3.3.2	Soudobá produkce pšenice v České republice.....	28
3.3.3	Soudobá produkce pšenice v Evropské unii	29
3.3.4	Zaplevelení v porostech ozimé pšenice	30
3.3.5	Vliv zaplevelení na kvalitu a výnos hlavního produktu	30
3.4	Meziplodiny	31
3.4.1	Členění meziplodin.....	32
3.4.2	Význam meziplodin z pohledu hospodaření na orné půdě.....	32

3.4.3	Meziplodiny jako zdroj organické pro zlepšení půdních vlastností ..	33
3.4.4	Vliv meziplodin na omezení větrné a vodní eroze	35
3.4.5	Meziplodiny jako nástroj k omezení vyplavování živin a zmírnění znečišťování podzemních vod	36
3.4.6	Vliv meziplodin na potlačení plevelů a výdrolu předplodiny	36
3.4.7	Funkce meziplodin při omezování šíření a výskytu chorob a škůdců	37
3.4.8	Produktivní výpar meziplodin a ochlazování krajiny.....	37
3.4.9	Meziplodiny a podpora druhové pestrosti a potravních řetězců v krajině	38
3.4.10	Negativní vlivy pěstování meziplodin.....	38
3.4.11	Alelopatické působení meziplodin a jejich biomasy na následné plodiny	39
3.4.12	Meziplodiny a následné zaplevelení	39
4	Metodika	41
4.1	Metodika vyhodnocení zaplevelení	41
4.2	Variety sledovaných porostů	42
4.3	Metodika statistického zpracování.....	43
5	Výsledky	44
6	Diskuze.....	47
7	Závěr	50
8	Použitá literatura	51
9	Seznam tabulek a obrázků.....	61
10	Přílohy.....	62
10.1	Seznam příloh	62

1 ÚVOD

Současný stav rostlinné výroby v České republice je charakterizován úzkou skladbou polních plodin, která je nejen ovlivněna půdně-klimatickými podmínkami pro úspěšné pěstování jednotlivých plodin, ale především a stále více je utvářena vlivem poptávky na trhu se zemědělskými komoditami. V kontextu rapidního snížení živočišné výroby od roku 1990 došlo především k úbytku ploch s jednoletými a víceletými pícninami, luskovinami a okopaninami. Tyto plochy v důsledku zaujaly olejninu a obilovinu a došlo tak k razantnímu nárůstu jejich osevu. Nejvíce pěstovanou plodinou v ČR je pak ozimá pšenice (PROCHÁZKOVÁ a kol., 2011).

Plevelné druhy se od ostatních biotických činitelů způsobem své škodlivosti liší. Živočišní škůdci a choroby rostliny napadají přímým způsobem, avšak plevele, kromě druhů poloparazitických a parazitických, jsou charakteristické škodlivostí přímou. Jejich vliv na omezování polních plodin se pak děje v důsledku ztěžování životních podmínek a odčerpávání vegetačních faktorů (MIKULKA a kol., 2000).

Nejčastější interakce plevelů s plodinou je tedy konkurence, parazitismus nebo alelopatie. Takové interakce jsou považovány za negativní a v jejich důsledku dochází ke snížení kvality či množství sklizeného produktu. Za účelem omezení těchto negativních vlivů na pěstované plodiny je prováděna regulace zaplevelení, kde kromě chemické ochrany mohou výrazně pomoci i různá agrotechnická opatření (JURSÍK a kol., 2011).

Jedním z možných agrotechnických postupů za účelem regulace rozvoje a početnosti plevelných druhů může být i pěstování meziplodin, kdy je kromě agrotechnického hlediska možné přispět i ke snížení ekologické zátěže v celém agroekosystému (BRANT a kol., 2008).

Meziplodiny jsou schopny využít části vegetační sezóny v době mezi dvěma tržně pěstovanými plodinami. Vlivem jejich pěstování je docíleno lepšího využití půdy, zvýšení její pokrývnosti a omezení dopadů vodní a věrné eroze. Dále jejich pěstováním dochází k přerušení sledů jedné skupiny plodin, tedy rozšíření spektra plodin pěstovaných a obohacení druhové diverzity celého ekologického systému. Meziplodiny jsou považovány za nezbytnou součást moderní rostlinné výroby s aspektem tzv. ozelenění půdy v průběhu vegetační sezóny (KOSTELÁNSKÝ, 2000).

Meziplodiny jsou schopny svým růstem omezovat zaplevelení zejména během meziporostního období a zesilovat tak působnost herbicidů vlivem omezení dalšího vývoje oslabených plevelů. Při jejich pravidelném a vhodně zvoleném zařazení do osevních sledů je možno především v oblastech s intenzivní rostlinnou výrobou omezit nutnost užívání pesticidů (VACH a kol., 2005).

V této práci je pak zhodnocen vliv střídání plodin na kvalitu a zdraví půdy s hlavním zájmem o zaplevelení na ní pěstovaných polních plodin, především pšenice ozimé a po ní zařazené meziplodině.

2 CÍL PRÁCE

Tato diplomová práce si klade za cíl zhodnotit výskyt plevelných druhů ve vybrané plodině a meziplodině v provozních podmínkách zemědělského podniku zaměřeného na rostlinnou výrobu. Především se pak práce věnuje střídání plodin, ozimé pšenice a jejího vztahu k plevelným druhům a také problematice pěstování meziplodin na orné půdě spolu s jejich vztahem k zaplevelení.

V diplomové práci jsem si stanovil tyto dílčí cíle:

- zhodnocení vlivu střídání plodin a meziplodin v osevním sledu na druhové zaplevelení
- vyhodnocení plevelných druhů vyskytujících se v pšenici ozimé a následné meziplodině (směsi hořčice bílé a svazenky vratičolisté) a statistické porovnání těchto dat
- zhodnocení a doporučení k vhodnosti meziplodiny a případné regulaci plevelných druhů, které se v nich vyskytují

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Plevelné druhy

3.1.1 Definice plevelných druhů a jejich původ

Správná definice a determinace druhu jako plevelného je z pohledu zemědělství velice obtížná. Definice a pohledů na tuto problematiku existuje mnoho, avšak ani jedno z nich není univerzálně upotřebitelné. Dle původu slova znamená plevel rostlinu rostoucí na místě, kde je její výskyt nežádoucí anebo zde její růst ovlivňuje růst a vývoj rostliny kulturní. Vědecká veřejnost zkusila definovat plevelné druhy z pohledu ekologického, biologického či morfologického. Dospěli k závěru, že plevele je možné definovat jako rostliny z objektivního pohledu nežádané a ovlivňující snahu člověka o co nejvyšší a nejlepší produkci jím chtěných a pěstovaných kulturních plodin.

Souhrnně lze plevelná společenstva označit také termínem segetální rostliny, tedy rostliny přetrvávající na stanovištích vytvořených člověkem nebo vznikající v důsledku lidské činnosti (KUBÁT a kol., 2002).

SALISBURY (1961) nazval plevelem rostlinu rostoucí tam, kde není jejich výskyt žádaný. REJMÁNEK (1996) plevelné druhy označuje za úspěšné predátory, kteří nachází vše potřebné ke své prosperitě v prostoru mezi jednotlivými jedinci plodiny. Z ekologického hlediska MOHLER (2001) definuje plevelný druh jako rostlinu nejvíce schopnou kolonizovat plochy půdy a využít zbývající potenciál stanoviště k produkci velkého počtu plodů a semen, a to i přes opakované narušování příznivých podmínek pro jejich růst a vývoj. Mnohé definice se tedy zaměřují na schopnost plevelů využívat nekultivovaných ploch ke své prosperitě a negativně působit na kulturní plodiny.

Opačnou problematiku, tedy prospěšnost plevelů nastiňují HAMMER a kol. (1997), kdy plevele označují jako nosiče geneticky důležitých informací ve vztahu k příbuzným kulturním rostlinám. MULLER-SCHARER a kol. (2000) ve své studii došli k závěru, že nízký počet vyskytujících se plevelných druhů může mít i pozitivní vliv na výnos pěstované plodiny z důvodu chemické stimulace svými kořenovými exudáty. Tento pohled přináší nové hledisko v posuzování vlivu plevelů na kulturní plodiny. Lze je posuzovat za negativní ale i pozitivní činitele nebo je hodnotit dle výskytu

geografického či v závislosti na specifických enviromentálních podmínkách a dalších charakteristik.

Je třeba se rovněž zamyslet nad faktem, že některé rostliny, které v minulosti byly považovány za plevelné a nežádoucí, se mohou v kontextu nově získaných informací o jejich možném využití stát rostlinou využitelnou pro společnost, tedy kulturní a profitabilní. Příkladem takové rostliny bylo v minulosti žito seté (*Secale cereale*), které ve svých začátcích bylo považováno za plevelnou rostlinu. Dalšími příklady mohou být plevelné druhy *Chenopodium* nebo *Amaranthus*, které jsou rovněž často kulturně pěstovány. V neposlední řadě můžeme také zmínit medicínální nebo technické využití plevelných druhů, jak uvádí například ALTIERI (1988).

Pod souhrnným názvem plevelné rostliny chápeme jednak již zmíněné druhy divoce rostoucí, které vznikly v důsledku přirozené evoluce a selekce, avšak jsou mezi ně řazeny rovněž druhy kulturní, vyšlechtěné člověkem. Jde právě o kulturní rostliny, které v kulturách následujících mohou způsobovat zaplevelení ve formě výdrolu. Předplodina se poté může velmi snadno stát plevelnou, přesněji zaplevelující rostlinou, v následující plodině. Vliv výdrolu na kvalitu a výnos námi pěstované kultury může být mnohdy i mnohem vyšší, než vliv divokých plevelných rostlin vyskytujících se na daném stanovišti (DVOŘÁK a kol., 2003).

ZIMDAHL (1999) popisuje plevel jako etymologicky málo známý druh rostliny a lze u něj hledat více možných původů. Nacházet se mohou již dlouho dobu na daném místě a být zde druhy původními a aklimatizovanými nebo se může jednat o druhy introdukované, a to jak vlivem člověka (zavlečení kontaminovaným osivem, organickým hnojivem nebo přenosem na mechanizačních prostředcích) ale také může dojít k přenosu zvířaty (například ptáky). Pokud vezmeme v úvahu, že plevele představují pouze desetinu procenta výměry světových ploch pro pěstování plodin, ale jejich ekonomické důsledky jsou mnohonásobně větší, je na místě se jejich problematikou hloubkově zabývat.

ZIMDAHL (1999) škody způsobené jejich vlivem rozdělil do devíti kategorií: plevel jako rostlina snižující hodnotu půdy, plevelný druh a jeho vliv na růst nákladů na produkci, konkurent kulturní rostliny, plevel jako determinant volby plodiny, narušitel a snižovatel kvality produkce, plevelný druh jako riziko pro zdraví člověka, činitel zvýšení nákladů na posklizňovou úpravu a také jako odběratele půdní vláhy a potažmo vodních zdrojů z půdy.

Z hlediska České republiky je možné původ plevelných druhů rozdělit do následujících kategorií (PYŠEK a kol., 2001):

- 1) Idiochytofyty (také apofyty) neboli druhy původní, vyskytující se na synantropních, člověkem pozmeněných stanovištích. Do této skupiny patří například: rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*), pýr plazivý (*Eletrygia repens*), svízel přitula (*Galium aparine*), podběl lékařský (*Tussilago farfara*), merlík bílý (*Chenopodium album*).
- 2) Archeofyty neboli plevelné rostliny jejichž výskyt můžeme spojit s jejich introdukcí od počátku zemědělství ve střední Evropě, a to až do konce středověku. Jedná se například o mák vlčí (*Papaver rhoeas*), kokošku pastuší tobolka (*Capsella bursa pastoris*), hořčici polní (*Sinapis arvensis*) nebo oves hluchý (*Avena fatua*). Naopak některé archeofytní druhy vlivem času a agrotechniky v našem prostředí vymizely, a to například koukol polní (*Agrostemma githago*) nebo hlaváček letní (*Adonis aestivalis*).
- 3) Poslední skupinu tvoří takzvané neofyty nebo také neoadventivy, což jsou druhy, které k nám byly zavlečeny v novověku v důsledku rozvoje dopravy a obchodu z Ameriky a Asie do Evropy. Do této skupiny patří například: turanka kanadská (*Erigeron canadensis*), pět'our maloúborný (*Galinsoga parviflora*) nebo laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*)

Jak uvádějí DVOŘÁK a kol. (2008) při zhodnocení klimatických a geologických podmínek v České republice, dostáváme předpoklad pro velkou druhovou pestrost naší fauny. Tato bohatost naší květeny se odráží i v druhovém spektru plevelných rostlin. Rovněž je odrazem zemědělské produkce jednotlivých regionů a oblastí naší republiky.

Přítomnost plevelných druhů a jejich životní projevy mají za důsledek ztížení práce pro zemědělce a zvýšení nákladů na produktivitu pěstovaných druhů. Plevely jsou najdeme na orné půdě ale také v okrasných a ovocných sadech, chmelnicích, zahradách nebo vinohradech. Především se jedná o druhy, kterým k jejich prosperitě vyhovuje osvětlené stanoviště s přiměřeně zkyplenou půdou, která je zásobena živinami (DVOŘÁK a kol., 2003).

3.1.2 Diverzifikace plodin a diverzita plevelů

Podle LIEBMANA (2004) využívání diverzity plodin vede ke regulaci zaplevelení. S vysokou pravděpodobností pak diverzifikace osevních postupů může snižovat či zvyšovat diverzitu plevelných společenstev. V důsledku pro některý druh může střídání plodin znamenat i jeho úplné vymizení. Tato skutečnost pro jiné druhy může znamenat i úplný opak a poskytne jim tak šanci pro jejich rozšíření, invazi a dojde tak k rozšíření druhé pestrosti plevelných společenstev.

Pokud se zastoupení pěstovaných plodin nemění, vyhovuje to pouze malému počtu již adaptovaných plevelných druhů a diverzifikace osevního postupu v takovém případě bude vyhovovat pouze úzkému spektru plevelů a pouze v některých letech. V důsledku toho budou mnohé, vysoké počty plevelných druhů mít snižující se tendenci (LIEBMAN a kol. 1993).

QUAMMEN (1998) ve své studii uvádí, že pokud se způsob zemědělství naší civilizace radikálně nezmění, mnoho rostlinných druhů ať už domestikovaných, tak i plevelných, bude v průběhu času vystavováno snižování svých populací. Není tak vyloučeno, že některé z nich jsou s největší pravděpodobností odsouzeny k vyhynutí, tak jako jsou i jejich přirozená stanoviště přeměňována ze zemědělských účelů na urbanistické.

3.1.3 Škodlivost plevelů

Obecně patří plevele mezi významné škodlivé činitele na plochách, kde jsou pěstovány kulturní druhy. Jejich škodlivost se od ostatních organismů, které kulturní druhy omezují liší. Na rozdíl od chorob a živočišných škůdců, kteří plodiny napadají přímo, plevele, tedy s výjimkou parazitických a poloparazitických druhů, plodiny v přímém důsledku nepoškozují. Jejich škodlivé působení spočívá ve stěžování a zhoršování podmínek na stanovišti, kde se společně s kulturní plodinou nacházejí. Ubírají jí v první řadě důležité živiny, ale rovněž ostatní vegetační faktory jako sluneční záření nebo vodu. V neposledním případě mohou ovlivňovat půdní prostředí kořenovými exudáty a produkty jejich metabolické činnosti.

Při srovnání plevele např. pýr plazivý (*Eletrygia repens*) a jiného botanicky příbuzného druhu např. pšenice (*Triticum*) se dostáváme k závěru, že plevelné druhy jsou mnohem odolnější, houževnatější, a přitom méně náročné a dovedou tak vyžít

v daných podmínkách maximum, a to právě na úkor pěstovaných kulturních rostlin (KREJČÍŘ, 1993).

Škodlivostí plevelů se dle DVOŘÁKA a kol. (2008) můžeme zabývat ve dvou směrech, a to škodlivostí nepřímou (přenosem chorob a škůdců kulturních rostlin) a škodlivostí přímou, kdy v důsledku konkurence mezi plevelem a pěstovanou rostlinou dochází například k odčerpávání živin, vody a další problematice.

Škodlivost nepřímá

Za nepřímou škodlivost plevelů je označován jejich vliv na zdravotní stav kulturních rostlin a také vliv na produktivitu, ztížení a kvalitu práce. Plevely jsou také velmi často vektory přenosu a šíření škůdců a chorob kulturních plodin (KREJČÍŘ, 1993). Na plevelných druzích se mohou vyvíjet rovněž některá vývojová stadia chorob kulturních rostlin, jako je tomu například u hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), která je napadána hlenkou kapustovou (*Plasmodiophora brassicae*), patogen způsobující nádorovitost kořenů a košťálů (DEYL, 1964).

Plevelné porosty např. pelyňku černobýlu (*Artemisia vulgaris*), mohou být klidovým stanoviště některých škodících obratlovců, zejména pak hraboše polního (*Microtus arvalis*), který má z těchto míst možnost se šířit do porostu pěstovaných plodin a způsobovat další škody (JURSÍK a kol., 2011).

Výskyt plevelných druhů na orné půdě může mít vliv také na snížení produktivity práce. Jak uvádí KREJČÍŘ (1993), výběžkaté nebo oddenkaté plevely ztěžují proces přípravy půdy, a to například pýr plazivý (*Elytrigia repens*) při silnějším zaplevelení ztěžuje předset'ovou přípravu půdy (JURSÍK a kol., 2011). Dále vlivem zaplevelení dochází ke zvýšeným nárokům na ošetřování pěstované plodiny a také komplikují sklizeň porostů, jak uvádí DVOŘÁK a kol. (2008), kdy je sklizeň jejich vlivem ztížena zejména u cukrovky a obilnin. Tito autoři dále uvádí, že popínavé nebo ovíjivé jako jsou opletka obecná (*Fallopia convolvulus*) nebo svízel přítula (*Galium aparine*) přispívají k poléhání porostů a tím zhoršují proveditelnost sklizně. Výskyt plevelů vede v těchto důsledcích ke zvyšování nákladů, zvýšení ztrát při sklizni, a tedy sníženým výnosům, zpomalování jednotlivých pracovních operací. Soubor těchto faktorů má za výsledek nižší rentabilitu rostlinné výroby pěstovaných plodin.

Škodlivost přímá

Za přímou škodlivost plevelů na plodiny je považován projev přímé konkurence těchto dvou druhů. Jak uvádí HRON (1953) plevel konkuruje kulturní plodině v omezování a spotřebě 17 vegetačních faktorů (prostor, živiny, voda apod.) a často tyto vegetační činitele odebírají v několikanásobně větší míře oproti plodinám.

Nejlépe jsou konkurenčně vybaveny ty nejvíce nejškodlivější plevelné druhy. U některých můžeme nalézt mohutný kořenový systém, díky kterému jsou schopny získávat živiny a vodu mnohem snadněji, vzdorovat tak suchu a tvořit reprodukcí se jedince i za ztížených podmínek. Jiné druhy jsou schopné odolávat zamokření, mrazu a dalším nepříznivým vlivům přírodních podmínek. Tyto vlastnosti tak konkurenčně zdatným druhům umožňují četné množení a stávají se tak problematickými. S tím souvisí i otázka druhové rozmanitosti, kdy silnějším a odolnějším druhy nepotlačují jen plodiny, ale také slabší plevele (DVOŘÁK a kol., 2008).

Odváděním vody z půdy a rovněž jejím zastiňováním snižují plevele její teplotu, což pro teplomilné druhy znamená zpomalení v jejich růstu. Plevelé, které jsou více konkurenceschopné, s rychlým počátečním růstem, mohou pomaleji rostoucí kulturní plodiny zastiňovat, přičemž v důsledku může docházet mimo jiné také k jejich mechanické deformaci. Typický je tento jev u okrasných rostlin (HRON 1953).

DVOŘÁK a kol. (2008) uvádí stejné tvrzení. Navíc dodávají, že kromě mechanické deformace je snahou plevelů obsadit místa bez plodin a tím se kulturní rostlina dostává do vývojové deprese. Dalším neméně významným konkurenčním nástrojem plevelných druhů je vylučování kořenových exudátů ovlivňující růst a vývoj kulturních rostlin. Tento jev je označován jako alelopatické působení. Typickými zástupci s touto konkurenční strategií jsou pýr plazivý (*Elytrigia repens*) nebo svízel přítula (*Galium aparine*), kteří za pomoci těchto látek omezují vývoj a růst pěstovaných kultur, a navíc tímto působením zapříčiňují nerovnoměrné dozrávání porostu před sklizní (JURSÍK a kol., 2011).

V porostech cukrovky a některých druhů zelenin uvádí JURŠÍK a kol. (2011) jako příklad přímé škodlivosti plevelných druhů, že pokud je zaplevelení velmi silné až extrémní, může být výnos tržního produktu roven nule.

3.1.4 Dopad zplevelení na ekonomiku zemědělství

Dopad plevelných druhů na ekonomiku zemědělské produkce je značný BUHLER (1999). Globální tržby za herbicidní ochranu dosáhly v roce 2002 částky 28 mld. USD, což představovalo cca 47 % z veškerého objemu světově prodaných pesticidů (AGROW, 2003). LACEY (2001) se ve své práci zmiňuje, že plevele v cukrovce ve Spojených státech způsobují až 93% ztráty na výnosech a vážně se tak podepisují do národní zemědělské ekonomiky.

Jak uvádí MIKULKA a kol. (2000) plevele a jejich omezení škodlivosti pro pěstované rostliny znamená vysoké ekonomické nároky. Na regulaci plevelů je v České republice vynaloženo více než 70 % veškerých nákladů na ochranu rostlin.

V oblasti tropů a subtropů představují parazitické plevele druhů *Orobanche* a *Striga spp.* velkou hrozbu pro tamní zemědělce a vysloužili si označení nejvíce devastující plevele v zemích třetího světa (GRESSEL, 1992). V oblastech subsaharské Afriky druh *Striga hermonthica* zamořuje mezi 20 až 40 miliony hektarů orné půdy a v důsledku jeho enormního výskytu dochází k roční ekonomickým ztrátám ve výši 1 mld. USD. Ohrožuje tak živobytí přibližně 100 mil. obyvatel (KANAMPIU a kol., 2001). U agresivních druhů plevelů může při jejich alelopatickém působení na plodiny docházet rovněž k velkým ekonomickým ztrátám. Dále například merlík bílý (*Chenopodium album*) nebo truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*) ztěžují agrotechnické operace vlivem vysokých vegetačních nároků. Půda, která je kontaminovaná semeny uvedených druhů se navíc považuje za méně kvalitní stejně jako například v případě výskytu semen ovesa hluchého (*Avena fatua*) v semenářských porostech a následně osivu pšenice nebo ječmene. Semena toxická jako koukol polní (*Agrostemma githago*) nebo jílek mámivý (*Lolium temulentum*) jen zdůrazňují tuto problematiku a rovněž dále zvyšují náklady pěstování. Plevelé zasahují i do živočišnou výrobu, kde snižují kvalitu i sušinu objemných krmiv. Navíc pokud se jedná o pastevní porosty, mohou některé plevele způsobovat nežádoucí chuťové změny masa a mléka. Dále mohou být plevelné druhy zdrojem a mediátorem patogenů a chorob. Lze tedy prohlásit, že plevele snižují produktivitu lidské činnosti a půdy BUHLER, 1999).

3.1.5 Klasifikace plevelných druhů

Plevelné rostliny HRON a kol. (1986) zařadili dle jejich vytrvalosti a sezónnosti do následujících skupin:

Jednoleté plevely, výhradně generativně se rozmnožující – do této skupiny řadíme druhy jejichž růst i vývoj probíhá během jediného vegetačního období. Dochází u nich ke generativnímu rozmnožování, to znamená že produkují plody a semena.

Jednoleté plevely druhy ozimé – je pro ně typické vzcházení na podzim a přezimování ve fázi listové růžice. S příchodem jara pokračují ve vývoji a dozrávají před koncem vegetace kulturních rostlin. Často vyskytujícími se zástupci jsou například kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*), chundelka metlice (*Apera spic-venti*), hluchavka nachová (*Lamium purpureum*).

Jednoleté plevelné druhy časně jarní – jejich vzcházení a klíčení je vázáno na období časně z jara, kdy jsou teploty těsně nad bodem mrazu. Vyzimují pouze výjimečně. Příkladem zástupcem této skupiny je hořčici bílou (*Sinapis alba*) nebo oves hluchý (*Avena fatua*)

Jednoleté plevelné druhy pozdně jarní – zástupci této skupiny jsou schopni klíčit jak během jara, tak i léta a teplého podzimu, a to při teplotách převyšujících 10°C. Řídké porosty ozimé obiloviny a jarní plodiny pro ně představují ideální prostředí k růstu. Řadíme sem například: laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), ježatku kuří nohu (*Echinochloa crus-galli*) nebo lilek černý (*Solanum nigrum*).

Jednoleté plevelné druhy efemérní – růst a vývoj těchto druhů je vázán pouze na krátké vegetační období. Vzcházejí na podzim nebo časně z jara a ke svému růstu využívají vlhkost půdy a dostatečné prosvětlení porostu. Růst a vývoj ukončují na jaře. Do této skupiny se řadí z velmi škodlivé druhy jako rozrazil břechťanolistý (*Veronica hederifolia*) nebo osívka jarní (*Erophila verna*).

Plevelné druhy dvouleté a vytrvalé, převážně generativně se rozmnožující – jedná se o druhy, které první rok listovou růžicí a v tomto stádiu přezimují. V následujícím roce prochází fází kvetení a tvorbou semen a plodů. Jejich výskyt je častý ve víceletých kulturách například porosty víceletých pícnin. V jednoletých kulturách nemají možnost se rozmnožovat v důsledku časného zpracování půdy.

Plevelné druhy vytrvalé, převážně vegetativně se rozmnožující – tyto druhy se rozmnožují jak generativně, tak vegetativně, převládá však způsob rozmnožování vegetativním způsobem. Ke generativnímu rozmnožování dochází na ladem ponechaných a ulehlých půdách. Tyto druhy plevelů zůstávají na stanoviště po mnoho let. Typickým příkladem je pýr plazivý (*Elytrigia repens*).

Z pohledu škodlivosti pro plodiny lze významné plevelné druhy zařadit takto (HRON a kol., 1986):

1) Plevelné druhy velmi nebezpečné

Do této skupiny řadíme: kostival lékařský (*Symphytum officinale*) hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), svlačec rolní (*Convolvulus arvensis*), pohanka svlačcovitá (*Fagopyrum convolvulus*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*), křen selský (*Amaracia rusticana*), blín černý (*Hyoscyamus niger*), šťovík kadeřavý (*Rumex crispus*) a tupolistý (*Rumex obtusifolius*), mák vlčí (*Papaver rhoeas*), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), svízel přítula (*Galium aparine*), psárka polní (*Alopecurus myosuroides*), laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), turan kanadský (*Conyza canadensis*), merlík bílý (*Chenopodium album*), rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*) a červivec (*Persicaria maculata*), čirok halepský (*Sorghum halepense*), přeslička rolní (*Equisetum arvense*), podběl obecný (*Tussilago farfara*), pcháč oset (*Cirsium arvense*) a rákos obecný (*Phragmites australis*).

2) Plevelné druhy příležitostné

Do této skupiny jsou řazeny: bodlák obecný (*Carduus acanthoides*), rdesno ptačí (*Polygonum aviculare*), mrkev obecná (*Daucus carota*), lopuch plstnatý (*Arctium tomentosum*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla*) a terčovitý (*Matricaria discoidea*), sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*), hulevník Loeselův (*Sisymbrium loeselii*), hluchavka nachová (*Lamium purpureum*) a objímavá (*Lamium amplexicaule*), hulevníkovec lékařský (*Sisymbrium officinale*), kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*), ječmen myší (*Hordeum murinum*), mák pochybný (*Papaver dubium*), lipnice roční (*Poa annua*), bažanka roční (*Mercurialis annua*), penízek rolní (*Thlaspi arvense*), béry (*Sateria sp.*), merlík zelený (*Chenopodium viride*), lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*), lnice květel (*Linaria vulgaris*), přeslička bahenní (*Equisetum palustre*) a pryšec kolovratec (*Euphorbia helioscopia*).

3) Plevelné druhy bezvýznamné

Do této skupiny jsou zařazeny: drchnička rolní (*Anagallis arvensis*), čistec roční (*Stachys annua*), čistec rolní (*Stachys arvensis*), chmerek roční (*Scleranthus annuus*), jetel ladní (*Trifolium campestre*) a rolní (*Trifolium arvense*), řeřicha rumní (*Lepidium*

ruderalis), kuřinka červená (*Spergularia rubra*), sítina žabí (*Juncus bufonius*), rozrazil polní (*Veronica agrestis*), pryšec okrouhlý (*Euphorbia peplus*) a písečnice douškolistá (*Arenaria serpyllifolia*).

3.2 Střídání plodin v systému hospodaření

Již v první polovině 20. století uvádí LEIGHTY (1938), že střídání plodin je jedním z nejeftivnějších způsobů udržení polních ploch nezaplevelených a dodává, že žádná jiná metoda není natolik ekonomická a snadno proveditelná jako vhodně nastavený sled kultivace půdy a střídání plodin. ŠARAPATKA a kol. (2010) tuto teorii rozvíjí a uvádí, že půdní úrodnost a kvalitu lze udržet ale i zvýšit díky správné agrotechnice nejen jedné plodiny ale také celého, účelně a vhodně zvoleného osevního postupu. Úrodnost půdy se dá udržet a zvyšovat správným obděláváním a hnojením nejen k jednotlivé plodině, ale k celému účelně a správně zvolenému osevnímu postupu. Je tedy zapotřebí více než zpracování půdy a hnojení, ale také účelné a vhodné střídání plodin.

Základem pro efektivní střídání plodin jsou v historii vytvořené klasické osevní postupy (ŠARAPATKA a kol., 2010):

- 1) Osevní postup Norfolkský – zde je v pravidelném sledu střídána jetelovina, obilnina ozimá, okopanina hnojená hnojem a obilnina jarní
- 2) Osevní postup Kentský – zde je v pravidelně střídána rovněž jetelovina, obilnina ozimá, avšak dále je zařazována luskovina a opět obilnina jarní

Dodržování střídání plodin pomáhá k nárůstu půdní organické hmoty zlepšuje půdní strukturu a redukuje vliv eroze. Dále napomáhá k maximalizaci potenciálu kulturních plodin a často vede k zvýšení výnosů plodin v rámci osevního cyklu. Díky zavedení systému střídání plodin došlo na našem území k podstatnému zvýšení výnosů všech polních plodin, rozvoji živočišné produkce a průmyslu. Autor však dodává, že většinou u nás nebyl používán klasický Norfolkský osevní postup, ale jeho obměna s vloženou ozimou řepkou a luskovinami (ŠARAPATKA a kol., 2010).

DVOŘÁK a kol., (2008) dodávají, že vhodně zvolený sled pěstovaných plodin je klíčem k jejich úspěšnému pěstování. Pomáhá totiž redukovat jejich zaplevelení druhy, které jsou schopny adaptovat se na konkrétní plodinu. Při střídání morfologicky rozdílných plodin s odlišnými požadavky na vzcházení lze vegetační cyklus vázaných plevelů zastavit. Klíčem k úspěšnému systému pěstování plodin je dobrý osevní postup, který pomáhá redukovat problém zaplevelení. Několik druhů plevelů se dokáže

adaptovat na specifickou plodinu. Ve své podstatě je opakované pěstování plodin po sobě (monokultury) trvale neudržitelné z důvodu extrémní závislosti na přípravcích na ochranu rostlin, převážně pak pesticidů, jejichž podstatné procento tvoří herbicidní přípravky.

Dlouhodobé pokusy i zemědělská praxe ukazují, že na vysoké výnosy obilnin má velký vliv právě předplodina, především v horších agroekologických podmínkách. Kompenzačními a intenzifikačními opatřeními, např. hnojením, ochranou rostlin, volbou odrůdy, nelze vhodnou předplodinu zcela nahradit (KŘEN, 2002). V našich systémech je pak ozimá pšenice jedna z nejvýnosnějších obilnin a v současné době zaujímá přibližně 30 % orné půdy.

3.2.1 Střídání plodin jako fenomén současného zemědělství

V současné době lze v zemědělství spatřovat vzrůstající trend odklonu od pevných osevních postupů směrem ke střídání plodin s nepevným, proměnlivým sledem pěstovaných rostlin. Osevním postupem se rozumí pravidelné střídání plodin v prostoru (stanovišti) a čase, a to podle záměru produkce a specifických nároků plodin. Plodiny osevního postupu se střídají za sebou na jednotlivých polích a současně v letech. Osevní postup je tvořen promyšleně a pevně dodržován za účelem nejen ovlivňování plodin mezi sebou, ale také zvyšování půdní úrodnosti apod. (ŠARAPATKA a kol., 2010).

Oproti tomu střídání plodin, které je rovněž založeno na biologických, pěstitelských, technologických a organizačních hlediscích, představuje volnější systém osevu plodin ve sledu za sebou. Jinými slovy, není zde striktně dodržován naplánovaný osev v jednotlivých letech a rovněž často nedochází k pěstování všech typů plodin pro sestavení kvalitního osevního postupu, který by přinášel veškeré benefity (VRKOČ, 1996).

Food and Agriculture Organisation of United Nations přináší zprávu o ztrátě biodiverzity v měnícím se světě. S nástupem globalizace se mění i rozmanitost plodin. Tak jako technologie se na světě globalizují, globalizuje se i zemědělství. Stále více dochází k pěstování druhově stejných monokultur a plodin zaměřených na výrobu biopaliv (FAO, 2013).

V našich podmínkách je dodržování pevných osevních postupů podmíněno ustáleným trhem, který v České republice stále chybí. Osevní postupy proto ve většině podniků trpí značnou mírou improvizace a z mnoha důvodů pak není dodržena ani tzv.

páteř osevního postupu, která si klade za cíl pravidelné a periodické zařazování zlepšujících plodin jako jsou jeteloviny, luskoviny, organicky hnojené okopaniny nebo alespoň řepka, a to na každém pozemku vždy za několika let. Tlak trhu naopak nutí mnohé zemědělské podniky k opakovanému pěstování určitých plodin po sobě, a to i více let, než je pro agroekosystém únosné. Důsledkem je pak mimo jiné i zvýšení agrochemických vstupů (pesticidy, minerální hnojiva) (VRKOČ, 2001).

3.2.2 Struktura plodin v ČR

Současný stav zemědělství, a tedy pěstovaných plodin, v České republice je výsledkem historického vývoje a řady faktorů vyplývajících z klimatických a půdních podmínek. Nejzásadnějším momentem ve 20. století českého zemědělství jeho kolektivizace po druhé světové válce. Dále období normalizace, provázené silnou dotační politikou pro zemědělský sektor. V roce 1990 však se Sametovou revolucí přišel zlom také v zemědělství. Došlo k omezení národních dotací a výraznému snížení počtu zaměstnanců v zemědělské prvovýrobě (KŘEN a kol., 2008). Během 90. let došlo k razantnímu poklesu stavu chovaného skotu a výrazně tak kleslo zastoupení jednoletých a víceletých pícnin na orné půdě, stejně jako okopanin a luskovin. Jejich místo zaujaly navýšené osevy obilnin a olejnin, především pak ozimé řepky. (PROCHÁZKOVÁ a kol., 2011). Takto nepříznivý vývoj diverzity českého zemědělství se promítá především na úrodnosti půdy a obecně také na ekologii agroekosystému. V půdě se stále více projevuje deficit kvalitní organické hmoty, zvyšuje se poměr mezi uhlíkem a dusíkem obsaženým v půdě (HLAVÁČEK a kol., 2012).

Rostlinná prvovýroba v České republice je téměř ve všech výrobních oblastech zaměřena na produkci obilnin. Nejhojněji je pak zastoupena ozimá pšenice, dále pak ozimý a jarní ječmen a kukuřice, pěstovaná ať už jako silážní nebo za účelem zisku zrna. Často pěstovanou plodinou je také ozimá řepka (ČSÚ, 2013). Aktuální data Českého statistického úřadu ukazují následující zastoupení plodin v osevech pro rok 2018 v rostlinné prvovýrobě. Obiloviny dominují s 55% zastoupením. Konkrétně pšenice setá byla pěstována na 33,3 % (z toho pouze 1,9 % tvořila pšenice jarní, tedy v drtivé většině se jedná o pšenici ozimou). Druhé místo v obilovinách zaujímá ječmen a to 13,2 % osevů v ČR (z toho 9 % zaujímá ječmen jarní.) Třetí nejvíce pěstovanou obilninou je kukuřice na zrno zaujímající 3,3 % procenta osevů. Druhou nejvíce pěstovanou skupinou jsou technické plodiny s 20,3 % a dominuje zde ozimá řepka

s 16,7 % osevů orné půdy v ČR. Pícniny jsou na orné půdě zastoupeny 19 % avšak dominuje zde kukuřice pěstovaná na zeleno a siláž s 9,1 %. Víceleté pícniny jsou pěstovány pouze na 7,9 % osevních ploch, kde nejhojněji je zastoupena vojtěška setá s pouhými 2,7 %. Čtvrtou skupinou pěstovaných plodin jsou luskoviny na zrno, pěstované pouze na 1,4 % všech ploch, kde nejčastěji se jedná o hrách na zrno (1,2 %). Konzumní zelenina je pak pěstována na enormně nízkém procentu (0,4 %) osevních ploch České republiky (ČSÚ, 2018).

Strukturální skladba plodin tak znamená jednu z hlavních rezerv rostlinné výroby. PROCHÁZKOVÁ a kol. (2011) uvádí, že v kontextu významného vlivu tržního prostředí jsou možnosti regulace či nápravy tohoto nepříznivého stavu ve skladbě a střídání plodin do velmi omezené. Je třeba usilovat o zvýšení osevů luskovin, především pak sóji a hrachu, které mají pozitivní dopad na půdu a jsou hodnotnými předplodinami.

Dominantou posledních let začínají být extrémní výkyvy počasí. Dochází k výskytu významných jevů, jako jsou např. mimořádně silné a dlouhotrvající srážky na jedné straně a dlouhá období sucha na straně druhé. Tyto jevy mají nepříznivý dopad na kvalitu půdního a životního prostředí. Zároveň také negativně ovlivňují růst, vývoj a výnosy pěstovaných plodin (INTERSUCHO, 2019). Lze proto očekávat, že dostupnost vody, která je spjata rovněž s kvalitou půdy, bude pro rostliny s největší pravděpodobností klíčovým faktorem efektivního pěstování rostlin. V této korelaci hraje střídání plodin na orné půdě důležitou roli.

3.2.3 Střídání plodin a výskyt plevelných druhů

Vliv na snížení výskytu plevelů je závislý na osevním sledu pěstovaných rostlin. Ten vytváří různé možnosti vzniku alelopatického působení rostlin mezi sebou, ovlivňuje půdní strukturu a prostřednictvím dalších mechanických změn půdy vytváří nehostinné a nestabilní prostředí pro určité plevelné druhy (LIEBMAN, 1993). Alelopatii se rozumí jev, kdy během růstu jedna rostlina produkuje chemické látky ovlivňující růst rostliny druhé (PETR, 2016).

Pěstování hustě setých plodin jako obiloviny silně omezuje vývoj plevelů. DOUCE a kol. (1999) provedli studii zaměřenou na vývoj zaplevelení v sóji, kukuřici a pšenici ozimé. Výsledkem studie byl poznatek, že kukuřice je nevhodnou plodinou z pohledu omezení výskytu plevelů, zatímco pšenice ozimá redukovala hustotu zaplevelení v tomto osevním sledu. Z metodiky studie vyplývá, že autoři využili integrovaného

postupu a provedli kontrolu zaplevelení kombinací střídání plodin a herbicidní ochranou.

PETCU a kol. (1998) ve své studii zaměřené na zaplevelení v plodinových systémech, zkoumali v osevních postupech monokultury ozimé pšenice, dvouletém cyklu pšenice a kukuřice, dále střídání pšenice-cukrovka-kukuřice-slunečnice a poslední variantou byl sled pšenice-kukuřice-hrách. V závěru studie, která probíhala 25 let, došli autoři k poznatku, že u všech zkoušených variant, kdy byly plodiny střídány došlo k poklesu zaplevelení oproti monokultuře ozimé pšenice. Po 25 letech, autoři stanovili, že zaplevelení pokleslo u všech zkoušených osevních postupů a bylo mnohem nižší při porovnání s monokulturou ozimé pšenice.

Také zařazení meziplodin do osevních sledů může výrazně pomoci s redukcí plevelů. BŮCHI a kol. (2018) ve svém tříletém experimentu s ozimou pšenicí zjistili, že při vysokém pokrytí půdy biomasou meziplodin je výskyt plevelných druhů výrazně vyšší oproti kontrole bez pokryvu půdy a rovněž také dochází ke zvýšení výnosu, díky výživě z této rozpadající se biomasy.

To potvrdili také DORN a kol. (2013), kdy v pokusu s ozimou pšenicí došli k závěru, že redukce plevelných druhů korelovala s pokryvem půdy meziplodinou, respektive její biomasou. Čím byl její pokryv vyšší, tím nižší byl výskyt a pokryv půdy plevelnými druhy. Dodávají však, že pro zajištění stabilního výnosu pšenice bylo nutné následně aplikovat selektivní herbicidy.

Právě cílená herbicidní ochrana v kombinaci se střídáním plodin má velký efekt na omezení výskytu plevelných druhů v systému hospodaření. Změna plodiny umožňuje diversifikaci herbicidní ochrany, tedy výběr pesticidů s různými účinnými látkami nebo způsoby účinku. Při takto opakovaném používání herbicidů dochází k regulaci zaplevelení a vzniku rezistentních populací (CAVIGELLI a kol., 2013).

DVOŘÁK a kol. (2008) popisují také vliv střídání plodin na výskyt plevelů. Uvádějí, že zvýšení koncentrace ozimých plodin v osevních postupech v delším časovém úseku mělo za důsledek přemnožení hluchavek (*Lamium* sp.), heřmánkovce nevonného (*Tripleurospermum inodorum*), máku vlčího (*Papaver rhoeas*), úhorníku mnohodílného (*Descurainia sophia*) aj. Naopak převážné zastoupení jarních plodin vedlo k nadměrnému výskytu rdesen (*Persicaria* sp.), merlíků (*Chenopodium* sp.), ředkve ohnice (*Raphanus raphanistrum*), hořčice polní (*Sinapis arvensis*) aj. Je tak nutné střídat v osevech i jarní a ozimé kultury

3.2.4 Střídání plodin a výskyt chorob a škůdců

Střídání plodin, zvláště pak široký a vhodně naplánovaný osevní cyklus může efektivně pomoci s kontrolou napadení onemocněními rostlin, zvláště pak má vliv na patogeny, jejichž přezimování je vázáno na posklizňové zbytky. Pokud je založen po napadené předplodině následně porost, který neslouží jako hostitelský pro tento stejný patogen, může střídání plodin výrazně snížit počet choroboplodných zárodků nacházejících se v půdním prostředí. Patogenní organismus totiž nemá vhodné prostředí hostitelské rostliny důležité pro reprodukci a následně hyne. Vhodným příkladem je kukuřice kde patogeny *Exserohilum turcicum* a *Diplodia maydis*, patří do skupiny, která je efektivně kontrolovatelná za použití střídání plodin. Střídání plodin má rovněž výrazný efekt proti některým škůdcům z rádu hmyzu. Nejefektivněji působí proti škůdcům přezimujícím v půdě, a to ve stádiu larvy nebo vajíčka, které škodí na jedné konkrétní plodině a jsou nepohyblivými (DJUMALIEBA, 1993).

Toto potvrzuje i TEETS a kol. (1999), kdy z výsledků jejich studie vychází, že střídání plodin má největší účinek proti škůdcům přezimujícím v půdě ve stadiu larvy nebo vajíčka, živících se na úzkém spektru plodin. Jako příklad uvádí drátovce (*Elateridae* sp.).

KLECZEWSKI (2013) zase uvádí, že cysty háďátka rodu *Longidorus* škodícího na sóji mohou být, v případě pěstování sóji v cyklu s kukuřicí a pšenicí, zredukovány až na polovinu.

Rovněž výskyt hnědé skvrnitosti stonku nebo fuzarióz je snížen při vhodném střídání plodin (TEETS a kol., 1999).

Pěstování stejné plodiny po sobě může vést k růstu výskytu patogena v půdním prostředí. Výrazným dopadem může být i výše zmíněná alelopatie. Specifickým typem alelopatie je také autotoxicita, která se projevuje zvláště u monokultur, kdy je např. kukuřice pěstována po sobě. ELMORE a kol. (2007) ve své studii došli k závěru, že v takových monokulturách dochází k opožděnému klíčení semen kukuřice, a tedy omezení jejího počátečního vývoje. Vhodné střídání plodin tak může pomoci vyrovnávat residua. Tento systém je založen na střídání plodin, které produkují residua odolná (např. kukuřice) s plodinami, které produkují nestabilní residua (např. sója). Tyto rostliny jsou pak vlivem opožděného vývoje náchylnější k napadení.

3.2.5 Nároky ozimé pšenice na předplodinu

Dle PROCHÁZKOVÉ a kol. (2011) ozimá pšenice ze všech obilnin reaguje nejcitlivěji na předplodinu.

To potvrzuje i ZIMOLKA a kol. (2005) který uvádí, že ozimá pšenice je z hlediska předplodiny nejnáročnější obilninou, protože předplodina výrazně mění půdní prostředí a vlastnosti důležité pro růst, tvorbu výnosu a také kvalitu zrna. Zdůrazňuje, že pro výběr správně předplodiny je nutné vzít v úvahu výrobní oblast, požadavky dané odrůdy i následné využití produkce. Jako nejlepší předplodiny pak uvádí jeteloviny, luskoviny a okopaniny a olejninu, kde u nás dominuje ozimá řepka.

Vůbec nejvhodnější předplodinou v našich podmínkách je pro ozimou pšenici vojtěška setá. Především z důvodu vysoké produkce a kvalitě posklizňových zbytků, které zanechává v půdě, ale důležitým aspektem je i fixace vzdušného dusíku, kterou zprostředkovávají hlízkové bakterie. Následně uvolňovaný dusík, který má výhodu postupného uvolňování, z posklizňových zbytků znamená vhodný způsob výživy pšenice, zvláště pak v období tvorby zrna. S nižší výnosovou hladinou ozimé pšenice v suchých ročnicích je možné počítat po předplodinách náročných na vodu, především cukrovce ale i víceletých pícninách. Naopak ve srážkově průměrných až nadprůměrných ročnicích mohou být výnosy pšenice po těchto předplodinách velmi vysoké, díky jejich kladné předplodinové hodnotě (PROCHÁZKOVÁ a kol., 2011).

Pozitivní efekt na ozimou pšenici mají předplodiny spadající do luskovin, včetně luscoobilních směsek, avšak za předpokladu, že obilné složky směsky jsou v menším zastoupení. Dále pak olejninu, zvláště ozimá řepka a mák, jelikož po sobě zanechávají půdu v dobrém stavu staré půdní síle. Obzvláště při jejich organickém hnojení (ZIMOLKA a kol., 2005).

Jako nevhodné předplodiny lze označit obilniny a pozdě sklizené okopaniny, jejichž dobrá předplodinová honota pozdní sklizní ztrácí na hodnotě a využitelnosti. Pokud je potřeba pšenici ozimou zařadit ve sledu po obilnině, je lepší, aby následovala po jarním ječmeni než-li opět po ozimé pšenici (PETŘÍČKOVÁ a kol., 2000).

V současnosti jsou řepka, obilnina nebo kukuřice v našich podmínkách třemi nejčastějšími předplodinami ozimé pšenice. Z hodnocení prospěchu těchto předplodin na výnos i jakost zrna pšenice se jako nejvhodnější jeví řepka. Dále, zvláště v teplejších ročnicích, je vyhovující i kukuřice, avšak je nutné tomu přizpůsobit i odpovídající agrotechniku (POLIŠENSKÁ a kol., 2017).

3.3 Pšenice setá

Pšenice (*Triticum*) je rod, který spadá do čeledi (*Poaceae*) a zahrnuje velké množství druhů. U pšenice je klas složen z klásku. Každý klásek je složen z 1 až 7 kvítků, přičemž plodné jsou většinou 1 až 4 kvítky. V základu má pšenice 7 chromozomů, avšak nejvíce se v ČR pěstuje hexaploidní pšenice setá (*Triticum aestivum*, *T. sativum*). Typický je tento druh svojí plasticitou a silnou odezvou na změnu intenzifikačních faktorů (PETR a kol., 1997).

3.3.1 Produkce pšenice, její vývoj a význam

Jedněmi z nejpěstovanějších plodin na světě jsou obiloviny, kde pšenice zaujímá důležité místo díky výživě podstatné části lidstva naší planety. Pravděpodobně se jedná i o nejstarší plodiny pěstované člověkem za účelem obživy. Důkazem je nález z jeskyně Nohal Oren, nedaleko Hajfy, starší více než 18000 let. V průběhu času pšenice prošla procesem vývoje a šlechtění a došlo u ní ke změně celé řady vlastností a znaků. Příkladem mohou být obilky dnešních odrůd, které se zvětšily až 20krát oproti původnímu druhu. Došlo také k nárůstu listové plochy, prodloužení období tvorby objemu obilek, omezení migrace živin do kořenů a přílišného odnožování. To vše mělo vliv na přísun asimilátů do obilek, což je hospodářsky nejvýznamnější část této rostliny (PETR a kol., 1997).

Pšenice je používána v celé řadě segmentů zpracovatelského průmyslu, a to nejen v pekárnách a mlýnech ale také sladovnách, škrobárnách, lihovarech nebo farmaceutickém průmyslu. Velkou perspektivu má výroba ethanolu ale ještě více výroba amyloidních plastů, které jsou v přírodě biologicky rozložitelné (ZIMOLKA, 2000).

Rozhodující funkci však pšenice zastává ve výživě člověka. V celosvětovém měřítku lidstvo získává 21% energie pro metabolismus konzumací pšenice a rovněž menší procento bílkovinných látek. Z pohledu výživy má pšenice na lidských organismus pozitivní vliv právě svým poměrem základních výživových látek, glycidů, bílkovin, vitamínů a minerálních látek (PETR a kol., 1997).

3.3.2 Soudobá produkce pšenice v České republice

Pšenice má v zemědělství České republiky mimořádné postavení, které je vázáno především na její značné zastoupení v osevu obilnin i ostatních plodin na orné půdě.

Tento trend je podobný rovněž v celosvětovém měřítku. Přestože je stále největší podíl produkce pšenice zpracováván za účelem výroby krmiv pro živočišnou výrobu, vzrůstající trend je možno pozorovat u nárůstu ploch s potravinářskou pšenicí, tedy pšenicí vyšší kvality a tím vyšší výkupní cenou. V osevech jsou tak u nás pěstovány jakostní odrůdy E až C (ZIMOLKA, 2005).

V České republice zaujímají obilniny více než jednu polovinu orné půdy. V roce 2009 byly osety na 36 % orné půdy (PROCHÁZKOVÁ a kol., 2011). V roce 2012 zaujímala plocha pšenice ozimé 746 002 ha, což odpovídá 30,1 % z celkové plochy všech osevů (ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2015).

Poslední data z Českého statistického úřadu říkají, že v roce 2018 byla pšenice ozimá založena na 795 000 ha, což znamená meziroční nárůst o 2,7 % (ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2019).

Data pro sklizeň v roce 2017, která jsou poslední dostupná a ucelená referují o celkovém výnosu pšenice v České republice ve výši 4 417 841 tun, přičemž drtivá většina, 4 417 814 tun tvořil výnos ozimé pšenice a 190 497 tun tvořil výnos pšenice jarní (ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2019).

Tato data tedy potvrzují velké zastoupení pšenice v tuzemských osevních plochách a rovněž velké množství produkce zrna. Data rovněž referují o tom, že v podmínkách České republiky převládá v osevech pšenice ozimá nad pšenicí jarní, přičemž lze očekávat, že trend úbytku ploch jarní pšenice bude nadále růst v důsledku růstu a gradace zemědělského sucha (INTERSUCHO, 2019).

3.3.3 Soudobá produkce pšenice v Evropské unii

Data statistik Evropské komise uvádějí pro rok 2018 v rámci Evropské unie produkci 137 milionů tun pšenice. Ve srovnání s druhou nejvíce pěstovanou obilninou, ječmenem, jehož produkce v roce 2018 činila 56 milionů tun, lze vidět značný kvantitativní rozdíl mezi těmito dvěma hlavními obilninami Evropy a pšenice je tak právoplatně řazena na první místo v Evropské rostlinné zemědělské produkci. Dále data z roku 2017 ukazují, že téměř třetina (42 mil. tun) byla použita pro potravinářské účely, pro krmné účely bylo použito 51 milionů tun. A zbylá produkce, tedy 44 tun, byla použita pro průmyslové účely jako lihovarnictví, výroba bioethanolu a biopaliv (EVROPSKÁ KOMISE, 2019).

3.3.4 Zaplevelení v porostech ozimé pšenice

Ozimé obiloviny, které mají dlouhou vegetační dobu, umožňují v tomto důsledku výskyt širokého spektra jednoletých plevelných druhů. V podzimním období po zasetí se v porostu rozvíjejí převážně ozimé druhy, které mají za cíl přezimovat a brzy na jaře vykvést. Jarní období je z pohledu výskytu plevelů nejvýznamnější. Jedná se období od sejítí sněhu do konce sloupkování obilniny, kdy v tomto časovém úseku vzcházejí časné a některé pozdní jarní plevelné druhy. Zároveň mohou vzcházet i další rostliny přezimujících druhů. Maximálního počtu plevelných rostlin bývá dosaženo v období sloupkování. V období letním, tedy od konce sloupkování do fáze zrání, je porost rozčleněn na jednotlivá patra podle výšky rostlin. Přízemní V přízemním patru je možné nacházet plevele nízkého vzrůstu, jako například žabinec prostřední (*Stellaria media*); střední patro je tvořeno středně vysokými plevele např. hořčicí polní (*Sinapis arvensis*); ve vrchní patře, které je nad klasy obilniny, se nacházejí na světlo náročné a nejvíce škodící druhy jako např. chundelka metlice (*Apera spica-venti*). Po provedené sklizni přichází tzv. strniskové období, pro které jsou typické plevele přízemního patra porostu. Dále se zde vyskytují spodní části plevelných rostlin, které byly mechanicky poraněny při sklizni, klíčící rostliny zejména jednoletých druhů plodin nebo meziplodin a nadzemními částmi víceletých plevelů (HRON, VODÁK, 1959).

Jak uvádí WINKLER a kol. (2016) nejvíce ohrožujícími plevele jsou v porostech pšenice druhy chundelka metlice (*Apera spica-venti*), pcháč oset (*Cirsium arvense*) a svízel přítula (*Gallium aparine*). Z dat posledního monitoringu zaplevelení Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZUZ) z roku 2015 vyplývá, že svízel přítula (*Galium aparine*) má v pšenicích 36 % frekvenci výskytu a je tak jedním ze tří konstantně se vyskytujících plevelných druhů v osevech ozimé pšenice v podmínkách České republiky. Dalšími dvěma jsou pýr plazivý (*Elytrigium repens*) s 45 % frekvencí výskytu a heřmánkovec nevonný (*Tripleospermum inodorum*) s 46 % frekvencí výskytu (ÚKZUZ, 2016).

3.3.5 Vliv zaplevelení na kvalitu a výnos hlavního produktu

Plevele snižují kvalitu sklizeného produktu výroby (píce či zrna). Při sklizni vlivem výskytu zelených částí plevelů dochází ve sklízecí mlátičce k prokazatelnému nárůstu vlhkosti a tím dochází k navýšení vlhkosti zrna obilnin i olejnin. Následné dosoušení a čištění zrna znamená nárůst nákladů. V semenářských porostech jsou některé druhy

plevelů nepřijatelné a mohou mít za důsledek vyřazení porostu z množení. Nežádoucí je přítomnost semen plevelů přímo v osivech, obzvláště druhů, které se těžko z osiva odstraňují (DVOŘÁK a kol., 2008).

Jak uvádějí JURSIK a kol. (2011) některá semena plevelů mohou barvit mouku červenými pigmenty, jako je tomu například u ostrožky stračky (*Consolida regalis*). Důsledkem je snížení kvality produktu ve zpracovatelského průmyslu.

Můžeme se setkat i s plevelnými druhy, které znehodnocují píci a jejich látky mohou být při zkrmování toxické. Například jde o výskyt jedovatého durmanu obecného (*Datura stramonium*) v porostu určeném ke sklizni na zeleno (KREJČÍŘ, 1993).

ALMEIDA (2011) uvádí, že každoročně jsou na celém světě v důsledku zaplevelení snižovány výnosy ozimé pšenice 17-25 %.

Na regulaci plevelných druhů je jen v České republice vynaloženo více než 70 % všech finančních prostředků na ochranu rostlin (MIKULKA a kol., 2000) a přitom existuje riziko, že v důsledku opakovaného nebo masového používání značných dávek herbicidů, mohou být jejich rezidua importována do lidského potravního řetězce (ALMEIDA, 2011).

3.4 Meziplodiny

Meziplodiny jsou kulturní rostliny, které jsou pěstovány mezi dvěma tržními plodinami a přináší mnoho výhod pro agroekosystém (HARTWIG, 2002). BRANT a kol. (2008) definovali meziplodiny jako polní plodiny, které jsou využitelné, díky jejich biologickým vlastnostem, za účelem vegetačního pokryvu půdy během meziporostního období.

V osevních postupech tedy rozšiřují období pokryvu a zároveň plní funkci ochrany půdy. Za tímto účelem jsou nejhojněji používány strniskové meziplodiny, jejichž porost je zakládán co nejdříve po sklizni hlavní plodiny (JAVŮREK a kol., 2010). Zároveň pokud se diverzita plodin v rámci systému hospodaření snižuje, snižují se rovněž výnosy a odolnost jednotlivých kultur vůči chorobám a škůdcům (SMITH a kol., 2008). Meziplodiny tak zde mohou být vítaným pomocníkem, rozšířením spektra pěstovaných plodin a přinášet tak mnohé benefity

3.4.1 Členění meziplodin

Možností uplatnění meziplodin na orné půdě je velké spektrum. Meziplodiny je tedy možno ve vztahu k jejich funkcím i agrotechnice možno členit do mnoha skupin. Nejjednodušší a nejčastěji používané je dělení meziplodin podle termínu založení jejich porostů s přihlédnutím k jejich pěstitelským cílům (BRANT a kol., 2008).

KOSTELÁNSKÝ (2000) a BRANT a kol. (2008) dělí meziplodiny na: ozimé, letní, strniskové a podsevové. K předešlému dělení FLOHROVÁ (1998) přidává navíc jarní meziplodiny.

V poslední době je také velmi často zmiňovaná skupina meziplodin vymrzajících. Jde o druhy, které nepřezimují a na jaře tvoří jejich zbylá, odumřelá biomasa krycí mulč, do kterého jsou zakládány některé z jarních osevů jako například porosty cukrové řepy nebo kukuřice. Další možností je systém mulče živého, kdy hlavní plodina je vysévána do mechanicky umrtveného porostu meziplodiny (BRANT a kol., 2018).

3.4.2 Význam meziplodin z pohledu hospodaření na orné půdě

V systému hospodaření na orné půdě mají meziplodiny mnohostranné využití. Jejich hlavními přínosy zmiňují autoři FLOHROVÁ (1998), KOSTELÁNSKÝ (2000) i VACH a kol., (2007) a mohou to být například:

- 1) zlepšování celkového asimilačního efektu a poutáním dusíku na daném stanovišti
- 2) ochrana povrchu půdy proti vodní a větrné erozi
- 3) obohacování půdy o organickou hmotu, a tím zlepšování jejich fyzikálních a biologických vlastností
- 4) obohacování půdy o dusík, pokud je meziplodinou nebo její složkou leguminóza
- 5) represe šíření chorob a škůdců,
- 6) vliv na regulaci zaplevelení porostu hlavních plodin
- 7) obohacují biodiverzitu osevního postupu
- 8) mohou sloužit jako částečná náhrada hnojení chlévských hnojem pomocí zaorání veškeré narostlé biomasy
- 9) plní funkci přerušovačů obilních sledů
- 10) při vhodném výběru mohou napomáhat k redukci množství použitých pesticidů
- 11) pomáhají odstraňovat únavu půdy

Hlavním cílem pěstování meziplodin na orné půdě je kromě produkčních funkcí také podpora funkcí mimoprodukčních, které rovněž zemědělství zastává (BRANT a kol., 2008). Meziplodiny přispívají velkou mírou k biologicky vyváženému zastoupení plodin v agroekosystémech a zvyšují ekologickou hodnotu celého ekosystému. Pro obohacení struktury polních plodin meziplodinami je využíváno různých čeledí (*Fabaceae*, *Faboideae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae* atd.), (VACH a kol., 2008). Z pohledu České republiky se jedná o důležité faktory a přínosy meziplodin a z tohoto důvodu jsou meziplodiny od roku 2004 státem podporovány jako jedno z důležitých agroenvironmentálních opatření. Prvním dotačním titulem byla podpora v rámci Horizontálního programu rozvoje venkova (HRDP) mezi roky 2004 až 2006. V období od roku 2007 do roku 2013 bylo pěstování meziplodin zařazeno do Programu rozvoje venkova ČR (PRV), (VACH a kol., 2007).

V současném období Společné zemědělské politiky Evropské unie, tedy 2014 až 2020, jsou meziplodiny zařazeny do dotačního titulu Greening, kde pomocí svého titulu mohou zemědělskému subjektu pomoci splnit podmínky pro získání finančních prostředků této dotace (STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÝ INTERVENČNÍ FOND, 2019).

3.4.3 Meziplodiny jako zdroj organické pro zlepšení půdních vlastností

Meziplodiny mohou produkovat velké množství nadzemní i podzemní biomasy. Při jejich zapravení a rozkladu dochází k obohacení půdy o organickou hmotu (BRANT a kol., 2008). Z tohoto důvodu jsou meziplodiny často využívány jako tzv. zelené hnojení neboli zdroj organické složky půdy, která zlepšuje půdní úrodnost (HUMPÁLOVÁ-BLECHTOVÁ, 1998). Při rozkladu organické hmoty pocházející z meziplodin dochází ke nárůstu mikrobiální činnosti v půdě. Jejich následkem je často zlepšení chemických, fyzikálních a biologických vlastností půdy a zvyšuje se tak její produkční potenciál (VACH a kol., 2007).

Významný přínos meziplodin je také v zadržování živin pohyblivých v půdním profilu, zejména pak dusíku a vápníku, který mohou vázat do své biomasy (VACH a kol., 2009). Jak uvádí DAHLMAN a kol. (2006) vhodnými meziplodinami pro fixaci nejen vzdušného dusíku, a také pro přípravu vhodného prostředí hlavní plodině, jsou luštěniny. Zvláště efektivními jsou pak podle těchto autorů luskoobilné směsky. Fixace dusíku probíhá u luštěnin v nadzemní i podzemní části, přičemž fixace kořeny a jejich

uzlinami může představovat až 60 % z celkově vázaného dusíku v luštěninách (PEOPLES a kol., 2009).

Aby rostlina byla použitelná pro zelené hnojení, je zapotřebí aby se vyznačovala krátkou vegetační dobou, a tedy velkým nárůstem nadzemní i podzemní biomasy. Těmito vlastnostmi jsou meziplodiny charakteristické (BRANT a kol., 2008). Na podzim je rostlinná hmota meziplodin zaorávána co nejpozději a během zimního období dochází k jejímu pomalému rozkladu v půdě (VACH a kol., 2005).

Vzniklá organická hmota představuje volný půdní dusík, který do svých struktur dokázala meziplodina navázat. Takto vázaný dusík není náchylný na vyplavování a nedochází tak jeho vlivem ke znečišťování podzemních vod a ve fázi zvýšené potřeby je přístupný pro využití následnou plodinou. Jak uvádí HUMPÁLOVÁ-BLECHTOVÁ (1998) na každých 10 t sušiny biomasy jsou meziplodiny schopny navázat 40–50 kg dusíku, 50–60 kg K₂O, 20–30 kg CaO, 10–15 kg P₂O₅, 4–5 kg MgO. VACH a kol. (2008) dodávají, že na příznivých stanovištích a za běžných povětrnostních podmínek může denní přírůstek sušiny biomasy činit 100–200 kg/ha.

Zelené hnojení nabývá významu při pohlednutí na současné trendy v zemědělství. Především se jedná o zjednodušení skladby plodin v osevních postupech, které jsou zaměřeny především na tržní produkci obilovin a olejnin. Následně se pak jedná o pokles stavu skotu, nižší produkci chlévského hnoje a v tomto kontextu také snížení ploch luskovin a víceletých pícnin (VACH a kol., 2009). Všechny tyto faktory mají za důsledek pokles kvality a úrodnosti půd, především pak znamenají snížení jejich schopností vázat vodu a živiny a dále dochází ke zhoršování jejich fyzikálně-chemických vlastností (VACH a kol., 2007).

Jak uvádí JAVŮREK a kol. (2010) zelené hnojení je pak využíváno především v podnicích, které postrádají živočišnou výrobu a jedná se tak o náhradu za statková hnojiva (především chlévský hnůj).

Mezi nejvhodnější druhy, které se dají použít jako meziplodiny na zelené hnojení zařazuje PROCHÁZKOVÁ a kol. (2001): hořčici bílou (*Sinapsis alba*), svazenku vratičolistou (*Phacelia tanacetifolia*), ředkev jarní (*Raphanus sativus* var. *major*), lničku setou (*Camelina sativa*), svatojánské žito (*Secale cereale* var. *multicaule*), lesknici kanárskou (*Phalaris canariensis*), krmný sléz (*Malva verticillata*), lupinu bílou (*Lupinus albus*), tolici dětelovou (*Medicago lupulina*), komonici bílou (*Melilotus alba*), slunečnici roční (*Helianthus annuus*), řepku jarní (*Brassica napus* var. *arvensis*),

světlici barvířskou (*Carthamus tinctorius*), jílek mnohokvětý jednoletý (*Lolium multiflorum*),), jetel plazivý (*Trifolium repens*), jetel nachový (*Trifolium incarnatum*), jetel alexandrijský (*Trifolium alexandrinum*) a vičenec setý (*Onobrychis viciaefolia*).

3.4.4 Vliv mezplodin na omezení větrné a vodní eroze

Erozi se rozumí rozrušování půdního povrchu a následný odnos půdních částic. Z tohoto pohledu jsou erozi nejčastěji postiženy širokořádkové kultury jako například cukrovka, kukuřice nebo brambory (FLOHOVÁ, 1998). Použití mezplodiny jako krycího mulče spadá do půdoochranných technologií agroenvironmentálních opatření v zemědělské politice České republiky. Důležitou roli hrají také mezplodiny v mezíporostním a zimním období. Zajišťují pokryv půdy a eliminují tak vliv větrné eroze až do výsevu jarních plodin. DE BEATS a kol. (2011) uvádějí, že mezplodiny, díky zajištění pokryvu půdy, dokáží signifikantně omezit půdní erozi zapříčiněnou vodou nebo větrem. Ochrannou funkci před větrnou erozí má většina vymrzajících i nevymrzajících mezplodin. Jak uvádějí BRANT a kol. (2008) v podmínkách České republiky dochází k větrné erozi v největší míře brzy na jaře a částečně na podzim. VACH a kol. (2008) dodávají, že mezplodiny jsou nejčastěji uplatňovány proti větrné erozi půdách lehkých.

Nadzemní ale i podzemní biomasa mezplodin funguje jako přímá ochrana před vodní erozí, zvláště pak na svažitéch pozemcích (VACH a kol., 2008). ROSOLEM a kol. (2002) zmiňuje, že v podmínkách střední Evropy se jedná o podstatné riziko z důvodu výskytu silných přívalových dešťů, které často přichází v období, kdy je orná půda nepokryta hlavní plodinou.

V případě osetí ploch mezplodinou dochází ke zpomalování rychlosti odtoku vody a povrch půdy je také chráněn před destruktivním působením síly dopadajících dešťových kapek. Vlivem vegetačního krytu je nepřímo ovlivňována také pórovitost půdy a její propustnost pro vodu. Navíc je povrch a vrstva pod povrchem mechanicky zpevněna kořenovým systémem. V důsledku tak dochází k omezení odnosu půdy vodou (BRANT a kol., 2008).

FLOHOVÁ (1998) uvádí, že pokud je půda pokryta porostem mezplodin, dochází k zmenšení eroze až o 48 %. Navíc při 90 % pokryvu půdy mezplodinami dopad eroze klesá až pod 5 %. Autorka dále uvádí, že eroze se podílí na prudkém snížení produkčních schopností půdy. Na silně erodovaných půdách může docházet až 75 %

ztrátám na výnosech, na středně erodovaných až o 50 % a na slabě erodovaných plochách dochází ke snížení výnosů o 15 až 20 %.

Protierozní ochranu půdy může zajišťovat také umrtvená nadzemní část biomasy meziplodiny, která je nazývána rostlinným mulčem (VACH a kol., 2008). Nejčastěji je mulč tvořen posklizňovými zbytky předplodiny a nadzemní biomasou meziplodin. Aby byla ochrana půdy pomocí mulče účinná, je zapotřebí minimálně jeho 30 % pokryvu půdy (VACH a kol., 2007).

3.4.5 Meziplodiny jako nástroj k omezení vyplavování živin a zmírnění znečišťování podzemních vod

Pěstování meziplodin může výrazně pomoci proti vymývání volného dusíku v půdě, který nebyl spotřebován předchozí plodinou (KÄNKÄNEN a kol., 2007). Zejména při vysokých dávkách dusíkatých hnojiv k předplodině a za příznivých vláhových podmínek jsou schopny volný nitrátový dusík imobilizovat (VACH a kol., 2008). Jak moc bude imobilizace úspěšná závisí na povětrnostních vlivech, především na srážkách v období od července do října (VACH a kol., 2007). Za tímto účelem je třeba vybírat druhy s mohutným kořenem a intenzivním růstem až do podzimu (FLOHROVÁ, 1998). Kromě dusíku jsou meziplodiny v půdě zadržovat také volně vápenaté ionty, které posléze poskytují dalším plodinám. Aby docházelo k účelnému navázání zmíněných živin je zapotřebí produkce minimálně 1,5 t/ha sušiny biomasy (VACH a kol., 2008).

Pěstování meziplodin, zejména strniskových je velice často využíváno jako opatření, které pomáhá omezovat kontaminaci vody dusičnany (VACH a kol., 2007). BRANT a kol. (2008) uvádí, že míra výskytu NO_3^- v podzemních vodách je závislá na výskytu, růstu a vývoji využívaných meziplodin. Jak uvádí ve své studii HOOKER a kol. (2008), při použití meziplodiny hořčice bílé (*Sinapis alba*) v jejich pokusu, došlo ke snížení koncentrace nitrátů v půdních roztocích odebraných vzorků v rozmezí 38–70 %, což představuje podstatné omezení jejich vyplavování.

3.4.6 Vliv meziplodin na potlačení plevelů a výdrolu předplodiny

Dobře zapojené porosty meziplodin konkurují zejména v meziporostním období oslabeným plevelům v jejich růstu (VACH a kol., 2008). Regulace plevelů za pomoci meziplodin je vyzdvihována zejména z agrotechnického hlediska, kdy meziplodiny potlačováním plevelů zvyšují nebo nahrazují působení používaných herbicidů.

ILNICKY a kol. (1992) ve své studii uvádějí, že při použití jetele podzemního (*Trifolium subteraneum*) jako živého mulče, dosáhli excelentní herbicidní ochrany bez použití herbicidů. Oproti tomu varianty pokusu bez živého mulče, včetně varianty s konvenčním zpracováním půdy a herbicidním ošetřením, vykazovaly větší produkci biomasy plevelů.

Úplným vypuštěním nebo alespoň snížením množství používaných pesticidů mohou meziplodiny významně napomáhat ke snížení ekologické zátěže. Důležitou roli zde však hraje konkurenceschopnost meziplodin vůči plevelům (BRANT a kol., 2008).

HOFFMAN a kol. (1996) ve své studii uvádějí, že klíčení semen meziplodin má alelopatický vliv na klíčení semen plevelů, a to ve smyslu jejich potlačení. Toto působení mělo za důsledek zkrácení délky výhonků plevelných druhů.

Při mulčování pěstovaných meziplodin je nutné provádět mulčování ve správném termínu, tedy před tvorbou semen, aby následně nedocházelo k hlavní plodiny předchozím pěstovaným druhem (FLOHROVÁ, 1998).

Mimo potlačování plevelů mají meziplodiny, zvláště pak meziplodiny strniskové, efekt při eliminaci množství výdrolu předplodiny. Nejvíce konkurenceschopné jsou vůči meziplodinám obiloviny. Z fyto-sanitárního hlediska je však důležitá regulace výdrolu jako vektoru škůdců a chorob (BRANT a kol., 2008).

3.4.7 Funkce meziplodin při omezování šíření a výskytu chorob a škůdců

Při zúžených osevních sledech až pěstování monokultur dochází k mnohem výraznějšímu šíření určitých chorob a škůdců. Tento nechtěný fakt může být z části eliminován při pěstování meziplodin. Nejúčinnější jsou meziplodiny v potlačování háďátek (*Tylenchida* sp.) a podobných půdních organismů (FLOHROVÁ, 1998).

VACH a kol. (2010) uvádějí, že k fyto-sanitárnímu působení dochází během doby, kdy se zaoraná fytomasa meziplodiny rozkládá v půdě zaorané fytomasy. Během tohoto procesu dochází v půdě k omezování výskytu choroboplodných zárodků a škůdců.

3.4.8 Produktivní výpar meziplodin a ochlazování krajiny

Důležitým pozitivním dopadem pěstování meziplodin v meziorostním období je zvýšení produktivního výparu. Během dne, kdy na rostliny dopadá sluneční energie jsou zahřívány a fotosynteticky. Za předpokladu, že se v půdě nachází dostatek vody, využívají ji rostliny v procesu transpirace, který jim pomáhá při aktivním ochlazování vlastního povrchu, především listů. Tímto procesem dochází rovněž k ochlazování půdy

(BRANT a kol., 2008). Meziplodiny jsou schopny přijímat dostatečné množství vláhy z půdy pro ochlazování sebe sama, ale i okolního prostředí. Jak uvádí LEVY a kol. (2008), meziplodiny vlivem zastínování povrchu půdy v letních měsících ovlivňují teplotu svrchní části půdy, což je přínosné pro její mikrobiální činnost. Z pohledu zásobenosti meziplodin vodou mohou být problematické zejména teplé a suché oblasti, kde o produkci nadzemní biomasy rozhoduje suma srážek spadných v období od 1. května do doby založení porostu (BRANT a kol., 2008).

3.4.9 Meziplodiny a podpora druhové pestrosti a potravních řetězců v krajině

Vlivem současných intenzivních zemědělských systémů dochází k ochuzování biodiverzity agroekosystémů. Pokud jsou do jejich osevních postupů zařazeny meziplodin dochází k výraznému navyšování jejich druhové pestrosti. Mnohé meziplodiny jsou rovněž významnými medonosnými rostlinami jako například hořčice bílá (*Synapis arvensis*), svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia*) nebo jetel inkarnát (*Trifolium incarnatum*). S jejich kvetením, při osevu jako strniskové meziplodiny, lze však počítat spíše jen v teplejších oblastech (BRANT a kol., 2008).

3.4.10 Negativní vlivy pěstování meziplodin

Kromě mnohostranného pozitivního významu pěstování meziplodin v systémech hospodaření na orné půdě, může jejich nevhodné zařazení do osevních sledů vést k nežádoucím důsledkům.

Ty základní a obecné negativní vlivy působení meziplodin uvádějí KAHNT (1980), KVĚCH a kol. (1985), FREYER (2003), NEUBAUER (2004) a BRANT a kol. (2008). Patří mezi ně:

- 1) snížení zásoby vody v půdě porostem meziplodiny a také přerušení horních vrstev půdy
- 2) podpora rozvoje chorob a škůdců (tzv. zelený most) v důsledky špatné volby a zařazení meziplodin v osevním postupu
- 3) snížení kvality předseťové přípravy půdy a setí při nesprávném zapravení biomasy meziplodin do půdy
- 4) ovlivnění kvality výsevu porostů založených do vymrzajících nebo nevymrzajících meziplodiny, zvláště v případě vysoké produkce jejich biomasy

Při výběru meziplodin je nutné respektovat povětrnostní a půdní podmínky plánovaného stanoviště a také zohlednit fyzikální stav půdy (opožděný rozklad

posklizňových zbytků, fyto-sanitární hledisko). Dále je také důležité zvolit vhodnou technologii zpracování půdy a obecně celou agrotechniku podle nároků následné plodiny (VACH a kol., 2009).

Meziplodiny mohou mít také další negativní vlivy, které nové výzkumy nastiňují.

3.4.11 Alelopatické působení meziplodin a jejich biomasy na následné plodiny

Meziplodiny mohou mít negativní fyto-toxický vliv na následně pěstované plodiny. K jejich vlivu dochází především při mělkém zapravení vzniklé biomasy ve velké koncentraci. Při jejím rozkladu, na základě dekompozice v anaerobních podmínkách, vznikají meziprodukty, které mají alelopatický vliv na vývoj následné kulturní plodiny (BRANT a kol. 2008). CHOVANCOVÁ a kol. (2015) ve své studii uvádí, že biomasa meziplodin rozkládající se ve svrchní části půdy má vliv na klíčení následně pěstované produkční plodiny. Studie byla zaměřena na klíčení semen kukuřice (*Zea mays*) na plochách, kde předchozí plodinou byly meziplodiny hořčice bílá (*Sinapis alba*), svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia*) a bob obecný (*Vicia faba*). U hořčice a svazenky bylo pozorováno alelopatické působení malé, avšak u bobu docházelo k velkému ovlivnění klíčení semen kukuřice právě z důvodu rozkladu jejich biomasy.

BRUST a kol. (2011) zase uvádějí, že pokud byla pro založení porostu ozimé pšenice krycí meziplodinou směs druhů jetel plazivý (*Trifolium repens*) a jílku vytrvalého (*Lolium perene*) nedošlo ke snížení výnosu hlavní plodiny. Zde lze však spekulovat, zda vliv alelopatického působení nebyl později smazán díky benefitům v dusíkaté výživě, které právě zvolený bobovitý (*Fabaceae*) přináší. V této studii se totiž jednalo o systém živého mulče, který se popsán v jiné kapitole.

3.4.12 Meziplodiny a následné zaplevelení

Meziplodina se lehce může stát následně zaplevelující plodinou. Pokud dojde do fáze tvorby semen a není mechanicky nebo chemicky zlikvidována před vytvořením semen zralých, dochází k vysemenění a příspěvku semen do půdní semenné banky. V následné plodině pak semena vyklíčí a druhy použité jako meziplodiny se stávají rostlinami plevelnými. Typický je tento jev u svazenky vratičolisté (*Phacelia tanacetifolia*) (FREYER, 2003).

Docházet může rovněž k zaplevelení, pokud meziplodina nebyla dostatečně zapravena do půdy. V tomto důsledku může docházet k její regeneraci a dalšímu růstu s následným efektem zaplevelení (NEUDERT, 2004).

BRANT a kol. (2008) dodává, že podstatnou roli hraje také způsob přípravy půdy pro založení porostu meziplodiny. Při nedostatečném zpracování je dána šance plevelným druhům, aby klíčily a vyvíjeli se spolu s porostem meziplodiny. Takový porost pak vykazuje vysokou míru zaplevelení a produkce semen těchto druhů, což se negativně promítá v následujících pěstovaných plodinách.

4 METODIKA

Sledování zaplevelení vybraných porostů byla provedena v Zemědělském družstvu Vícov, které se nachází v Olomouckém kraji, se sídlem v obci Vícov, přesněji 8 km západně od města Prostějov. Podnik hospodaří na katastrech, z nichž některé spadají do řepařské a další do bramborářské výrobní oblasti, klimatického regionu teplého, mírně vlhkého (T3). Převládajícím půdním druhem jsou hlinité půdy (středně těžké půdy) a nejčastějším půdním typem je pak hnědozem. Celkem podnik hospodaří na 735 ha zemědělské půdy, z nichž rozlohu orné půdy zaujímá 701 ha. Od ukončení chovu prasat v roce 2013 se již soustředí jen na rostlinnou výrobu, v rámci které, provozuje i bioplynovou stanici o výkonu 0,625 MWh. V osevech podniku pro zemědělský rok 2018/2019 jsou zastoupeny nejvíce obiloviny a to z 54 %, kdy největší plochu zaujímá ječmen jarní (216 ha, 31 %), následován ozimou pšenicí (168 ha, 23 %). Dále je na 184 hektarech (26 %) pěstována kukuřice silážní za účelem výroby bioplynu. Z olejnin je pěstována ozimá řepka na 77 ha (11 %) a z okopanin cukrová řepa na 56 ha, což představuje 9 % zastoupení osevního tohu tohoto podniku.

4.1 Metodika vyhodnocení zaplevelení

Analýza zaplevelení po vybrané polní plodině a meziplodině proběhla v polních podmínkách v roce 2018. Celková plocha pozemků, na kterých bylo sledování prováděno činila 20 ha a šlo o dva půdní bloky, každý o výměře 10 ha, které se nacházejí v podobných půdních a klimatických podmínkách, v katastru obce Domamyslice, která spadá do výrobní oblasti řepařské. Pro každý hektar pozorované plochy byla vždy náhodně vybrána zastupující parcela o velikosti 1 m², na které bylo provedeno sčítání plevelných druhů.

V rámci hospodaření na těchto pozemcích je uplatňováno střídání plodin ve sledu: řepka ozimá – pšenice ozimá – kukuřice silážní – cukrová řepa – ječmen jarní. V roce 2018 byla na těchto pozemcích z důvodu této práce pěstována i meziplodina, a to mezi pšenicí ozimou a kukuřicí na siláž. V rámci střídání plodin je také uplatňován různý způsob zpracování půdy. Na pozemku se střídá minimalizační technologie s technologií orby a také podrýváním.

4.2 Varianty sledovaných porostů

- I. **Ozimá pšenice** – pro založení porostu ozimé pšenice byla nejprve po předplodině (ozimé řepce) provedena podmítka, určená mimo jiné k mechanické likvidaci výdrolu, v hloubce 0,15 m, která se s odstupem 14 dní opakovala. Následně bylo v první dekádě září roku 2017 provedeno středně hluboké kypření dlátovým kypřičem Horsch Tiger v hloubce 20–25 cm dle půdních podmínek. Ke konci druhé dekády září byla provedena předseťová příprava kompaktozemem a s odstupem několika dní výsev a založení porostu ozimé pšenice pomocí diskového secího stroje Horsch Pronto bez přihnojení pod patu. Výsevek činil 3,5 milionu klíčivých jedinců na hektar odrůdy pšenice Fakýr. Na podzim zde neprobíhala žádná aplikace herbicidů. V technologii pěstování je uplatňována jarní herbicidní ochrana. Dne 6. 4. 2018 byla na sledovaných pozemcích provedena aplikace herbicidu Hurricane (*diflufenican*) v dávce 0,2 kg/ha s cílem vyskytující se plevelné druhy zahubit.

- II. **Meziplodina** – po sklizni ozimé pšenice byla provedena podmítka v hloubce 0,15 m, následné uválení s cílem rozdrobení vzniklých hrud a po následné srážce 8 mm bylo 26. 8. 2018 provedeno založení porostu meziplodiny diskovým secím strojem Horsch Pronto s výsevkem 18 kg/ha. Směs seté meziplodiny tvořila hořčice bílá (*Synapis alba*) a svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia*) v poměru 70:30 hmotnostních procent. Dne 1. 11. 2018 byl porost zmulčován a půdně zpracován podrývákem Bednar Terraland v hloubce 35 cm.

V rámci podniku je sledován průběh srážek v jednotlivých letech a měsících. Jejich hodnoty ukazuje tabulka číslo 1 a 2.

Tab. 1: Úhrny srážek v letech 2015 až 2017 v mm (resp. l/m²)

měsíc		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	suma/rok
rok	2 015	17,0	7,0	46,0	19,7	69,0	50,0	37,0	93,0	22,0	61,0	38,0	22,5	482
	2 016	13,0	86,0	32,0	58,0	57,0	75,0	113,5	92,5	13,0	53,0	29,0	3,0	625
	2 017	22,0	10,0	41,5	74,0	45,0	35,0	78,0	87,0	94,0	62,5	20,8	10,0	580

Tab. 2: Úhrny srážek v roce 2018 v mm (resp. l/m²)

měsíc		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	suma/rok
rok	2018	32,0	11,0	28,0	64,5	44,5	78,5	53,5	28,5	64,5	35,5	22,0	15,0	478

Zaplevelení bylo v porostu ozimé pšenice vyhodnocováno před jarní aplikací herbicidů a v porostu meziplodiny před její mechanickou likvidací (mulčováním). Termíny vyhodnocení byly 2. 4. 2018 pro ozimou pšenici a 31. 10. 2018 pro porost meziplodiny. Počty jedinců jednotlivých druhů plevelů byly zjišťovány na ploše 1 m² a to ve 20 opakováních jak pro ozimou pšenici, tak také meziplodinu. Latinské a české názvy jednotlivých druhů plevelů byly užity dle Kubáta (KUBÁT et al, 2002). Klíčící rostliny byly identifikovány dle KÜHNA (1974).

4.3 Metodika statistického zpracování

Pro zjištění vlivu pěstování různých plodin, respektive ozimé plodiny a meziplodiny na výskyt jednotlivých druhů plevelů bylo použito mnohorozměrné analýzy ekologických dat. Ke zjištění vlivu odlišných technologií zpracování půdy a předplodiny na jednotlivé druhy plevelů v porostech ozimé pšenice, byly použity mnohorozměrné analýzy ekologických dat. Nejprve byla data zpracována segmentovou analýzou DCA (*Detrended Correspondence Analysis*), při níž byla zjištěna délka gradientu (*Lengths of Gradient*). Na základě zjištěné délky gradientu byla použita redundanční analýza (*Redundancy analysis*, RDA). Testování průkaznosti bylo provedeno pomocí testu Monte-Carlo a bylo propočítáno 999 permutací. Výpočty byly provedeny pomocí počítačového programu Canoco 5.0. (TER BRAAK a kol., 2012).

5 VÝSLEDKY

Jednotlivé druhy nalezené během vyhodnocení zaplevelení jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 3). V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty výskytu dané plevelné rostliny s přepočtem na 1 m² pokusné plochy.

Celkem bylo v porostu pšenice nalezeno 12 plevelných druhů. V porostu meziplodiny bylo zjištěno 8 plevelných druhů a zaplevelující rostliny předplodiny pšenice.

Tab. č. 3: Průměrný počet jedinců daného druhu na 1m² v daném porostu

druh	počet jedinců na 1 m ²	
	pšenice	meziplodina
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,00	0,20
<i>Atriplex patula</i>	2,05	5,60
<i>Brassica napus subsp. napus</i>	0,64	0,60
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,00	0,95
<i>Descurainia sophia</i>	0,73	0,00
<i>Eletrygia repens</i>	0,23	0,45
<i>Galium aparine</i>	0,86	0,00
<i>Geranium pusillum</i>	0,27	0,00
<i>Papaver rhoeas</i>	0,95	0,00
<i>Stellaria media</i>	1,77	2,00
<i>Thlaspi arvense</i>	0,77	0,00
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0,86	1,00
<i>Triticum aestivum</i>	0,00	17,75
<i>Veronica persica</i>	1,55	0,95
<i>Viola arvensis</i>	0,73	0,50

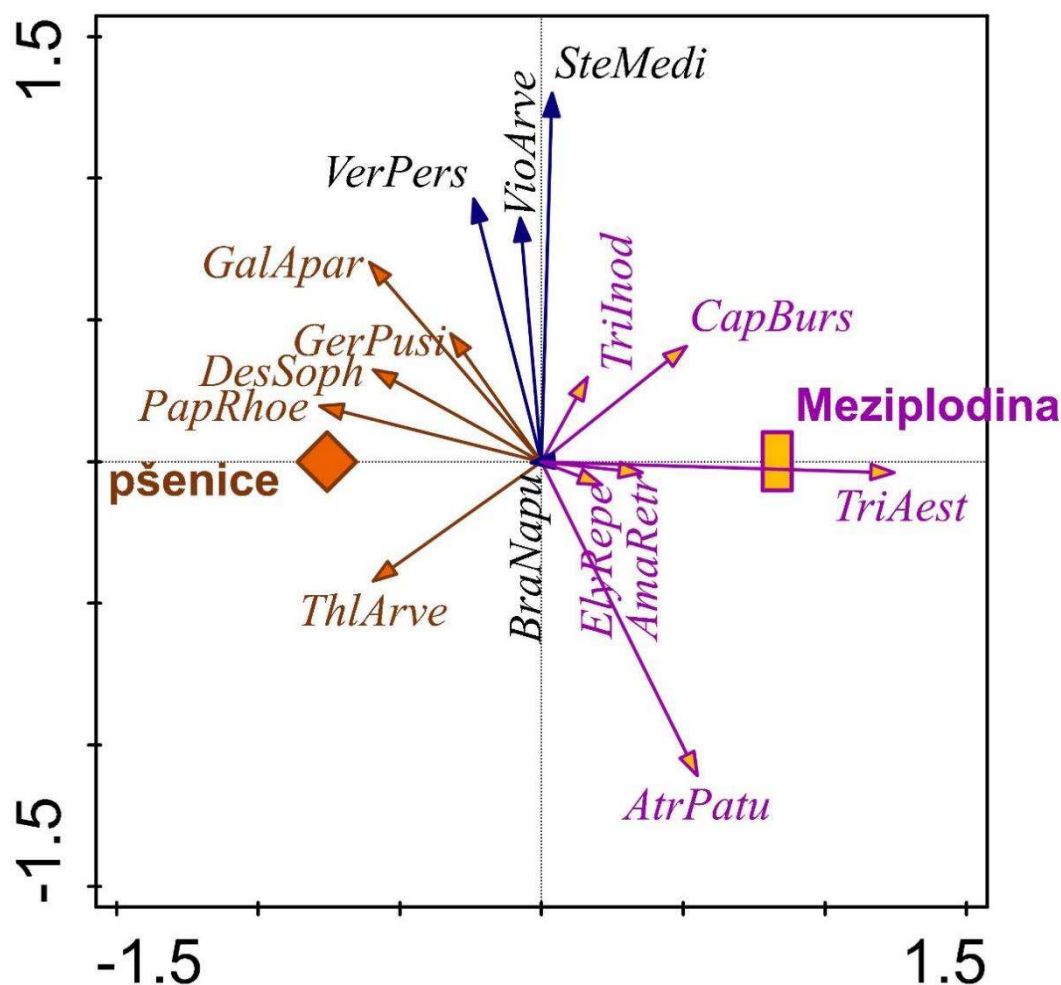
Délka gradientu (*Lenghts of Gradient*) podle segmentové analýzy (DCA) je 3,27. Dále byla data o zaplevelení zpracována redundanční analýzou (RDA). RDA analýza vymezuje prostorové uspořádání jednotlivých plodin a plevelných druhů. Výsledky analýzy RDA jsou signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,001$. To znamená, že výsledky jsou statisticky vysoce průkazné. Jedním z výsledků RDA je i ordinační diagram (Obr. 1). Plevelné druhy jsou v něm znázorněny jako šipky (vektory) a plodiny jako body odlišné barvy a tvaru. Pokud vektor určitého plevelného druhu směřuje do blízkosti bodu dané plodiny, znamená to, že jeho výskyt byl v této variantě četnější. Takovéto plevelné druhy pak získávají barvu dané plodiny.

Při zhodnocení ordinačního diagramu můžeme plevelné druhy rozdělit do tří skupin, v závislosti na jejich výskytu ve vazbě na danou plodinu.

První skupina druhů se více a častěji vyskytovala v porostech ozimé pšenice. S nejvyšší četností se zde vyskytovaly druhy mák vlčí (*Papaver rhoeas*) a svízel přítula (*Galium aparine*). S četností výskytu střední se vyskytoval penízeček rolní (*Thlaspi arvense*) a úhorník mnohodílný (*Descurainia sophia*). S nízkou četností výskytu se pak v pšenici vyskytoval kakost menší (*Geranium pusillum*).

Druhá skupina plevelných druhů se častěji a více vyskytovala v porostu meziplodiny. S nejvyšší četností se jednalo o výdrol pšenice (*Triticum aestivum*) a dále pak o lebedu rozkladitou (*Atriplex patula*) a oproti pšenici se v meziplodině nejvíce vyskytoval plevelný druh kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*). Se střední četností výskytu byly identifikovány druhy heřmánkovec nevonný (*Tripleospermum inodorum*) a pýr plazivý (*Eletrygia repens*), avšak tyto plevele byly rovněž detekovány v porostu předcházející ozimé pšenice, a tak jejich vazba na výskyt v meziplodině nebyla příliš silná. S nízkou četností, ale jasnou vazbou se v porostu meziplodiny vyskytoval laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*).

Výskyt ostatních druhů, kam patřily violka rolní (*Viola arvensis*), rozrazil perský (*Veronica persicaria*), ptačinec prostřední (*Stellaria media*) a také výdrol řepky (*Brasica napus subsp. napus*) byl ovlivněn jinými faktory a nelze tak s jistotou prohlásit jejich vazbu na sledovanou plodinu či meziplodinu.



Obrázek č. 1 - Ordinační diagram vyjadřující vztah výskytu druhů v hlavní plodině a meziplodině (výsledek analýzy RDA; pseudo $F = 26,4$; $p = 0,001$)

Vysvětlivky zkratk použitých v ordinačním diagramu:

Plevelné druhy:

<i>Bra napu</i>	<i>Brassica napus subsp. napus</i>
<i>Cap burs</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
<i>Gal apar</i>	<i>Galium aparine</i>
<i>Ger pusi</i>	<i>Geranium pusillum</i>
<i>Pap rhoe</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Ste medi</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Thl arve</i>	<i>Thlaspi arvense</i>
<i>Tri inod</i>	<i>Tripleurospermum inodorum</i>
<i>Ver pers</i>	<i>Veronica persica</i>

brukev řepka olejka

kokoška pastuší tobolka
svízel přítula
kakost maličkový
mák vlčí
ptačinec prostřední
penízek rolní
heřmánkovec nevonný
rozrazil perský

6 DISKUZE

Při analýze zaplevelení v polních podmínkách bylo zjištěno, že v ozimé pšenici jsou nejčastěji se vyskytující druhy svízel přitula (*Galium aparine*) a mák vlčí (*Papaver rhoeas*). Toto zjištění koresponduje s informací, kterou uvádí PYŠEK a kol. (2001) a sice, že mezi nejpočetnější plevely v podmínkách České republiky patří právě zmíněný svízel přitula (*Galium aparine*) a v porostech pšenice rovněž hojně zastoupený mák vlčí (*Papaver rhoeas*).

Jak uvádí WINKLER a kol. (2016) porost pšenice je pak nejvíce ohrožen plevelnými druhy chundelka metlice (*Apera spica-venti*), pcháč oset (*Cirsium arvense*) a v neposlední řadě v pokusu se hojně vyskytujícím svízelem přítulou (*Galium aparine*).

Tento druh je navíc znám i svým alelopatickým působením, kdy svými kořenovými výměšky ovlivňuje vývoj a růst pšenice a způsobuje nepravidelné dozrávání porostu před sklizní, což jeho negativní vliv na porost pšenice ještě umocňuje (JURSÍK a kol., 2011).

Dalším plevelným druhem, který se vyskytoval výhradně v porostu pšenice byl penízek rolní (*Thlaspi arvense*) v četnosti výskytu následovány úhorníkem mnohodílným (*Descurainia sophia*). Tyto plevely HRON a kol. (1986) nezařazují mezi nebezpečné, ale spíše příležitostné, které se nebezpečnými stávají až při jejich přemnožení, což se v pokusu při jejich průměrné četnosti 0,77 a 0,73 rostlin na 1 m² nenastalo.

Naopak se v této plodině vůbec nevyskytovala kokoška pastuščí tobolka (*Capsella bursa pastoris*) nebo laskavec ohnutý, což jsou druhy, které se naopak vyskytovaly výhradně v porostu meziplodiny. Jedná se o zajímavý fakt, pokud zvážíme, že HRON a kol. (1986) kokošku označují jako jednoletý ozimý plevel, se silným jarním vývojem. Možným vysvětlením je rychlý nástup jara v roce 2018 a potlačení vývoje kokošky ozimou pšenicí.

Početnou skupinu plevelů tvořily druhy, které se vyskytovaly jak v porostu ozimé pšenice, tak meziplodiny. V nejvyšší míře se jednalo o lebedu rozkladitou (*Atriplex patula*), jejíž výskyt je na daných pozemcích dlouhodobě sledován, a to především v porostech cukrové řepy. Zároveň se jedná o jednoletý, od jara do podzimu klíčící plevelný druh (BASF, 2019), což vysvětluje jeho přítomnost v obou sledovaných obdobích. V porostu meziplodiny se lebeda vyskytovala 2,5x častěji oproti pšenici. Toto

bylo způsobeno vhodnějšími vegetačními faktory v porostu meziplodiny, konkrétně teplotami a obdobím jejího založení. Vyšší hodnoty výskytu vykazoval i heřmánkovec nevonný (*Tripleospermum inodorum*) a to o 0,14 rostliny/m². Dále byl v obou sledovaných porostech nalezen vysoký výskyt ptačince prostředního (*Stellaria media*), kde i přes četnost 2 rostlin na 1 m² (oproti pšenici s výskytem 1,77 rostlin/m²) mohl porost meziplodiny hrát významnou roli v regulaci jeho výskytu v porovnání s variantou, kdy by na pozemcích nebyl žádný osev a ptačinec by mohl volně prosperovat. Podobně tomu bylo u druhu rozrazil perský (*Veronica persica*), což je podle PROCHÁZKOVÉ (2011) významný plevelný druh spodního patra, velmi často se vyskytující v porostech ozimé pšenice. V pokusu měl porost meziplodiny na četnost jeho výskytu tlumivou funkci a to o 0,6 jedinců na 1 m² oproti pšenici. Lze tak říci, že meziplodina fungovala jako regulátor zaplevelení daných pozemků během meziorostního období. Stejně tak tomu bylo v případě violky rolní (*Viola arvensis*), kdy její výskyt byl v meziploidině o 0,2 rostliny/m² nižší ve srovnání s pšenicí.

Významné působení na regulaci četnosti výskytu měla meziplodina na úhorník mnohodílný (*Descurainia sophia*) a penízek rolní (*Thlaspi arvense*) z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), které se v jejích porostech vyskytovaly s nulovou četností. To potvrzuje poznatek BRANTA a kol. (2008), který uvádí, že především hořčice bílá (*Sinapis alba*) díky svému dobrému vzházení jako strnisková meziplodina a rychlému počátečnímu vývoji dokáže významně potlačit plevelné druhy s pomalým počátečním vývojem. Toto tvrzení je v souladu s AULEREM (1998), který uvádí, že se tak děje v důsledku rychlého pokrytí půdy hořčicí a plevelné druhy nemají dostatek slunečního svitu pro svůj vývoj. Razantní vliv měla meziplodina také na mák vlčí (*Papaver rhoeas*) a především na svízel prítulu (*Galium aparine*). Dělo se tak pravděpodobně také z důvodu rychlého vývoje porostu meziplodiny, a tedy vysoké konkurence schopnosti, ale možným důsledkem bylo také alelopatické působení rostlin hořčice, které je pro čeleď brukvovitých (*Brassicaceae*) typické. Glukosinoláty jsou typickými sekundárními metabolity této čeledi a jejich degradace na isothiokyanáty, které jsou biologicky aktivní, má vliv na klíčení semen plevelných druhů (FENWICK a kol., 1983). V meziploidině se však také velmi často vyskytoval výdrol předplodiny ozimé pšenice. V průměru dosahoval četnosti 17,75 rostlin/m². V porovnání s výskytem ostatních plevelů se jedná o vysoké číslo (3 - 5x vyšší), avšak v porovnání se rostlinami meziplodiny byl významně redukován, což uvádí i BRANT a kol. (2008). Na základě

výsledků, lze také prohlásit, že meziplodina měla vliv na druhovou skladbu plevelených druhů se v ní vyskytujících. Oproti předplodině pšenici ozimé, ve které se vyskytovalo 12 plevelných druhů, v porostu meziplodiny se vyskytovalo plevelných druhů 9 a dalším byl zaplevelující výdrol samotné pšenice.

Na druhou stranu i druhy, které jsou pěstovány jako meziplodiny, se samy mohou stát plevele, respektive zaplevelujícími rostlinami. V pokusu byla po konci sledování vegetace ukončena mechanicky, a to mulčováním ve fázi kvetení, což je v souladu s tvrzením FLOHROVÉ (1998), která uvádí, že mulčování meziplodin je nuno provést ve správném termínu, a to před tvorbou semen. Při nedodržení této podmínky hrozí, že hlavní plodina by mohla být zaplevelena námi pěstovanou meziplodinou. Mulčování bylo zvoleno z důvodu lepšího zapravení biomasy do půdy s cílem obohatit půdu o humusotvorný substrát, jak uvádí BRANT a kol. (2008). Pokud je však meziplodina ponechávána jako krycí mulč, je v závislosti na výšce a struktuře porostu vhodnější a účinnější chemická likvidace.

7 ZÁVĚR

Při analýze zaplevelení byly zjištěny plevelné druhy v ozimé pšenici a meziplodině tvořené směsí hořčice bílé (*Sinapis alba*) svazenky vratičolisté (*Phacelia tanacetifolia*).

V ozimé pšenici byly hojně zastoupeny plevele, pro které je výskyt v ozimé pšenici typický. Jednalo se například o mák vlčí (*Papaver rhoeas*), penízecký rolník (*Thlaspi arvense*) nebo úhorník mnohohlávkový (*Descurainia sophia*). Vůbec druhým nejpočetnějším plevelným druhem s výskytem v pšenici byl svízel přítula (*Galium aparine*), který svojí přítomností může výrazně zhoršovat agrotechniku, ale především výnos a kvalitu této polní plodiny.

Výskyt tohoto druhu na stejných pozemcích se již neopakoval v porostu meziplodiny, která byla založena po sklizni pšenice. V porostu meziplodiny se rovněž nevyskytovaly ostatní výše zmíněné druhy typické pro ozimou pšenici. Některé druhy, jako například heřmánkovec nevonný (*Tripleospermum inodorum*), ptačinec prostřední (*Stellaria media*) nebo výdrol řepky ozimé však zaznamenaly stejné hodnoty četnosti výskytu v obou založených porostech. Nelze tedy říci, že na tyto druhy by meziplodina směsi hořčice a svazenky měla redukční vliv.

Tlumivou funkci pak měl porost meziplodiny především na violku rolní (*Viola arvensis*), rozrazil perský (*Veronica persica*) nebo kakost maličký (*Geranium pusillum*).

Z výsledků je tedy patrné, že na některé plevele porost meziplodiny vliv měl a na některé ne. Rovněž měl částečně represivní funkci na výskyt výdrolu předplodiny.

Vzhledem k úzké skladbě pěstovaných plodin však mají v dnešní době meziplodiny své důležité postavení v systému hospodaření na půdě, především pak pokud je hospodaření daného subjektu na půdě pouze v rámci rostlinné výroby. Pokud jsou meziplodiny využívány cíleně mohou dale nabídnout obohacení půdy o organickou hmotu jako zástup za statková hnojiva, omezovat vliv vodní a větrné eroze a ve vhodných případech pomáhat s vodním režimem půdy vlivem jejího pokryvu.

8 POUŽITÁ LITERATURA

ALMEIDA, M, 2011: Wheat: genetics, crops and food production. New York: Nova Science Publishers. ISBN 978-1-61209-307-9.

ALTIERI, M.A., 1988: The impact, uses, and ecological role of weeds in agroecosystems. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 1-8.

AULER, D., 1998: Science-Technology-Society Movement (CTS): modalities, problems and perspectives in its implementation in physics teaching. In: Research Meeting on Teaching of Physics, 6, Summaries, Florianópolis.

BRANT, V. a kol. Meziplodiny. 1. vyd. České Budějovice: Kurent, 2008. 86 s. ISBN 978-80-87111-10-9.

BRANT, V. a kol., 2018: Systémy živého mulče, Praha. Úroda, 7, str 23-29.

BRUST, J., GERHARDS, R., KARANISA, T., RUFF, L, KIPP, A., 2011: Why Undersown and Cover Crops Become Important Again for Weed Suppression in European Cropping Systems Originally published in: Gesunde Pflanzen, Berlin (ISSN: 0367-4223) Vol. 63, Number 4, p. 191-198.

BUHLER, D.D., 1999: Weed population responses to weed control practices. I. Seed bank, weed populations, and crop yields. Weed Scientist, 47, p. 416–422.

BÜCHI, L., WENDLING M., AMOSSÉ C., NECPALOVA M., 2018.: Importance of cover crops in alleviating negative effects of reduced soil tillage and promoting soil fertility in a winter wheat cropping system, Agriculture, Ecosystems & Environment Vol. 256, p. 92-10.

CAVIGELLI, M.A., TEASDALE J.R., SPARGO J.T., 2013: Increasing crop rotation diversity improves agronomic, economic, and environmental performance of organic

grain cropping systems at the USDA. *Crop Management Journal*, 12 (1), Plant Management Network, Madison, WI, 10.1094/CM-2013-0429-02-PS.

DAHLMANN, C., FRAGSTEIN, N. P., 2006: Influence of different seed rates, sowing techniques and N supply on grain yield and quality parameters in intercropping systems, In: *Proceeding of the European: Join Organic Congress, Denmark*, p. 256 – 257.

DE BEATS, POESEN J., MEERSMANS J., SERLET L. (2011). Cover crops and their erosion-reducing effects during concentrated flow erosion. *Catena* 85 (3), p. 237–244

DEYL M., 1964: *Plevele polí a zahrad*. 2. vyd. Praha: Československá akademie věd, 387 s.

DJUMALIEBA D., VASSILEV A., 1993: *Cropping Systems in Intensive Agriculture. Bulgaria*. *Bulgarian agriculture*, 15, p. 16-32.

DORN B., STADLER M., HEIJDEN M., STREIT B., 2013: Regulation of cover crops and weeds using a roll-chopper for herbicide reduction in no-tillage winter wheat *Soil and Tillage Research*, Vol. 134, p. 121-132.

DVOŘÁK J., SMUTNÝ V., 2003: *Herbologie: integrovaná ochrana proti polním plevelům*. 1. vydání Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN 80-7157-732-4.

DVOŘÁK J., SMUTNÝ V., 2008: *Herbologie: integrovaná ochrana proti polním plevelům*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 184 s, ISBN 978-80-7157-732-4.

FAO, 2013: *Panel of eminent experts on ethics in food and agriculture, Consideration on the fourth session, 2013*, Rome, 25 p.

FENWICK, G.R., HEANEY R.K., MULLIN W.J., 1983: Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 18(2), p. 123-201.

FREYER B., 2003: Fruchtfolgen. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, 224 s., ISBN 9783800135769.

FLOHROVÁ, A., 1998: Význam meziplodin v systému hospodaření na půdě, ÚZPI, Praha, Studijní informace – rostlinná výroba, 40 s., ISBN 80-8615.

GRESSEL, J., 1992: The needs for new herbicide-resistant crops. Achievements and Developments in Combating Pesticide Resistance. Elsevier, London. p. 283-294.

HAMMER, K., GLADIS T., DIEDERICHSEN A., 1997: Weeds as genetic resources. Plant Genetic Resources Newsletter, p. 33-39.

HARTWIG, N. L, AMMON H. U. (2002). Cover crops and living mulches. Weed Science 50 (6), p. 688–699.

HLAVÁČEK, M., DOUCHA, T., FIALKA, J., BEČVÁŘOVÁ, V., ČECHURA, L., ECK, V., SEKÁČ, P., BENEŠ ŠPALKOVÁ, J., JÍLEK, P., KREUTZER, T., 2012: Strategie pro růst – české zemědělství a potravinářství v rámci společné zemědělské politiky EU po roce 2013, MZe, Praha, 70 s.

HOFFMAN M.L., WESTON L.A., SNYDER J.C., REGNIER E.E, 1996.: Allelopathic influence of germinating seeds and seedlings of cover crops on weed species. Weed Science, 44, p. 579-584 ISSN: 0043-1745.

HOOKE, K., COXON C., HACKETT C., KIRWAN L., O'KEEFFE E., RICHARDS K., 2008: Evaluation of cover crop and reduced cultivation for reducing nitrate leaching in Ireland. Journal of Environmental Quality 37 (1), p. 138–145.

HRON F., 1953: Polní plevelé a jejich hubení. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 29 s.

HUMPÁLOVÁ – BLECHTOVÁ, A., 1998: Význam a možnosti využití zeleného

hnojení v zemědělské praxi, studijní informace, ÚZPI, Praha, 34 s., ISBN 80-86153-97-5.

CHOVANCOVÁ S., NEUGSCHWANDTNER R. W., EBRAHIMI E., KAUL H.P., 2015: Effects of aqueous above-ground biomass extracts of cover crops on germination and seedlings of maize. International Conference on Agricultural, Ecological and Medical Sciences (AEMS-2014), Bali (Indonesia).

ILNICKY R., 1992: Subterranean clover living mulch: an alternative method of weed control. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40 (1-4). p. 249–264.

JAVŮREK, M., MIKANOVA, O., VACH, M., ŠIMON, T., 2010: Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti, VÚRV, Praha, 27 s., ISBN 978-80-7427-051-2.

JURSÍK, M., 2011: Plevel: biologie a regulace. České Budějovice: Kurent., 232 s. ISBN 978-80-87111-27-7.

KANAMPIU, F.K., FRIESEN D., GRESSEL J., 2001: Imazapyr and pyriithiobac movement in soil and from maize seed coats controls *Striga* while allowing legume intercropping. *Crop Protection*, 21:61 1-61 9.

KAHNT, G., 1980: Gründung. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 146 s. ISBN 3769003276.

KÄNKÄNEN, H, ERIKSSON C. (2007). Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. *European Journal of Agronomy* 27 (1), p. 25–34.

KREJČÍŘ, J., 1993: Obecná produkce rostlinná. 218 s Vysoká škola zemědělská v Brně, ISBN 80-7157-069-9.

KŘEN, J., 2002: Hodnocení trvalé udržitelnosti systémů rostlinné produkce. In: „Racionální rostlinná produkce a precizní zemědělství“, Sborník příspěvků odborného semináře, AZ MZLU Brno, s. 39-4.

KŘEN, J., VALTÝNIOVÁ S., 2008: Czech Agriculture in the period of transformation. *Acta Agrophysica*, 11(1), 101-116, ISSN 1234-4125.

KOSTELANSKÝ, F. et al. *Obecná produkce rostlinná*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2000, 1. vydání, 212 s. ISBN 80-7157-245-4.

KUBÁT, K.; HROUDA, L.; CHRTEK, J. jun.; KAPLAN, Z.; KIRSCHNER, J. ŠTĚPÁNEK, J. [eds.] 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia. Praha. 928 s. ISBN 80-200-0836-5.

KÜHN, F., 1974: Klíčící polní plevely. *Acta univ. Agric. (Brno), fac. agron.*, XXII, č. 2, s. 289-312.

KVĚCH, O. a kol., 1985: *Osevní postupy*. SZN, Praha, 324 s.

LACEY, L.A., FRUTOS R., KAYA H.K., VAIL P., 2001: Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future? *Biological Control*, 21. p. 230-248.

LEIGHTY, C.E., 1938: Crop Rotation in Soils and Men. *U.S.D.A Yearbook of Agriculture*. p. 406-430.

LEVY, W., RADL V., RUTH B., SCHMID M., MUNCH J., SCHROLL R., 2007: Harsh summer conditions caused structural and specific functional changes of microbial communities in an arable soil. *European Journal of Soil Science* 58 (3), p. 736–745.

LIEBMAN, M., DYCK E., 1993: Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications* 3. p. 92-122.

LIEBMAN, M., 2004: Ecological management of agricultural weeds. Cambridge University Press: ISBN 0-521-56068-3.

MIKULKA, J., CHODOVÁ D., 2000: Změny druhového spektra plevelů v České republice, „Sborník referátů z XV. České a Slovenské konference o ochraně rostlin“, Brno, s. 287-288.

MOHLER, C.L., 2001: Adaptability of plants invading North America cropland, Agriculture. Ecosystems and Environment, p. 379-398, Cornell University, USA.

MÜLLER-SCHÄRER, H., SCHEEPENS P.C., GREAVES M.P., 2000: Biological control of weeds in European crops: recent achievements and future work. Weed Research 40, p. 83-93.

NEUDERT, L., HABERLE, J., JAVŮREK, M., PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKOVÁ, B., SUŠKEVIČ, M., 2004: Pěstování mezplodin v různých půdně – klimatických podmínkách ČR. Praha: ÚZPI, 35 s. ISBN 80-7271-157-1.

PROCHÁZKOVÁ, B., a kol., 2011: Význam a možnosti optimalizace struktura a střídání plodin v systémech hospodaření na půdě, uplatněná certifikovaná metodika, Mendelu, Brno, 46 s., ISBN 978-80-7375-525-6.

PEOPLES, M. B., BROCKWELL J., HERRIDGE D. F., ROCHESTER I. J., ALVES B. J. R., URQUIAGA S., BODDEY R. M., DAKORA F. D., BHATTARAI S., MASKEY S. L., SAMPET C., RERKASEM B., KHAN D. F., HAUGGAARDNIELSON H., JENSEN E. S., 2009: The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems, In: Symbiosis, 48, s. 1-17.

PETCU, G.H., IONIȚĂ S., 1998: Influence of crop rotation on weed infestation, Fusarium spp. attack, yield and quality of winter wheat. Romanian Agricultural Research, 9-10. p. 83-87.

PETR, J., HÚSKA J., 1997: Speciální produkce rostlinná. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-0152-X.

PETR J, 2016: Záhada jménem alelopatie, Úroda, 2, str. 16-18

PETŘÍČKOVÁ, N., MÁLEK J., 2000: Obecná produkce rostlinná. s. 9-70. In: KOSTELANSKÝ, F. (ed.) Obecná produkce rostlinná. MZLU, Brno: 212 s., ISBN 80-7157-245.

PYŠEK, P., TICHÝ, L. 2001: Rostlinné invaze. Vyd. 1. Brno: Rezekvítek, 2001. 40 s. ISBN 80-902954-4-4.

QUAMMEN, D., 1998: Planet of weeds: Tallying the losses of earth's animals and plants. New York. p. 57–69.

REJMÁNEK, M., RICHARDSON D., M., 1996: „What attributes make some plant 145 species more invasive?” Ecology, 72(6): 1655-1661, Eco Soc America.

ROSOLEM, C.A., FOLONI J.S.S., TIRITAN C.S. (2002). Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. Soil Till. Vol. 65(1). p. 109-115.

SALISBURY, E., 1961: Weeds & Aliens. London. 384 p., ISBN: 9788293104162.

SMITH, R. G., GROSS K., ROBERTSON G. P. (2008). Effects of crop diversity on agroecosystem function: crop yield response. Ecosystems 11 (3), p. 355–366.

ŠARAPATKA, B., a kol., 2010: Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření. Olomouc: Bioinstitut, 440 s. ISBN 978-80-87371-10-7.

TEETES, G. and PENDLETON B.B., 1999: Insect pests of Sorghum: cultural management methods. Department of Entomology. Texas: A&M University.

TER BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER P., 2012: Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0). Microcomputer Power, Ithaca.

VACH, M., HABERLE, J., JAVŮREK, M., PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKOVÁ, B., SUŠKEVIČ, M., NEUDERT, L., 2005: Pěstování meziplodin v různých půdně – klimatických podmínkách ČR. Praha: ÚZPI, 35 s. ISBN 80-7271-157-1.

VACH, M., HERMUTH, J., 2007: Význam strniskových meziplodin ve struktuře rostlinné výroby, In: Nové agro, 0 (1), 68-70 s.

VACH, M., JAVŮREK, M., 2008: Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska, metodika pro praxi, VŮRV, Praha, 20 s., ISBN 978-80-87011-58-4.

VACH, M., HABERLE, J., PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKOVÁ, B., HERMUTH, J., KVĚTOŇ, V., KÁŠ, M., JAVŮREK, M., SVOBODA, P., DVOŘÁČEK, V., 2009: Pěstování strniskových meziplodin, metodika pro praxi, VÚSV, Praha, 34 s., ISBN 978-80-7427-009-3.

VRKOČ, F., 1996: Ke struktuře RV v marginálních oblastech. Úroda, č. 4, s.9-10.

VRKOČ, F., 2001, Ke střídání plodin a jejich pěstování po sobě. Úroda, č.11, s. 8.

ZIMDAHL, R., L., 1999: Fundamentals of Weed Science, 2nd edn. Academic Press, London: UK. 148 s.

ZIMOLKA, J., 2005: Speciální produkce rostlinná - rostlinná výroba: (polní a zahradní plodiny, základy pícninářství). Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-451-1.

Internetové zdroje:

AGROW, 2003: Agrow reports, [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://agrow-net.net/agrow/>

BASF 2019: Lebeda rozkladitá [online]. [cit. 2019-04-20] Dostupné z: https://www.agro.basf.cz/cs/Doporuceni/atlas-chorob-plevelu-a-skudcu/Pest-detail_11334.html

ČSÚ, 2013: Soupis ploch osevů v roce 2013 [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-ploch-osevu-2013-ichf6camaf>

ČSÚ, 2018: Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin v roce 2018 [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2018>

ČSÚ, 2018: Osevní plochy pro rok 2018 [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf;jsessionid=ZtjntuLnjRABB59tXP3leLlhmYdwgedm7dlpd_7a1eVL9xQSFsDP!542359333?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02A&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02A&evo=v527 ! ZEM02A-2018_1

ČSÚ, 2019: Plochy ozimých plodin pro sklizeň v roce 2019 [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/osevni-plochy-ozimych-plodin-pro-sklizen-v-roce-2019->

EVROPSKÁ KOMISE, 2019, Zemědělství a rozvoj venkova: Odvětví trhu: Obiloviny. https://ec.europa.eu/agriculture/index_cs [online]. Brusel: Evropská komise [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/cereals/balance-sheets/cereals/2017-2018_en.pdf

INTERSUCHO, 2019: Data sucho v roce 2019, [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/?map=3&from=2019-02-25&to=2019-03-25&t=2019-03-21>

INTERSCUHO, 2019: Zemědělství a sucho v roce 2019, [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z:

https://www.intersucho.cz/userfiles/file/2019_04_RAK_PA_zpravodaj_1_2019_brezen_web_ZZ-pages-22-23.pdf

ÚKZÚZ, 2016: Data z monitoringu zaplevelení pro rok 2015, [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z http://eagri.cz/public/web/file/494877/2015_plevele.pdf

WINKLER, J., NEISCHL, A., SMUTNÝ, V., 2016: Plevelé v jarním ječmeni a způsoby jeho pěstování. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/plevele-v-jarnim-jecmeni-a-zpusoby-jeho-pestovani>

9 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Tabulky:

Tabulka č. 1: Úhrny srážek v letech 2015 až 2017 v mm (resp. l/m²)

Tabulka č. 2: Úhrny srážek v roce 2018 v mm (resp. l/m²)

Tabulka č. 3: Průměrný počet jedinců daného druhu na 1 m² v daném porostu

Obrázky:

Obrázek č. 2 - Ordinační diagram vyjadřující vztah výskytu druhů v hlavní plodině a meziplodině (výsledky analýzy RDA; pseudo F = 26,4; p = 0,001)

10 PŘÍLOHY

10.1 Seznam příloh

Obrázek č. 1: Graf průměrného počtu plevelných jedinců na 1 m² ve sledovaných porostech

Obrázek č. 2: Graf průměrného počtu plevelných jedinců na 1 m² v ozimé pšenici

Obrázek č. 3: Graf průměrného počtu plevelných jedinců na 1 m² v meziplodině

Obrázek č. 4: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Stellaria media*

Obrázek č. 5: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Tripleospermum inodorum*

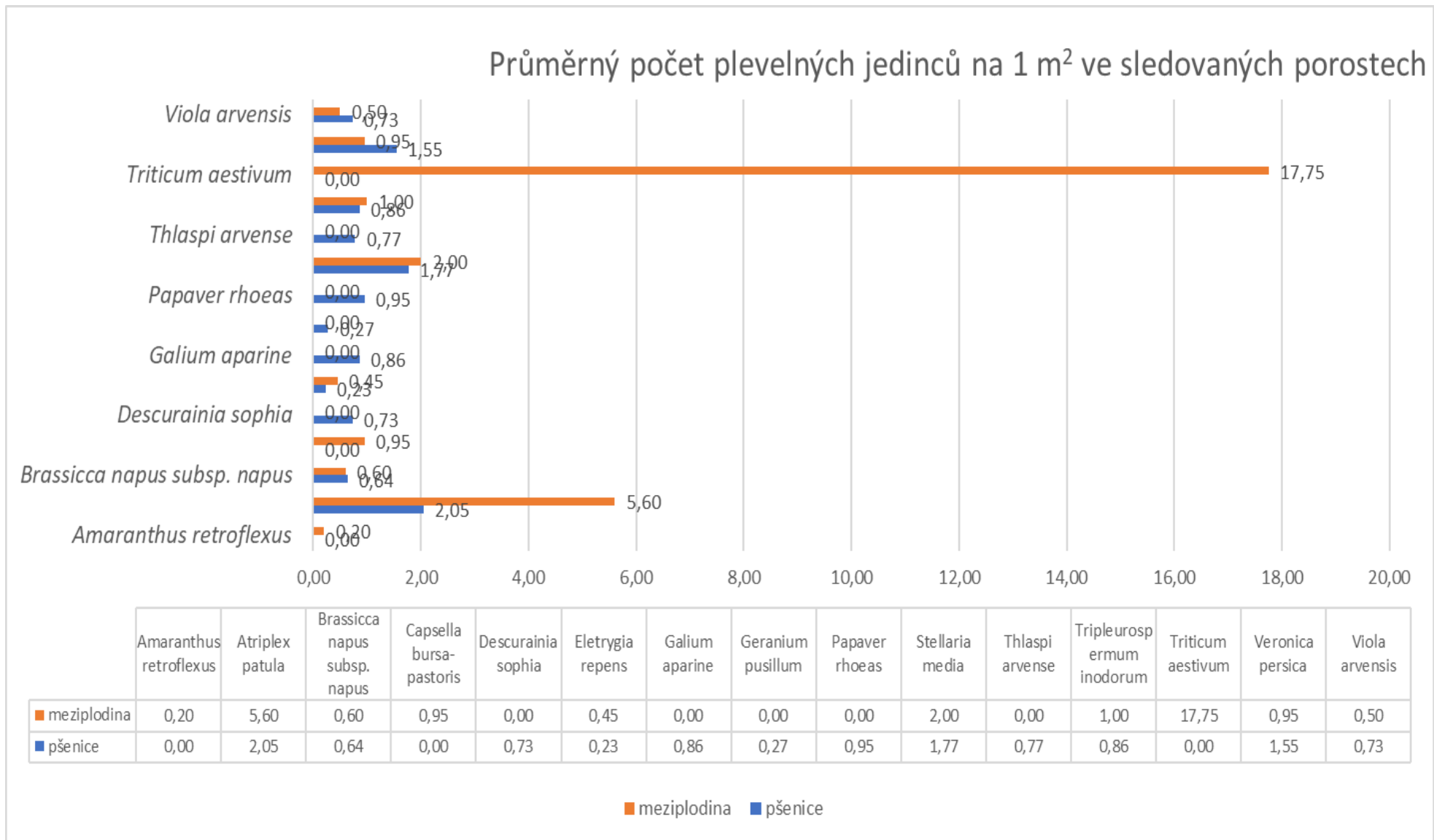
Obrázek č. 6: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Brassica napus napus*

Obrázek č. 7: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Atriplex patula*

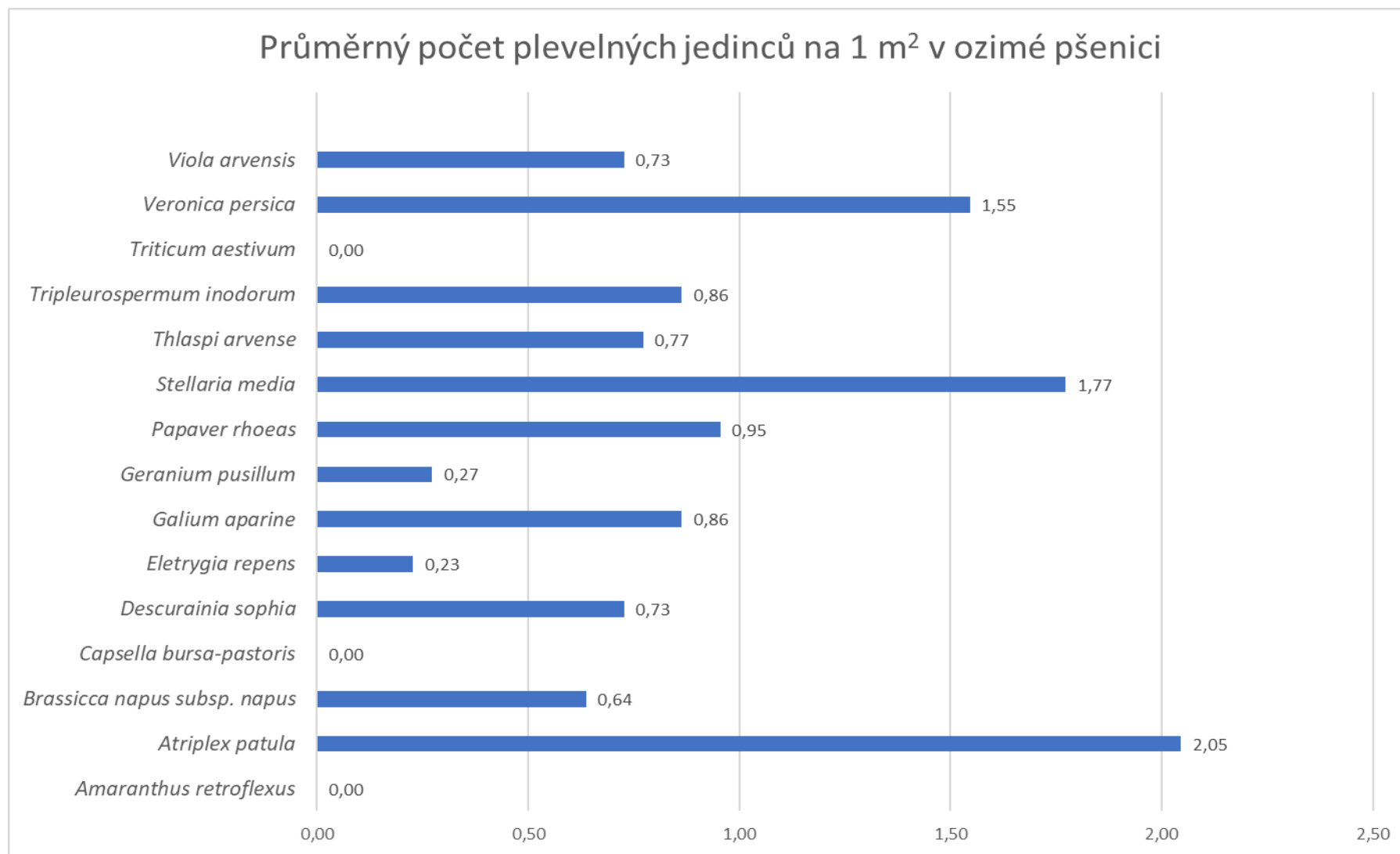
Obrázek č. 8: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Eletrygia repens*

Obrázek č. 9: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Viola arvensis*

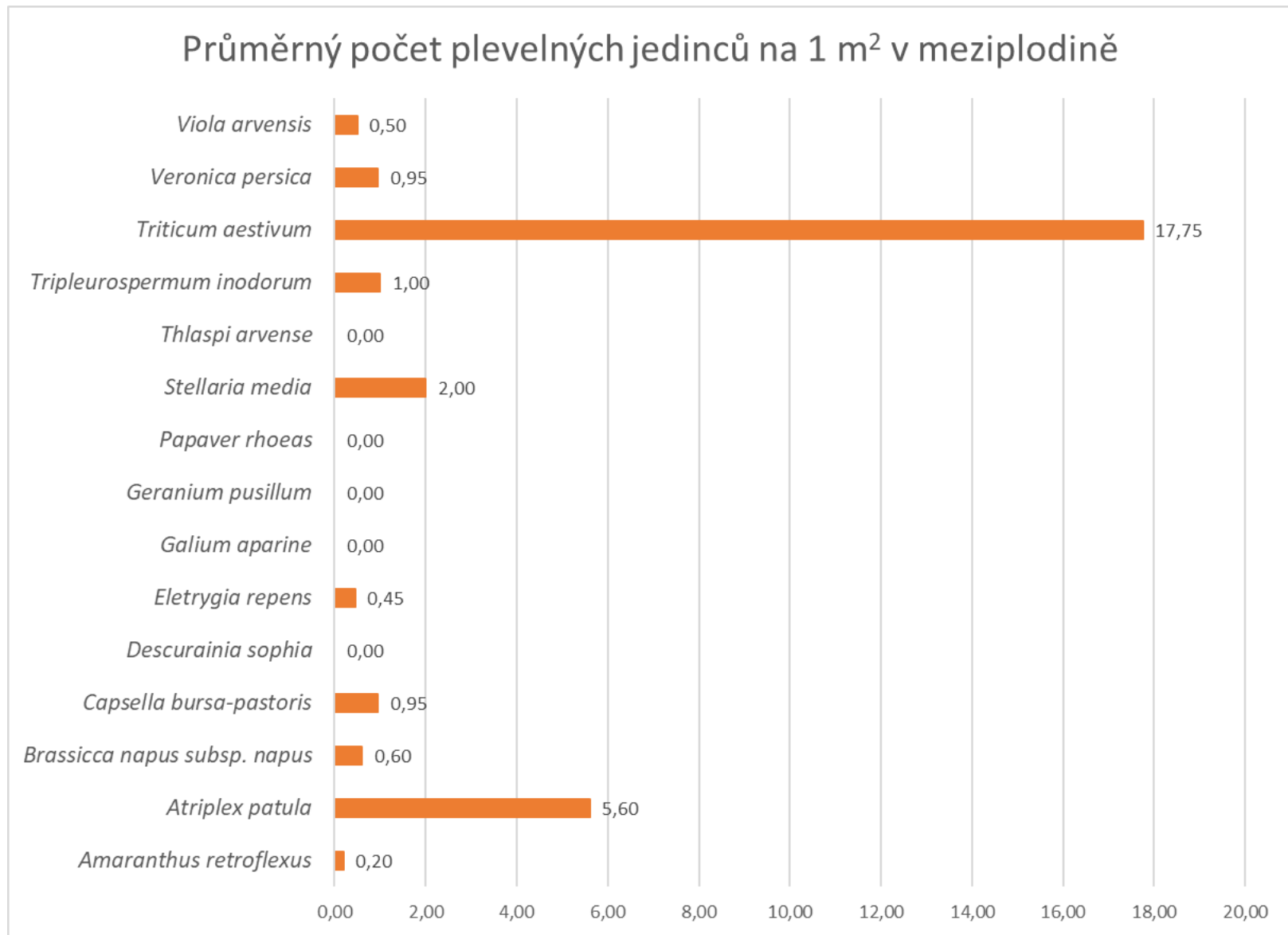
Obrázek č. 10: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Veronica persica*



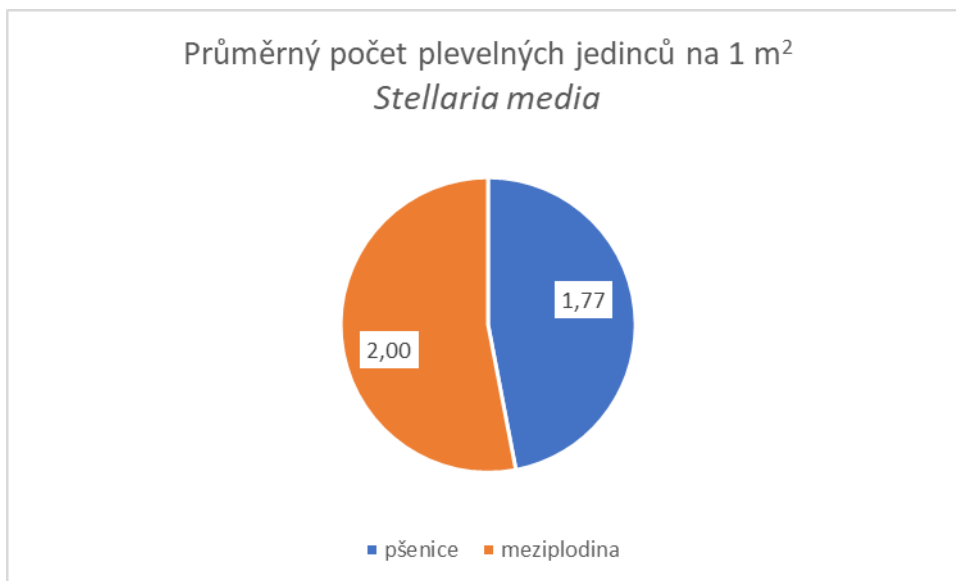
Obrázek č. 1: Graf průměrného počtu plevelných jedinců na 1 m² ve sledovaných porostech



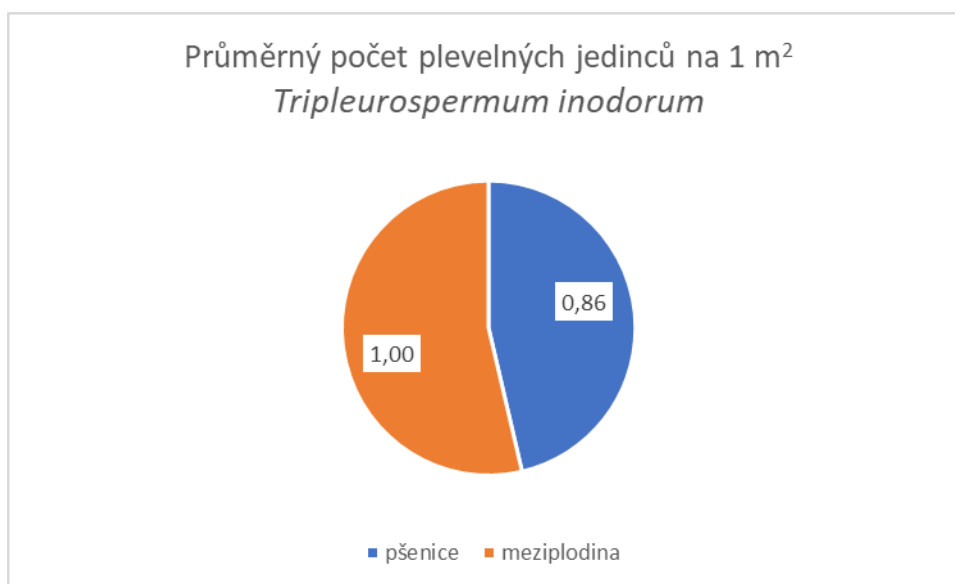
Obrázek č. 2: Graf průměrného počtu plevelných jedinců na 1 m² v ozimé pšenici



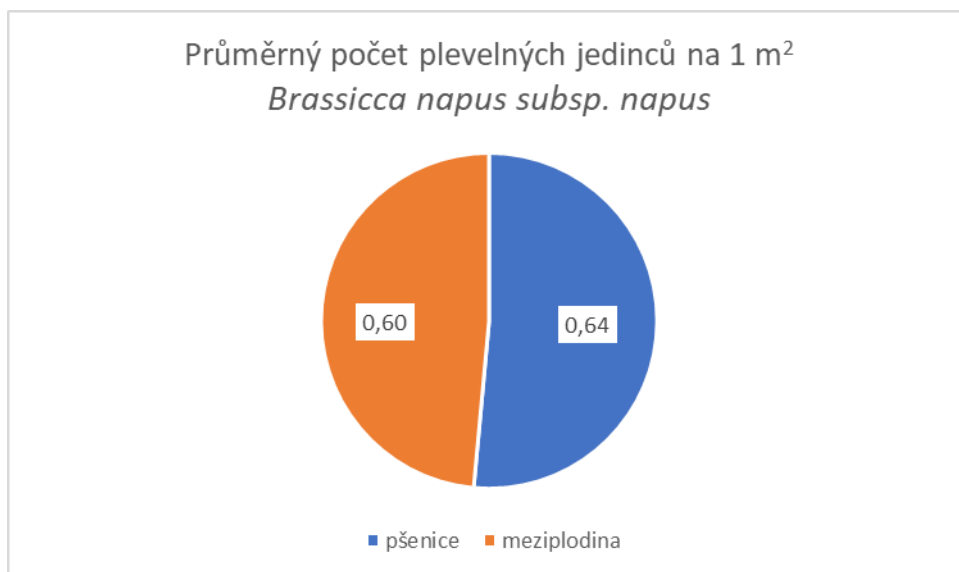
Obrázek č. 3: Graf průměrného počtu plevelných jedinců na 1 m² v meziplodině



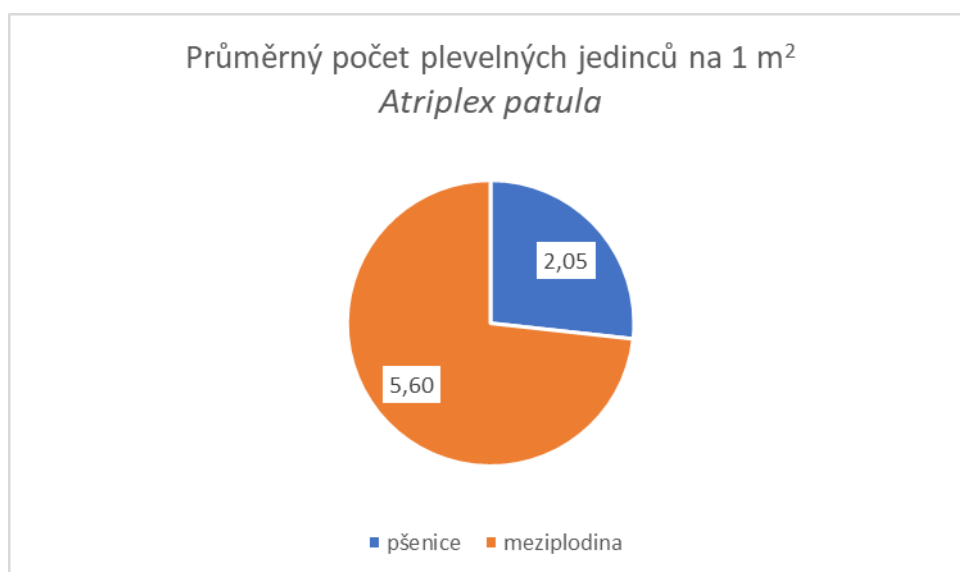
Obrázek č. 4: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Stellaria media*



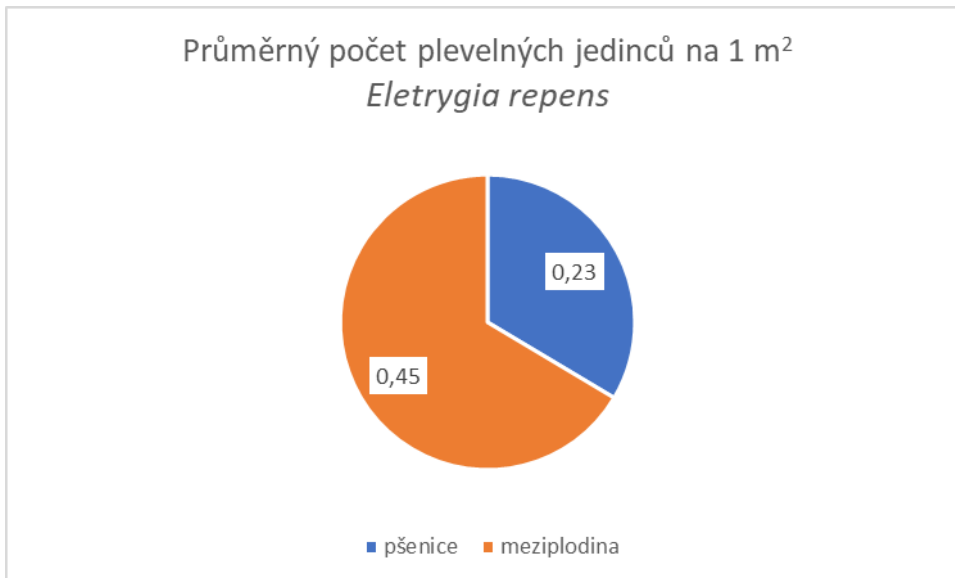
Obrázek č. 5: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Tripleospermum inodorum*



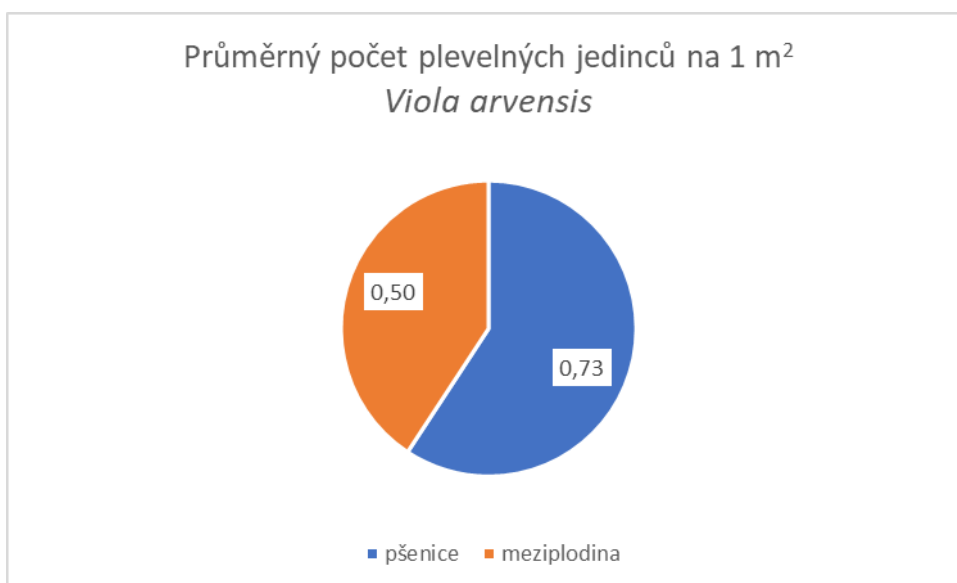
Obrázek č. 6: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Brassica napus napus*



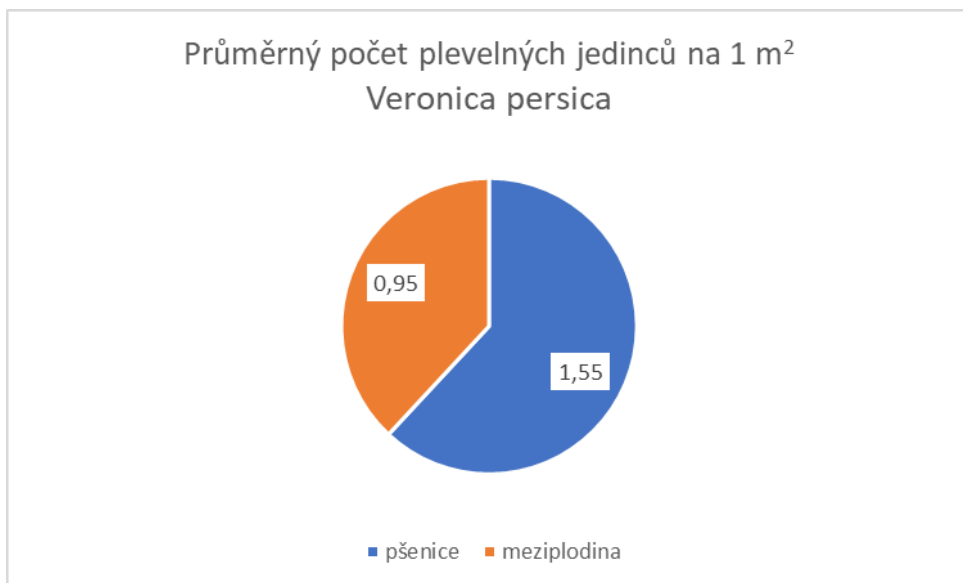
Obrázek č. 7: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Atriplex patula*



Obrázek č. 8: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Eletrygia repens*



Obrázek č. 9: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Viola arvensis*



Obrázek č. 10: Graf průměrného počtu jedinců na 1 m² druhu *Veronica persica*