

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav biologie rostlin



Plevele ozimé pšenice a střídání plodin

Bakalářská práce

Vedoucí:

Ing. Jan Winkler, Ph.D.

Vypracoval:

Pavel Kosík

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci plevelu ozimé pšenice a střídání plodin 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 ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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:.....

.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí bakalářské práce za odborné vedení Ing. Janu Winklerovi Ph.D. za poskytování rad a připomínek při zpracování práce a dále bych chtěl poděkovat pracovníkům pokusné stanice v Ivanovicích na Hané za pomoc a vedení polních pokusů.

ABSTRAKT

Plevele ozimé pšenice a střídání plodin

Cílem této práce je vyhodnotit vliv střídání plodin na zaplevelení pšenice ozimé. Měření zaplevelení bylo prováděno na polní pokusné stanici v Žabčicích patřící Mendelově univerzitě. Byla použita početní metoda, počet jedinců byl zjišťován na ploše 1 m². Hodnocení probíhalo v průběhu let 2015-2016. Statistické zpracování a vyhodnocení počtu jedinců všech druhů v porostech ozimé pšenice bylo použito počítačového programu Statistica.Cz. Ke zjištění vlivu sledovaných faktorů na jednotlivé druhy plevelů, které se vyskytovaly na polních pokusech, byly použity mnohorozměrné analýzy ekologických dat segmentovou analýzou DCA (*Detrended Correspondence Analysis*). Dále byly použity redundanční a kanonickou korespondeční analýzou (*Canonical Correspondence Analysis, CCA*).

Závěrem lze konstatovat, že střídání plodin výrazným způsobem ovlivňuje zaplevelení a může přispět k omezení zaplevelení.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Pšenice ozimá, plevele, zaplevelení, oseední postup, zpracování půdy, obilniny

ABSTRACT

The effect of crop rotation on actual weed infestation

The aim of the thesis is to evaluate crop rotation on winter wheat weed infestation. Observations were performed at the field trial Žabčice (department of Mendel University Brno) experimental sites. For year experiment (2015-2016) we used the arithmetic method and Statistica.CZ software for the statistical processing and evaluation of the individual plants and species. To determine the impact of followed factors on individual weed species, the detrended correspondence analysis (DCA) with redundand and canonical correspondence analysis, (CCA) were applied.

The crop rotation greatly affects weed infestation and has a potential to reduce weed infestation in crops.

KEY WORDS

Winter wheat, weeds, inciting, crop rotation, soil processing, cereals

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce.....	10
3	Literární přehled	11
3.1	Definice plevele	11
3.2	Evoluce struktury rostlinných společenstev.....	12
3.2.1	Diverzita plodin a plevelů.....	12
3.3	Škodlivost plevelů.....	13
3.3.1	Přímá škodlivost	13
3.3.2	Nepřímá škodlivost	14
3.3.3	Ekonomický dopad zaplevelení	15
3.4	Rozmnožování a šíření plevelů	16
3.4.1	Šíření semen.....	16
3.4.2	Klíčivost a dormance plevelů	18
3.4.3	Monitoring zaplevelení	19
3.5	Střídání plodin.....	21
3.5.1	Význam osevních postupů v agroekosystém	22
3.5.2	Zásady střídání plodin.....	22
3.5.3	Struktura plodin v ČR.....	23
3.5.4	Vliv střídání plodin na rostlinnou produkci.....	24
3.5.5	Maximalizace výnosového potenciálu a omezení rizik	28
4	Metodika	29
4.1	Metodika statistického zpracování.....	30
4.2	Statistické zpracování výsledku	31
5	Výsledky	32

6	Diskuze	36
7	Závěr	38
8	Použitá literatura	39
8.1	Seznam tabulek	43
8.2	Seznam obrázků	44
9	Přílohy.....	45

1 ÚVOD

Střídáním plodin rozumíme plánovaný sled plodin pěstovaných na jednom pozemku v různých letech. Přestože se jedná o plánované pěstování plodin, zároveň se také jedná o dynamický systém, kdy se pěstitelé rozhodují na základě environmentálních vlivů, tlaku patogenu a vlivu komoditního trhu. Střídání plodin poskytuje základ pro dlouhodobou kontrolu zaplevelení. Úspěch střídání plodin při potlačování zaplevelení je založen na volbě sledu kulturních plodin, které poskytují konkurenceschopné zdroje a vytvářejí nehostinné prostředí pro určité druhy plevelů (Liebman and Dyck, 1993)

Střídání plodin má vliv na snížení použití herbicidů. Pěstitelé spolupracující v projektu Pesticide Free Production popisují střídání plodin jako jedno z nejdůležitějších opatření pro pěstování plodin bez využití pesticidů (Nazarko et al., 2003).

Současná rostlinná produkce v České republice je charakteristická úzkou skladbou plodin. Struktura pěstovaných plodin je ovlivněna jak vhodností půdně-klimatických podmínek pro pěstování jednotlivých druhů plodin, tak stále více podmínkami trhu. Výběr plodin a jejich vhodné střídání v rámci sledu plodin je jedním z nejučelnějších agrotechnických opatření. Správné střídání plodin nezvyšuje náklady na produkci, ale naopak zvyšuje produkci, a to optimálním využitím přírodních podmínek (Procházková, 2011).

Osevní postup hraje důležitou roli v udržení produktivity pěstování plodin a v udržení zdravé půdy v širokém spektru pěstebních systémů. Je důležitý jak pro udržení výnosů, tak pro kontrolu zaplevelení, chorob a škůdců. V současné době jsou nastaveny zjednodušené modely střídání plodin, nicméně je možné zařadit do osevních postupů nové druhy tržních plodin pro nepotravinářské účely. Vzdávající biodiverzita tak zvyšuje odolnost zemědělských systémů vzhledem ke klimatickým změnám.

2 CÍL PRÁCE

Bakalářská práce byla zaměřena na vyhodnocení vlivu struktury plodin na zaplevelení ozimé pšenice. Vyšší podíl obilnin ve struktuře plodin vytváří nové podmínky pro plevele. Reakce na tyto podmínky se mohou projevit ve druhovém spektru plevelů a také v intenzitě zaplevelení. Vedle střídání plodin na plevele působí také technologie zpracování půdy.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Definice plevele

Definovat plevel je jedním z nejkompexnějších a nejpoutavějších problémů zemědělství. Etymologicky plevel znamená rostlinu rostoucí na místě, kde není žádaná, nebo jež narušuje růst kulturních rostlin. Harper (1960), Salisbury (1961) definovali plevele jako rostliny rostoucí tam, kde nejsou žádané.

Harlan a deWet (1965), King (1966) a Zimdahl (1999) se pokusili kompilovat různé definice plevele. Většina z nich plevele definují jako rostliny objektivně nežádané interferující s aktivitami člověka a kultivovaných plodin. Mnoho ekologů se rovněž pokusilo definovat plevele z různých úhlu pohledu.

Pritchard (1960) označil plevele jako příležitostné druhy, které narušují prostředí člověka. Rejmánek (1996) popsal plevel jako úspěšného predátora nacházejícího místo v prostoru mezi druhem kulturní rostliny.

Dle Crawleyho (1997) je plevel problémová rostlina, jejíž počet jedinců je víc než jen specifický problém.

Význam plevelných rostlin v agrosystémech a jiných ekosystémech byl vyzdvižen řadou vědců (King, 1966, Crafts a Robbins, 1973, Shaw, 1988, Zimdahl, 1999, Liebman, Mohler a Staver, 2001). Význam je většinou negativní, avšak některé zprávy z Indie, Mexika a dalších částí světa poukazují na možnost využití plevelných rostlin jako zdroje potravin, krmiv, vláken a účinných látek v medicíně (Altieri 1988, Liebman 2001).

Plevele představuje pouze 0,1 % výměry globálních ploch kulturních plodin, avšak představují mnohem větší ekonomické ztráty. Zimdahl (1999) rozdělil způsobené škody do devíti kategorií: plevel jako kompetitor s kulturní plodinou, vliv na růst nákladů na produkci, snížení kvality produkce, vliv na zvýšení nákladů na zpracování sklizně, problémy s vodními zdroji, ohrožují zdraví člověka, snižují hodnotu půdy, omezují volbu plodiny a snižují estetickou hodnotu krajiny.

3.2 Evoluce struktury rostlinných společenstev

V současné době je globální a regionální růst diversity plevelů zastíňován sníženou diverzitou plevelů v rámci zemědělských podniků, to je výsledek vysoké specializace jen na určité plodiny. Plevelé jsou vysoce adaptabilní, dokladem toho jsou lokálně diferencované varianty. Rostoucím problémem je herbicidní rezistence plevelů, která indikuje, že jsou schopny se adaptovat na různé způsoby ochrany proti zaplevelení. V principu se plevelé dokáží přizpůsobit i ekologickým způsobům ochrany. Nicméně adaptace na ekologická opatření je méně závažná než ta na herbicidní opatření (Mohler, 2004).

3.2.1 Diverzita plodin a plevelů

Velmi pravděpodobně diverzifikace osevních systémů může zvyšovat, či snižovat diverzitu plevelných společenstev. Pokud střídání plodin představuje významný problém pro určitý druh, mohou tyto druhy vymizet z obdělávaných polí. Naopak, pokud diverzifikace osevního cyklu nabídne příležitost pro nové plevelné druhy, či usnadní invazi (např. osivo krmných plodin s příměsí plevelných druhů), pak dochází k růstu druhové diverzity plevelů. Bez ohledu na zastoupení plevelných druhů v současnosti, jejich přizpůsobivost zdrojům vzroste s růstem diverzity střídaných plodin. Neměnné zastoupení plodin vyhovuje jen malému počtu adaptovaných druhů plevelů, kde pak diverzifikace osevního postupu bude vyhovovat pouze některým plevelům a jen v určitých letech, tudíž vysoké počty různých druhů budou mít tendenci se snižovat. (Liebman, Mohler a Staver 2004).

Liebman a Dyck (1993) uvedli několik studií, kde dominance jednoho plevelného druhu je vyvolána opakovaným pěstováním plodiny po sobě, ale ne už při systému střídání plodin. Pokud se civilizace radikálně nezmění, mnoho rostlinných druhů, které buďto nejsou domestikovány, nebo jsou považovány za plevelné, bude vystaveno snižování svých populací, tak jak jsou jejich přirozená místa výskytu přeměňována pro zemědělské a urbanistické účely. Mnoho z těchto druhů je pravděpodobně odsouzeno k vyhynutí (Quammen, 1998).

3.3 Škodlivost plevelů

Škodlivost plevelů je mnohostranná, i když intenzita škodlivosti je odvozená od specifické vlastnosti druhu. Polní plevele jsou ve srovnání s druhy botanicky příbuznými (např. merlík bílý a cukrovka, pýr plazivý a pšenice) mnohem skromnější, houževnatější i odolnější a dovedou za daných podmínek vytěžit co nejvíce na úkor pěstovaných rostlin (Krejčíř, 1993). Škodlivost můžeme rozlišovat do dvou směrů, na škodlivost přímou a škodlivost nepřímou.

3.3.1 Přímá škodlivost

Přímá škodlivost, tedy přímý vliv plevelů na plodiny, je důsledkem jejich konkurence. Přítomnost plevelů na stanovišti se projevuje v konkurenci ve spotřebě vegetačních činitelů (voda, živiny, prostor aj.). Plevelé tím odebírají z půdy vláhu a přednostně živiny, často v několikanásobně větším množství než kulturní plodiny (Hron, 1953).

Nejnebezpečnější plevele jsou nejlépe vybaveny konkurenčními schopnostmi. Mají mohutný kořenový systém, kterým lépe získávají živiny a vodu z půdy než plodiny. Proto snadněji vzdorují suchu a vytvoří značné reprodukce schopné jedince i v méně příznivých podmínkách (např. při nedostatku vody). Mnohé druhy plevelů mají schopnost odolávat nepříznivým podmínkám, jako je mráz, zamokření atd. S těmito vlastnostmi se konkurenčně zdatné druhy silně množí, takže bývají nejškodlivější a nejpočetnější. S tímto úzce souvisí i druhová rozmanitost, která se snižuje kvůli silnějším a odolnějším druhům, které potlačují nejen plodiny, ale i slabší plevele. Není to však jediná příčina snížení diverzity (Dvořák a Smutný, 2008).

Jednou z konkurenčních možností plevelů je vypouštění látek kořenovými výměšky, tzv. alelopatie. Druhy jako pýry nebo svízele těmito látkami omezují růst plodin a ovlivňují tím nepravidelné dozrávání porostu (Jursík et al., 2011). Některé druhy plevelů odčerpávají látky přímo z hostitelských rostlin, způsobují to především parazitující nebo poloparazitující druhy, např. kokotice jetelová (*Cuscuta trifolii*). Nejčastěji jsou těmito druhy napadány jeteloviny, zelenina a okrasné rostliny (Jursík et al., 2011).

Polní plevele také zhoršují kvalitu produktu, tj. sklizeného osiva či píce. Zelené části plevelů zachycené ve sklízecích mlátičkách průkazně zvyšují vlhkost zrna obilí i olejin, přičemž vzrůstají náklady na čištění a dosoušení. V osivech jsou příměsi semen plevelů nežádoucí, zvláště těch, které se obtížně odstraňují. Normy určují, které druhy

plevelů se mohou vyskytovat a v jakém množství. V dnešní době zásluhou zdokonalenějšího čištění zrnin je toto nebezpečí minimalizováno (Dvořák a Smutný, 2008).

Jursík et al. (2011) také uvádí, že některé plevele způsobují alergie (pylové nebo kožní). Pylové alergie se projevují po kontaktu pylových zrn některých druhů rostlin se sliznicemi, vzácněji s pokožkou. Tato reakce způsobuje sennou rýmu nebo alergické průduškové astma. Alergie pylové způsobují druhy jako pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), merlík bílý (*Chenopodium album*), šťovík kadeřavý (*Rumex crispus*), trávy aj. Kožní alergie způsobují plevele např. bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), kopřivy aj. (Dvořák a Smutný, 2008).

Medonosné plevele mohou konkurovat při opylování ovocných dřevin, jsou to plevele jako např. hluchavka nachová (*Lamium purpureum*), pampeliška lékařská (*Taraxacum sect. Ruderalia*), rozrazil břechťanolistý (*Veronica hederifolia*). Druhy jako mrkev obecná (*Daucus carota*) nebo slunečnice roční (*Helianthus annuus*) ovlivňují kvalitu a stálost odrůdových znaků u osiv. Jako příklad přímé škodlivosti plevelů v porostech cukrovky a některých zelenin uvádí Jursík et al. (2011), že v případě silného zaplevelení může být výnos tržního produktu roven nule.

Dvořák a Smutný (2008) uvádí, že při sklizni zrnin se na daném pozemku vyskytují zelené (vegetující plevele), kvůli nimž se může v omlatu sklízecích mlátiček zvyšovat vlhkost sklizeného produktu, a tím náklady na následné sušení. V neposlední řadě škodí plevele také zarůstáním drenážních trubek nebo odvodňovacích kanálů, tím ucpávají nebo znehodnocují funkci melioračních zařízení, např. orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), (Dvořák a Smutný, 2008).

3.3.2 Nepřímá škodlivost

Nepřímou škodlivostí rozumíme to, že plevele ovlivňují zdravotní stav kulturních rostlin, produktivitu i kvalitu práce. Plevelé podporují rozšiřování chorob a škůdců kulturních rostlin (Krejčíř, 1993). Jsou hostiteli nebo mezihostiteli řady chorob, to znamená, že na plevelech žijí různá vývojová stádia původců chorob, které mohou být přenášeny na plodiny. Příkladem jsou brukvovité plevele hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*) aj., které jsou napadány hlenkou kapustovou (*Plasmodiophora brassicae*), způsobující nádorovitost kořenů, košťálů nebo rez černá

(*Puccinia graminis*) vyskytující se na pýru plazivém (*Agropyron repens*), (Deyl, 1964). Mnohé plevele poskytují potravu a úkryt živočišným škůdcům, např. brukvovité plevele hostí dřepčíka, blýskáčka (řád *Coleoptera*), běláška zelného (řád *Lepidoptera*) aj. Tito škůdci napadají i porosty řepky ozimé. Lilkovité plevele, např. lilek černý (*Solanum tuberosum*) aj., poskytují potravu např. pro mandelinku bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata*). Populace škůdců je na daném stanovišti udržována a škůdci mohou přecházet na okolní plodiny. V plevelných porostech, např. v pelyňku černobýlu (*Artemisia vulgaris*), mají svá klidová stanoviště škodliví obratlovci. Zejména hraboš polní (*Microtus arvalis*), který se tak odtud může šířit dále do prostoru plodin a tam škodit (Jursík et al., 2011).

3.3.3 Ekonomický dopad zaplevelení

Plevele mají značný ekonomický dopad na zemědělskou produkci (Buhler, 1999).

V roce 2002 dosáhly globální tržby za herbicidy téměř 28 mld. USD, představující tak 47 % z celkového světového objemu prodaných pesticidů (Agrow, 2003).

Ztráty na výnosech jsou ohromné. Lacey (2001) tvrdí, že plevele způsobují až 93% ztráty na výnosech (cukrovka, Texas, USA) a představují tak vážné škody pro národní ekonomiky. V tropech a subtropích představují parazitické plevele jako *Orobanche* a *Striga spp.* velkou hrozbu pro tamní zemědělce a jsou označovány jako nejvíce devastující plevele zemí třetího světa (Gressel 1992).

Snížení výnosu může být také připisováno alelopatii u mnoha plevelných rostlin, zvláště pak u těch agresivních. Truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*) a merlík bílý (*Chenopodium album*) vzhledem k jejich vegetačním nárokům činí agrotechnické operace náročnými. Navíc půda kontaminovaná semeny uvedených druhů je považována za méně kvalitní stejně jako např. přítomnost semen ovsu hluchého (*Avena fatua* L.) v osivu pšenice a ječmene. Toxická semena, jako např. jílek mámivý (*Lolium temulentum* L.), či koukol polní (*Agrostemma githago* L.) jen zdůrazňují tyto problémy a zvyšují náklady pěstování. Ovlivňují také živočišnou výrobu, snižují objem kvalitních krmiv, pokud dojde ke spásání dobyt看, tyto rostliny mohou způsobovat nežádoucí chuťové změny mléka a masa. Zároveň mohou být zdrojem patogenů a chorob. Plevele tak snižují produktivitu půdy a lidské činnosti. Jsou známy případy vyvolání zdravotních potíží u dobytka a i u člověka: např. např. nestařec hnidákovitý (*Ageratum conyzoides* L.), vyvolává astma, kožní alergie, sennou rýmu a bronchitidu (Liebman, 1993).

3.4 Rozmnožování a šíření plevelů

Reprodukční schopnost plevelů - potence generativního rozmnožování plevelů je v porovnání s prošlechtěnými plodinami vyšší jak kvantitativně, tak kvalitativně. Záleží zejména na půdních, povětrnostních a prostorových poměrech stanoviště. Prostorové podmínky ovlivňuje stav porostu plodiny daný hustotou rostlin a pokryvností zelených částí. Potence generativního rozmnožování, která je druhovou vlastností, se uplatňuje v těsné závislosti na podmínkách růstu a vývoje mateřské rostliny, na její velikosti a podmínkách kvetení (Hron, Kohout, 1988).

Dvořák (1987) rozděluje plevele podle počtu semen do 3 skupin: druhy, které průměrně vytváří 200 - 300 plodů nebo semen, např. koukol polní, ředkev ohnice, pryskyřník rolní apod. Druhy, které průměrně vytváří 400 – 800 plodů nebo semen, např. penízek rolní, jitrocele, svízel přitula, zemědělm lékařský apod. Druhy, které průměrně vytváří 1 000 - 1 500 i více plodů nebo semen, např. pět'our malolúborný, knotovka, merlík bílý, šťovík, rmen rolní, heřmánkovec přímořský apod. Většina druhů se dokáže přizpůsobit podmínkám prostředí, např. merlík bílý, který na suchém, utuženém a živinami chudém stanovišti dokáže vytvořit desítky semen na jedné rostlině. Pokud se však semeno z této mateřské rostliny dostane na stanoviště bohaté živinami (kompost, dobře kultivovaná půda), dokáže tato rostlina vytvořit až několik set tisíc semen (Dvořák, Smutný, 2008).

3.4.1 Šíření semen

Semena plevelů se mohou rozšiřovat následujícími způsoby. Při anemochorním rozšiřování semen nebo plodů dochází k rozšiřování pomocí větru. Na velké vzdálenosti jsou semena nebo plody opatřeny chmýrem. Patří sem především nažky většiny hvězdicovitých druhů, např. pcháč oset (*Cirsium arvense*), podběl lékařský (*Tussilago farfara*), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*) aj. Na kratší vzdálenosti byly u semen nebo plodů vyvinuty opěrné plochy, tvořené často postranními křídly, které umožňují semenům či plodům rotaci ve větru a tím kratší let. Zde můžeme zařadit plevele jako je šťovík kadeřavý (*Rumex crispus*), lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*), lnice květel (*Linaria vulgaris*) aj. Patří sem i druhy plevelů, jejichž semena mají nepatrnou váhu, a mohou být proto rozšiřována větrem na kratší vzdálenosti, např. semena záraz (Dvořák a Smutný, 2008).

Zoochorní způsob rozšiřování semen a plodů představuje rozšiřování pomocí zvířat. Semena nebo plody mohou být přenášeny na těle zvířat zachycením speciálních háčků, ostnů apod. Pomocí nich se přichytí na srst zvířat, na peří ptáků nebo na oděv člověka a jsou tak přenášeny od mateřské rostliny. V tomto případě se jedná o tzv. exozoochorii (Jursík et al., 2011).

Nejznámějšími zástupci semen opatřených háčky jsou např. svízel přítula (*Galium aparine*) a mrkev obecná (*Daucus carota*). Semena nebo plody mohou být také opatřeny masíčkem, které je lepkavé, nebo se mohou stát lepkavými po navlhnutí. Mohou tak opět přilnout na tělo živočichů. Jsou to např. semena violek, hluchavek, pryšců aj. (Dvořák a Smutný, 2008).

Další možností je přenos přes potravu, kde semena projdou zažívacím traktem a téměř neporušená se spolu s výkaly dostanou na nová místa. Částečné natrávení semenných obalů napomáhá ke snadnějšímu klíčení semen. Jedná se o tzv. endozoochorii. Jednou z dalších možností rozšiřování semen nebo plodů je pomocí mravenců, kteří požirají zdužnatělé útvary na semenech (Jursík et al., 2011).

Autochorní rozšiřování je rozšiřování semen nebo plodů mateřskou rostlinou vlastními mechanismy. Semena nebo plody jsou rozptylovány do blízkého okolí mateřské rostliny, např. vymršťováním při puknutí dozrálého lusku prudkým zkroucením (u semen vikví), vypadáváním z plodů při ohýbání rostlin větrem nebo při sklizni (plevelné máky apod.) Do skupiny rostlin s autochorním mechanismem šíření patří např. drchnička rolní (*Anagallis arvensis*), penízek rolní (*Thlaspi arvense*), hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), (Krejčíř, 1993).

Při barochorním způsobu rozšiřování se jedná o přímé rozšiřování semen a plodů pod mateřskou rostlinu. Semena nebo plody v době zralosti vypadávají působením své hmotnosti pod mateřskou rostlinu. Je to nejméně vhodný způsob z hlediska rozšiřování. Tento způsob se uplatňuje většinou u jednoletých druhů s tzv. etapovou klíčivostí (tj. postupné klíčení semen či plodů), čímž se reguluje hustota porostu v blízkosti mateřské rostliny. Merlík bílý (*Chenopodium album*), ředkev ohnice (*Raphanus rapanistrum*) jsou jedny z druhů, které se takto rozšiřují (Dvořák a Smutný, 2008).

Hydrochorní rozšiřování znamená šíření plodů a semen pomocí vody. Takto se rozšiřují druhy, které jsou podél vodních zdrojů, na svažitém terénu nebo druhy, které se dostaly do styku s povrchovým odtokem, závlahami či se záplavami (Dvořák a Smutný,

2008). Takovýto způsob šíření semen pomocí vody využívá např. šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), (Jursík et al., 2011).

Antropochorní rozšiřování semen a plodů charakterizuje činnost člověka. Patří sem šíření semen nebo plodů výsevem špatně očištěného osiva nebo sazenic, nesprávně ošetřovanou chlévskou mrvou, nevhodnou manipulací s organickými odpady, nedodržením hygieny zemědělského nářadí a strojů, prostřednictvím dopravy zboží, ale i na oděvu nebo obuvi člověka aj. (Dvořák a Smutný, 2008).

Oproti předchozím způsobům umožňuje tento způsob šíření i na mezikontinentální vzdálenosti (Jursík et al., 2011).

Šíření lidskou činností, především dopravou (leteckou, lodní, automobilovou aj.), mělo velký vliv na nechtěné rozšiřování nepůvodních druhů rostlin i živočichů. Kvůli cestování do jiných zemí se rozšířily druhy rostlin na obrovské vzdálenosti, které by samotné druhy nikdy nepřekonal (Krejčíř, 1993).

Plevele se kromě generativního šíření mohou šířit i pomocí vegetativních orgánů. Mezi nadzemní orgány se řadí šlahouny a zakořeňující lodyhy, květní cibulky nebo části lodyh (Jursík et al., 2011).

3.4.2 Klíčivost a dormance plevelů

Jako dormanci semen označujeme stav klidu, když semena oddělená od mateřské rostliny neklíčí ani tehdy, jsou-li vystavena vhodným podmínkám pro klíčení. Dormantní semena jsou živá, ale ne aktivní (Mikulka, Kneifelová et al., 2005).

Dormance je jedním ze způsobů, kterými se rostliny přizpůsobují pro přežití v nepředvídatelně se měnících podmínkách. Rostlina vyprodukuje zásoby semen, jejichž vyklíčení je vlivem dormance rozděleno do několika let. Dormance je tedy významnou biologickou vlastností pro přežívání jak jednoletých, tak i víceletých druhů rostlin rozmnožujících se generativně, jak udává Mikulka et al. (1999) a dále uvádí dělení dle Harpera (1977), který rozlišuje dva základní typy dormance.

Primární (vrozená) dormance – typ dormance, který mají rostliny, jejichž semena jsou neklíčivá ihned po dozrání na mateřské rostlině, proto aby semena druhů vzházejících na jaře nevyklíčila už na podzim, takováto semena vyklíčí po určitém stimulu, který dormanci přeruší (Jursík et al., 2011).

V rámci primární dormance odlišujeme následující formy: Fyziologická - její příčinou jsou fyziologické mechanismy, které inhibují klíčení. Za normálních podmínek

je odstraňována stratifikací. Morfologická - odvíjí se od nedostatečně vyvinutého embrya, odstraňuje se vhodnými podmínkami pro jeho růst. Morfofyziologická dormance, tady se uplatňují fyziologické inhibiční mechanismy, ale i nevyvinutost embrya. Odstraňuje se stratifikací. Sekundární dormance může být vnucená nebo indukovaná, jako reakce na určité, většinou nepříznivé podmínky vzniká u klíčivých semen, těch, která primární dormanci ukončila nebo ji neměla (Mikulka, 1999).

Dříve se za hlavní příčinu této dormance považoval nedostatek kyslíku nebo vysoký obsah oxidu uhličitého. Sekundární dormance může ale být stejně tak vyvolána dlouhodobým pobytem v podmínkách nepříznivých pro klíčení, přičemž limitujícím faktorem nemusí být jen obsah kyslíku a vlhkost půdy, ale například vysoké či nízké teploty. Nejčastěji rozlišovaným typem sekundární dormance je termodormance, která je vyvolána působením teplot. Uplatňuje se především při indukci sekundární dormance u semen na povrchových vrstvách půdy, kde je kolísání teplot velmi vysoké. Skotodormance nastává po několikadenním umístění semen, která potřebují ke klíčení světlo. Semena se stanou silně dormantními a často se u nich vyvine snížená citlivost ke světlu. Fotodormance je indukována prodlouženou expozicí dlouhovlnného červeného světla nebo bílého světla. Osmodormance je sekundární dormance, příčinou jejího vzniku je nedostatek vody pro klíčení, tedy jde o osmotický stres (Jursík et al., 2011).

Procentuální zastoupení plodů a semen určitého druhu v půdní semenné bance se do určité míry promítá v zastoupení stejného druhu v aktuálním zaplevelení. Ovšem je zde velká variabilita v horizontálním a vertikálním rozvrstvení plodů a semen plevelů v půdě. Rozmanitost semenné banky v půdě jen částečně souhlasí s konkrétním spektrem nadzemních flóry (Hunková, Winkler, Demjanová, 2011).

3.4.3 Monitoring zaplevelení

Základem je znalost druhů plevelů a hladina zaplevelení pozemku. Skladba plevelů je úzce spojená s plodinovou historií daného pozemku. Proto je doporučeno pravidelně sledovat zaplevelení, hlavně v oblastech ošetřených herbicidy. Zde hraje důležitou úlohu přesná identifikace plevelů. Současně je neméně důležité znát půdní zásobu semen jako primárního zdroje zaplevelení obdělávaných ploch (Forcella, Burnside, 1993). Pokud je půdní zásoba dobře stanovena, je možné predikovat zaplevelení minimálně ve střednědobém období. V současnosti máme několik metod pro stanovení akutního zaplevelení, které jsou využívány v závislosti na cílech sledování (Axman, 2002).

Jednou z možností je početní metoda – jednotlivé plevelné rostliny se spočítají na jednotce plochy (1 m²) a nebere se v úvahu jejich vývojové stádium. Hodnocení může být velice nepřesné, i když se provádí opakovaně a na několika místech, je zmapována poměrně velice malá část celkové plochy. Hodnocené místo je zpravidla vymezené čtvercovým rámečkem o hraně 0,25 m nebo 1 m (Dvořák, 1973). Metoda je dostatečně přesná při navrhování odplevelovacích zákroků při znalosti prahů škodlivosti jednotlivých plevelných rostlin (Štefánek, 2000).

Dalším způsobem je odhadová metoda – odhadem se stanoví procenta pokryvnosti jednotlivých plevelných druhů. V rámci honu nebo parcelky se hodnocení provádí opakovaně se všemi nevýhodami metody předešlé (Dvořák, 1998). Je to rychlá, ale subjektivní metoda. Metoda odhadová je účinnější než metoda početní, protože je vyjádřením počtu plevelů a zároveň odhadem zohledňuje i jejich vývojové stádium. Vhodné je proto doplnit stanovené procento pokryvnosti o aktuální vývojové stádium jednotlivých druhů plevelů (Kohout et al., 1996).

Váhová metoda je způsob, jakým se zjistí hmotnost nadzemí biomasy plevelných druhů na jednotce plochy. Na sledované ploše se těsně u země sesbírají všechny nadzemní části rostlin a vysušená rostlinná hmota se zváží do konstantní hmotnosti. Rozmístění a odběry jsou podobné jako u metody početní (Dvořák, 1973).

Při využití kombinované metody, která je kombinací metody početní a váhové, se na sledované ploše plevelů rozřídí podle jednotlivých druhů, stanoví se počet a po vysušení se zváží (Dvořák, 1973).

Bonitační stupnice EWRC umožňuje odhad přímo účinku herbicidu na sledované plevely. Řadí se k odhadovým metodám a je zatížena subjektivní chybou hodnotitele (Kohout et al., 1996).

Tyto metody stanovení listové plochy a hmotnosti rostlin jsou velice pracné a pro cílenou aplikaci jsou málo vhodné. Proto jsou hledány metody mnohem přesnější, bez možného ovlivnění lidským faktorem. ÚKZUZ každoročně provádí průzkum výskytu a rozšíření plevelů v ČR podle obecně užívaných fytoocenologických metodik. Terénní pozorování uskutečňuje ihned po vymetání plevelných trav (červen, červenec). Od roku 1968 jsou údaje vyhodnocovány s použitím výpočetní techniky. V dřívějších letech byl monitoring zaplevelení zaměřen na jednu, maximálně 2 základní plodiny. Od roku 2007 jsou pro zpracování dat používány programy JUICE, Turboveg for Windows, Canoco for Windows a CanoDraw for Windows (Číhal, Sojneková, 2012). Každý rok se kontrolují

trvalé pozorovací plochy o rozloze 5 x 5 m náhodně rozmístěné na orné půdě tak, aby reprezentovaly průměrné zaplevelení. Kontrolují se všechny pozorovací plochy bez ohledu na pěstovanou plodinu (Číhal, Radová, 2011).

3.5 Střídání plodin

Střídání plodin je zatím nejefektivnějším nalezeným způsobem k udržování nezaplevelených polních ploch. Žádná jiná metoda kontroly zaplevelení, mechanická, chemická, či biologická, není tak ekonomicky výhodná a snadno praktikovatelná jako dobře nastavený sled postupné kultivace půdy a pěstování plodin (Leighty, 1938).

Vhodným střídáním plodin (osevními postupy) se člověk zabývá od dob, kdy poznal, že úrodnost půd se vyčerpává neustálým pěstováním téže plodiny na stejném místě. Z historického hlediska byla v počátcích pěstování využívána pro zemědělství především půda získaná žďářením lesů. Po několika letech pěstování polních plodin úrodnost této půdy výrazně poklesla. Později se začala využívat tzv. přílohová soustava, na našem území to bylo od doby prvobytně pospolné (4000 př.n.l.) až do druhé poloviny prvního tisíciletí. Příloh (dlouhodobý úhor) je pozemek dříve obdělávaný, jehož cílem byla obnova půdní úrodnosti po obilných sledech. Charakteristické bylo, že se část pozemku nechala zarůst travinami na přibližně 10 až 15 let a byla využívána jen k pastvě hospodářských zvířat, která půdy zásobila živinami z výkalů. Docházelo tak k částečné regeneraci půdní úrodnosti. Prvním uspořádáním střídání plodin v našich zemích bylo zavedení trojhonného hospodářství (tzv. systém krátkodobého úhoru) asi v 8.- 9. stol. To umožnilo trvalé a stálé obdělávání půdy střídáním ozimu, jařiny a úhoru. Úhorem byl nazýván pozemek, který byl ponechán jeden rok ladem a nebyl oséván. Oproti přílohové soustavě tak byla významně zkrácena doba, kdy na půdě nebyly pěstovány polní plodiny. Od 2. poloviny 18. století se stává střídání plodin důležitým činitelem v zemědělské výrobě. Uskutečňovalo se zprvu podle zkušeností, později bylo řízeno novými poznatky ve vědě a technice – využívání nových plodin (brambory, cukrová řepa, jetel luční, kukuřice), vynález ruchadla (1827), využívání parních strojů (od roku 1856), Liebigova teorie minerální výživy rostlin (1840). Úrodnost půdy se dá udržet a zvyšovat správným obděláváním a hnojením nejen k jednotlivé plodině, ale k celému účelně a správně volenému osevnímu postupu. Nestačí tedy pouhé hnojení a zpracování půdy, ale také účelné střídání plodin. Historickým základem tohoto střídání plodin jsou tzv. klasické

osevní postupy: Norfolkský osevní postup (jetel, ozimá obilnina, hnojem hnojená okopanina, jarní obilnina), kentský osevní postup (jetel, ozimá obilnina, luskovina, jarní obilnina). Zavedení systému střídání plodin na našem území umožnilo podstatné zvýšení výnosů všech plodin, rozvoj živočišné produkce a průmyslu. Klasický Norfolkský postup však u nás většinou nebyl aplikován, šlo o jeho obměny s vloženými luskovinami a ozimou řepkou (Šarapatka et al., 2010).

3.5.1 Význam osevních postupů v agroekosystém

Osevní postup je pravidelné střídání plodin na pozemcích (v prostoru) a v čase (v jednotlivých letech) podle nároků plodin a záměrů produkce. Osevní postup se správným střídáním plodin je dnes jedním z nejúčelnějších agrotechnických opatření v rostlinné produkci, kterým se nezvyšují náklady na výrobu, ale výsledek je zvyšování produkce. Na úseku produkce má osevní postup zajistit optimální využití půdního fondu daného území. Důvody pro střídání plodin vyplývají z celé řady komplexně působících činitelů. Jde zejména o vztah plodin k plevelům, škůdcům a chorobám, obohacování půdy posklizňovými zbytky rostlin, reakce plodin na organické hnojení, délku meziporostního období a projevy únavy půdy (Šarapatka et al., 2010)

Klíčem k úspěšnému systému pěstování plodin je dobrý osevní postup, který pomáhá redukovat problém zaplevelení. Několik plevelných druhů plevele se dokáže adaptovat na specifickou plodinu. Střídání plodin s morfologicky rozdílnými plodinami a rozdílnými požadavky na vzcházení může pomoci zastavit vegetační cyklus adaptovaných plevelů. Ve skutečnosti jsou opakovaně pěstované plodin po sobě neudržitelné z důvodů silné závislosti na pesticidech včetně herbicidů (Dvořák, Smutný, 2008).

3.5.2 Zásady střídání plodin

Střídání plodin je efektivní strategie regulace zaplevelení, škůdců a chorob. V čase pomáhá střídání plodin k nárůstu organické hmoty v půdě, omezuje půdní erozi a zlepšuje půdní strukturu. Napomáhá k maximalizaci potenciálu kulturních plodin a často vede k zvýšení výnosů plodin v rámci osevního cyklu. Při vyváženém a správném střídání plodin se prostředí pro plevele každoročně mění. Při nevyváženém a jednostranném střídání plodin je ovlivňování prostředí plodinou delší dobu stejné (nebo podobné). To může vést ke gradaci druhů, event. skupiny druhů s určitou dobou vzcházení (ozimých nebo pozdních jarních plevelů apod.) a s určitým požadavkem na vegetační faktory (např.

zvýšené nároky na světlo). Pěstování plodin s jednostrannými vlastnostmi znamená současně aplikaci jednostranné agrotechniky (stejná hloubka orby, stejné období setí, jednostranná výživa) a ochrany (herbicidy s podobnými účinnými látkami). Tyto skutečnosti iniciovaly nárůst výskytu některých plevelných druhů na orné půdě. Po takovém rozšíření již pak často nebylo střídání plodin dostačujícím regulačním opatřením (Dvořák, Smutný, 2008).

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. Z obilnin je ozimá pšenice nejcitlivější na předplodinu (Procházková et al., 2011).

Jak dále uvádějí Procházková et al. (2011) nejlepšími předplodinami pro pšenici jsou jeteloviny, olejnin (řepka ozimá), okopaniny a luskoviny. Nejvhodnější předplodinou pro ozimou pšenici v našich podmínkách je vojtěška setá, a to především kvůli množství a kvalitě posklizňových zbytků, které zanechá v půdě, i fixaci vzdušného dusíku hlízkovými bakteriemi. Postupně se uvolňující dusík z posklizňových zbytků je dobře využíván a to hlavně v období tvorby zrna. Nižší výnosová se očekává u ozimé pšenice po předplodinách náročných na vodu, především po víceletých pícevinách a cukrovce. Po těchto předplodinách dochází k vyššímu kolísání výnosů, které snižuje dosahovaný průměrný výnos. V ročnicích s dostatkem srážek mohou být však výnosy velmi vysoké.

Nevhodnými předplodinami jsou obilniny a pozdě sklizené okopaniny. V případě, že je nutné řadit ozimou pšenici po obilnině, je lepší zařazovat ji po jarním ječmeni než znovu po ozimé pšenici (Petříčková, Málek, 2000).

3.5.3 Struktura plodin v ČR

V roce 2016 zaujímal v ČR osetá plocha pšenice ozimé 795 936 ha, což je 30,1 % z celkové osevní plochy. Oproti roku 2016 plochy ozimé pšenice vzrostly o 17 736 ha (ČSÚ, 2015).

Procházková et al. (2011) uvádějí, že možnosti regulace nepříznivého stavu ve skladbě a střídání plodin jsou v současnosti v souvislosti s výrazným vlivem tržních podmínek do značné míry omezené. Ve skladbě pěstovaných plodin je třeba usilovat o

vyšší zastoupení luskovin, především hrachu a sóje, které mají pozitivní vliv na půdní prostředí a vysokou předplodinou hodnotu. V posledních letech začínají být velkým problémem extrémní výkyvy počasí. Dochází k výskytu významných jevů, jako jsou např. mimořádně silné a dlouhotrvající srážky na jedné straně a na druhé straně dlouhá období sucha. Tyto jevy mají nepříznivý dopad na kvalitu životního a půdního prostředí. Zároveň tak negativně ovlivňují růst, vývoj a výnosy pěstovaných plodin. Lze proto očekávat, že dostupnost vody pro rostliny se stane s největší pravděpodobností klíčovým faktorem efektivního pěstování rostlin.

3.5.4 Vliv střídání plodin na rostlinnou produkci

Střídání plodin bylo vždy chápáno jako jeden ze základních faktorů pro zachování půdní úrodnosti. Za primitivního období zemědělství formovaly půdu oheň a osevň sled. Za těchto podmínek, kdy lidské znalosti byly omezené, tyto způsoby představovaly jedinou možnost udržení půdní úrodnosti (Djumalieba, 1993).

Tak jak se lidstvo vyvíjelo, možnosti řešení půdní úrodnosti se rozšiřovaly. V každé době docházelo ke změnám v systému střídání plodin až do dnes, kdy se jedná o důmyslný a racionální systém. V první fázi se jednalo o zvýšení počtu plodin a hlavně plochy. Tento model dosáhl svého vrcholu na sklonku 20. století, kdy plochy, na kterých docházelo ke střídání plodin, vzrostly desetkrát až dvanáctkrát. Nárůst ploch přináší s tím spojené problémy v praktickém provádění operací, které v důsledku vedly k zjednodušování schématu střídání plodin a redukci počtu zvolených plodin a pozemků. To předpokládalo rychlý pokrok v zemědělské technice, stejně jako demografické změny dávají nový pohled na půdní úrodnost a její racionální využití. Uvedení nových intenzifikačních faktorů do zemědělství, což eliminovalo extenzivní obdělávání půdy, vedlo k potřebě přehodnocení systémů spojených s růstem plodin. Široká aplikace minerálních hnojiv, neomezené možnosti mechanizace na kultivaci půdy, představení vysoce efektivních pesticidů na ochrany rostlin a úspěchy ve šlechtění resistantních druhů plodin představují fundamentální změny v konceptu půdní fertility a jejího efektivního využití. Tyto intenzifikační faktory snižují část významu střídání plodin, avšak se rovněž podílejí na zvyšování půdní úrodnosti. Proces intenzifikace, zvláště pak intenzifikace a speciální produkce, omezují možnosti střídání různých plodin. Na základě tohoto moderní vývoj osevň sledů je charakterizován snahou o růst hustoty homogenních porostů, jejich střídání je určováno ekonomickými výsledky (Djumalieba, 1993).

3.5.4.1 Vliv střídání plodin na napadení chorobami a škůdci

Osevní postup může efektivně regulovat napadení chorobami, zvláště pak má vliv na patogeny přezimující v posklizňových zbytcích. Při založení porostu, který neslouží jako hostitelský porost pro patogen, může tak střídání plodin snížit množství choroboplodných zárodků v půdě. Patogen tak nemá možnost reprodukce na hostitelské rostlině a hyne. Choroby kukuřice způsobené patogeny, jako jsou *Diplodia maydis* a *Exserohilum turcicum*, patří k těm, které jsou efektivně kontrolovatelné pomocí osevních cyklů (Djumalieba, 1993).

Střídání plodin má také důležitou roli v taktice proti některým hmyzím škůdcům. Je neefektivnější proti přezimujícím škůdcům v půdě ve stadiu vajíčka či larvy, které jsou nepohyblivé a které škodí na určité plodině (Djumalieba, 1993).

Střídání plodin významně ovlivňuje napadení chorobami, zvláště pak těmi přezimujícími s úzkou hostitelskou skupinou plodin. Zařazení plodiny, která není hostitelská pro patogen, může snížit množství inokulace v půdě. Patogen není schopný reprodukce, zárodky v půdě postupně odumírají. Naproti tomu pěstování stejné plodiny po sobě může vést k růstu zamoření patogenem v půdě. Cysty háďátka škodícího na sóji mohou tak být zredukovány až na polovinu, pokud je sója zařazena do cyklu s kukuřicí a pšenicí (Kleczewski, 2013).

Také hnědá skvrnitost stonku nebo fuzariózy jsou příkladem chorob, na které má efektivní vliv střídání plodin (Teetes, Pendelton, 1999).

3.5.4.2 Vliv střídání plodin na zplevelení

Pozitivní vliv na snížení zplevelení je u osevního postupu závislý na sledu plodin. Ty vytvářejí různá schémata vzniku alelopatických interferencí prostřednictvím narušení půdní struktury a dalších mechanických změn, které vytvářejí nestabilní a nehostinné prostředí pro určité druhy plevelů (Liebman, 1993).

Alelopatie je jev, kdy růst jedné rostliny potlačuje růst druhé. Osevní postup může pomoci regulovat autotoxicitu, což je specifický typ alelopatie a vzniká při uvolňování látky z určité plodiny, jako je například z kukuřice, a negativně ovlivňují následnou plodinu, opět kukuřici. Studie při Iowa State University poukazují na to, že autotoxicita

může zpozdít klíčení. Nejedná se však o výnosotvorný faktor, ale jeden o z negativně přispívajících (Elmore, 2007).

Osevní postup tak může vyrovnávat residua, kdy plodiny produkující odolná residua (kukuřice) jsou zařazeny po plodinách, které produkují residua nestabilní (sója). To dává prostor pro volbu odlišného typu zpracování půdy jako je bezorebný způsob či mělké zpracování půdy (Djumalieba, 1993).

Osevní postup má velký vliv na druhové složení populací plevelů a je to i přímý výsledek implementace strategií na kontrolu zaplevelení. Pěstování hustěsetých plodin jako obiloviny silně omezuje vývoj plevelů. Studie z Kanady, Douce (1999) byla zaměřená na dynamiku zaplevelení v kukuřici, sóji a pšenici ozimé. Z této studie vychází kukuřice jako nevhodná plodina na omezení plevelů, zatímco pšenice v osevním sledu snížila hustotu zaplevelení. Autoři pokusu aplikovali integrovaný postup a provedli kontrolu zaplevelení s využitím střídání plodin a herbicidů. Každá skupina plevelů vyhledává optimální podmínky pro svůj růst v určitých skupinách zemědělských plodin. Nicméně v řádných podmínkách osevních postupů jsou rozdílné části pozemků kultivované v jiných časových periodách, ošetřeny jinými herbicidy se specifickou účinností, umožňující tak půdě rychlejší se zbavení plevelných rostlin (Djumalieba, 1993).

Dle Haringtona (1955) porosty jetelotravních směsek pěstované po 3 roky vyčistí oblasti zaplevelené ovsem hluchým a jeho kříženci. V mnoha oblastech severní Evropy je oves hluchý tak účinně redukován pěstování travin. Důležitým bodem je zvážení délky pěstování trav na oblastech jím zaplavených.

Thurston (1976), který zkoumal tento problém na Rothamsted Experimentální stanici v Anglii, zjistil, že v prvním roce zatravnění vzroste počet vitálních semen ovsa divokého ze 41 na 86 %. Bylo potvrzeno, že v oblastech pěstování trvalých travin půdní zásoba semen ovsa klesá každý rok o 50 %. Je tu také možnost kontrolovat zaplevelení herbicidy s účinnou látkou chlorfenpromethyl, fl amprop-isopropil a difenzoquat. Nicméně zařazení travin do osevních postupů tyto plevele bude regulovat (Djumalieba, 1993).

Například opakované střídání ozimých plodin umožnilo gradaci chundelky metlice a svízele přituly. Střídání ozimů představuje např. sled 1. rok ozimá pšenice, 2. rok ozimý ječmen, 3. rok ozimá řepka, 4. rok ozimá pšenice. Rozvoj ovsa hluchého umožnilo opakované pěstování hustěsetých obilnin, např. 1. rok ozimá pšenice, 2. rok

jarní ječmen, 3. rok jarní ječmen. Rozmnožení prosovitých trav umožnilo opakované pěstování pozdních jarních širokořádkových plodin nevytvářejících hustý zápoj. Jsou to např. krátkodobé monokultury kukuřice na zrno nebo siláž, střídání kukuřice s bobem, sledy polní zeleniny event. v kombinaci s kukuřicí (Dvořák, Smutný, 2008).

Střídání plodin výrazně ovlivnilo přemnožení řady dalších druhů. Zvýšená koncentrace ozimých plodin po delší časové období měla za následek přemnožení hluchavek, máku vlčího, heřmánkovce nevonného, úhorníku mnohodílného aj. Převaha jarních plodin vedla k přemnožení merlíků, rdesen, hořčice polní, ředkve ohnice aj. (Dvořák, Smutný, 2008).

3.5.4.3 Vliv střídání plodin na dostupnost živin a vlastnosti půdy

Podpora dostupnosti živin díky střídání plodin představuje snížení dávky hnojiv a nákladů na výživu obecně. Například doplnění luštěnin, jako je sója nebo vojtěška do osevního postupu, zvyšuje množství dostupného dusíku v půdě pro obiloviny (Mallarino, A. P. et al., 2006) Hladina dusíku pro kukuřici po sóji je tak vyšší díky tomu, že kořeny a kořenová vlášení sóji zvyšují obsah jednoduše mineralizovatelného organického dusíku (Murell, 2011).

V hlavní oblasti pěstování kukuřice v USA v tzv. „kukuřičném pásu - Corn Belt“ je tato zvýšená hladina dusíku v období, kdy lze díky tomu snížit dávky dusíkatých hnojiv. V teplejších a vlhčích oblastech se mineralizace dusíku projeví, tudíž nelze využít tohoto jevu k úspoře ve výživě. Střídání plodin může zlepšit fyzikální vlastnosti půdy. Například zařazení pícnin do osevního sledu má vliv na zlepšení pórovitosti půdy a následně na zlepšení resistance proti erosivním jevům (srážky, vítr). Dále pak následně rozkladem kořenového systému přispívají k tvorbě humusu (Roth, 2013).

Následné plodiny pak svými kořenovými výhonky a kořenovým vlášením mohou zlepšit nejen fyzikálně-chemickou strukturu půdy, ale i celé její biologické složení, zvláště pak v bezorebných systémech zpracování půdy. Takto zlepšení půdní struktury pak vede k růstu vodní kapacity a tvorbě makro pórů, což podporuje růst kořenů následných plodin (Al-Kaisi, et al. 2003).

Střídání plodin s širokým poměrem C:N organické hmoty (kukuřice, obiloviny) s plodinami s nízkým poměrem (sója) přispívá k tvorbě rozmanité mikrobiální aktivity. To vše spolu se zlepšením půdní struktury vede ke stabilní půdní struktuře a ke snížení náchylnosti k půdní erozi (Boquet, 2013).

3.5.5 Maximalizace výnosového potenciálu a omezení rizik

Při využití osevních postupů je časté i zvýšení výnosů. Studie prokázaly zvýšení výnosů až 10 % u kukuřice a sóji, pokud byly zařazeny do osevních sledů (Laurel, 2010).

Univerzita ve Wisconsinu na víceletých pokusech vlivu střídání plodin na výnos prokázala nárůst výnosů kukuřice až o 19 %. Zatím nebyly stanoveny přesné mechanismy nárůstu výnosů, pravděpodobně se jedná o synergii jevů vlivu střídání plodin na choroby a škůdce a půdní strukturu. Výzkum také prokázal daleko větší vliv střídání plodin na maximalizaci potenciálu plodin ve stresovém prostředí. Osevní cyklus může rozložit sezonní operace a snížit také rizika vlivu počasí. Při cyklu kukuřice-sója pomáhá pěstitelům rozdělit jak sečí, tak i sklizňové operace při minimalizaci negativního vlivu na výnos. Omezení pěstebních rizik vlivem střídání plodin má svůj význam například při klimatických jevech. Pokud jsou nedostatkem srážek ovlivněny různé porosty v různých fázích vývoje, je tak vliv na výnos rozmělněn a riziko sníženo. Naopak při pěstování pouze jedné plodiny, vystavené suchu, je tak vysoké riziko snížení výnosů. Střídání systémů pěstování obilovin alternativními plodinami, jako je řepka ozimá, luskoviny nebo píceň, vytváří pro pěstitele mnoho nových agronomických a ekonomických příležitostí. Diversifikace polních plodin zlepšuje možnost kontroly napadení chorobami díky manipulaci s hostitelskými faktory patogena, jako je např. narušení jeho životního cyklu díky střídání plodin, aplikací fungicidů a odklizením posklizňových zbytků, správnému zpracování půdy a správnou volbou hustoty setí (Krupinsky, 2002).

4 METODIKA

Pokusný pozemek se nachází v katastrálním území obce Ivanovice na Hané, které patří do geomorfologické oblasti Vyškovská brána. Terén je převážně rovinný až mírně svažité. Průměrná nadmořská výška je přibližně 230 metrů. Katastrálním územím protéká řeka Haná a Pustiměřský potok. Zájmové území spadá do povodí řeky Moravy.

Katastrální území Ivanovice na Hané patří do řepařské výrobní oblasti a do teplého a mírně suchého klimatického regionu. Údaje o srážkách a o teplotách byly použity z meteorologické stanice Ivanovice na Hané. Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek činí 564 mm, dlouhodobý průměr teplot je 8,6 °C. Dlouhodobé průměry srážek a teplot za jednotlivé měsíce jsou uvedeny v Tab. 1. Úhrny srážek a průměrné teploty za jednotlivé měsíce pro rok 2016 jsou uvedeny v Tab. 2.

Na pokusném pozemku se vyskytuje z půdních typů černozem silně smytá a z půdních druhů hlinitá půda.

Tab.1 Dlouhodobé průměry teplot a úhrnu srážek za jednotlivé měsíce (1961 až 1990)

Měsíce	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Srážky (mm)	25	27	33	44	63	79	74	69	37	39	44	30
Teploty (°C)	-2,6	-1,2	3,9	9,0	14,6	16,6	18,7	18,3	14,4	9,3	2,8	-0,3

Tab.2 Průměrné teploty a úhrny srážek za jednotlivé měsíce v roce 2016

Měsíce	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Srážky (mm)	7,92	58,74	31,02	66,00	30,69	38,28	103,3	50,49	12,21	53,46	24,09	4,62
Teploty (°C)	-1,2	4,6	4,8	9,2	14,6	19	20,4	18,9	17,4	8,3	4	-0,6

Polní pokus byl založen v roce 1989 na pozemcích polní pokusné stanice v Ivanovicích na Hané (Výzkumným ústavem rostlinné výroby v Praze – Ruzyni). Plodiny jsou zde pěstovány ve třech osevních postupech s rozdílným podílem obilnin. První osevní postup má podíl obilnin 33,3 %, jsou zde pěstovány následující plodiny v tomto pořadí: vojtěška první užitkový rok, vojtěška druhý užitkový rok, ozimá pšenice, kukuřice na siláž, cukrovka a jarní ječmen. Druhý osevní postup má podíl obilnin 50,0 % a jsou zde pěstovány plodiny v tomto pořadí: hrách, kukuřice na siláž, ozimá pšenice, ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen. Třetí osevní postup má podíl obilnin 66,6 %, jsou zde pěstovány tyto plodiny v tomto pořadí: ozimá pšenice, hrách, ozimá pšenice, jarní ječmen, cukrovka, jarní ječmen.

Ke všem plodinám uvedených osevních postupů jsou použity čtyři varianty základního zpracování půdy tj. orba do 0,15 m a 0,22 m, varianta s přímým setím do nezpracované půdy a varianta, kde je orba nahrazena zpracováním půdy talířovým nářadím. Velikost jedné parcely je 6 m x 12 m. Skutečná hloubka zpracování půdy se lišila od požadované hloubky v přibližném rozmezí $\pm 10\%$, jednotlivé varianty jsou dále v textu označovány jako: *Orba do 0,22 m* (varianta s klasickou technologií a s orbou na hloubku 0,22 m $\pm 10\%$), *Orba do 0,15 m* (varianta s orbou na hloubku 0,15 m $\pm 10\%$), *Přímé setí* (varianta se setím do nezpracované půdy), *Diskování* (varianta se zpracováním půdy talířovým nářadím do hloubky 0,1 m $\pm 10\%$).

Zaplevelení bylo hodnoceno v 11. 4. 2016 v porostech ozimé pšenice. Byla použita početní metoda, počet jedinců byl zjišťován na plochách 1 m², v 12 opakováních pro každou variantu zpracování půdy, plodinu a rok. U druhu *Medicago sativa* byl stanovován počet lodyh. Vyhodnocování bylo prováděno vždy před aplikací herbicidů. České a latinské názvy jednotlivých druhů plevelů byly použity podle Kubáta (Kubát, 2002). Klíční rostliny byly identifikovány také podle práce Kühna (1974).

4.1 Metodika statistického zpracování

Hodnocení výsledků zaplevelení ozimé pšenice ze sledovaných variant polního pokusu bylo provedeno pomocí mnohorozměrné analýzy ekologických dat. Délka gradientu (*Lengths of Gradient*) vypočteného segmentovou analýzou DCA (*Detrended Correspondence Analysis*) určila výběr následné optimální analýzy. Proto byla dále použita kanonickou korespondenční analýzou CCA (*Canonical Correspondence*

Analysis). Při testování průkaznosti pomocí testu Monte-Carlo bylo propočítáno 999 permutací. Data byla zpracována pomocí počítačového programu Canoco 4.0. (Ter Braak, 1998).

4.2 Statistické zpracování výsledku

Výsledky vyhodnocení zaplevelení porostů jarního ječmene byly nejprve zpracovány pomocí analýzy DCA. Výsledkem je délka gradientu (*Lengths of Gradient*) a ta činila 3,940. K dalšímu zpracování byla zvolena a kanonická korespondenční analýza CCA. Analýza CCA vymezuje prostorové uspořádání jednotlivých druhů plevelů a sledovaných faktorů (osevní postup) na základě dat, která byla o frekvenci výskytu plevelných druhů zjištěna. Toto je následně graficky vyjádřeno pomocí ordinačního diagramu. Druhy rostlin a faktorů pěstitelských postupů jsou zobrazeny body odlišného tvaru a barvy. Pokud se vyskytuje blízko sebe body určité faktoru pěstitelských postupů a druhů plevelu, znamená to, že se tento druh plevelu vyskytoval na dané variantě častěji.

Výsledky analýzy CCA, která hodnotila výskyt druhů plevelů na variantách pěstitelských postupů je signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,001$, pro všechny kanonické osy. Na základě analýzy CCA (Obr. 1) je možné nalezené druhy plevelů rozdělit do několika skupin.

5 VÝSLEDKY

Po určení druhu a počtu jedinců plevelů se mohli vytvořit tabulky průměrných počtů v jednotlivých osevních postupech a v různých typech zpracování půdy

Tabulka č. 3: Průměrný počet jedinců plevelu v jednotlivých osevních postupech.

Osevní postup	Průměrný počet jedinců		
	CRI	CRII	CRIII
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,13	0,04	0,00
<i>Cirsium arvense</i>	0,04	0,13	0,00
<i>Fallopia convolvulus</i>	1,00	0,02	0,00
<i>Fumaria officinalis</i>	0,58	0,75	0,40
<i>Galium aparine</i>	0,02	0,52	1,56
<i>Geranium pusillum</i>	0,10	0,00	0,00
<i>Lamium amplexicaule</i>	10,77	0,50	0,10
<i>Medicago sativa</i>	3,44	0,00	0,00
<i>Papaver rhoeas</i>	0,00	0,15	0,15
<i>Poa annua</i>	0,50	0,00	0,00
<i>Polygonum aviculare</i>	0,02	0,00	0,00
<i>Silene noctiflora</i>	0,00	0,00	0,02
<i>Silybum marianum</i>	0,00	0,00	0,02
<i>Sonchus arvensis</i>	0,00	0,08	0,00
<i>Stellaria media</i>	3,60	0,17	0,00
<i>Thlaspi arvense</i>	0,10	0,00	0,00
<i>Veronica hederifolia</i>	0,00	0,02	0,00
<i>Veronica persica</i>	4,73	1,23	2,83
<i>Veronica polita</i>	1,54	0,58	0,98
<i>Viola arvensis</i>	0,17	0,42	0,48

Tabulka č. 4: Průměrný počet druhů a jedinců plevelů v jednotlivých osevních postupech.

Osevní postup	I	II	III
Počet druhů	5,563	3,125	3,271
Počet jedinců	26,750	4,604	6,542

Tabulka č.5: Průměrný počet jedinců jednotlivých druhů plevelu při různé zpracování půdy v osevním postupu s podílem obilnin 66,6%

Osevní postup	I.			
Zprac. půdy	22 cm	15 cm	B	D
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Cirsium arvense</i>	0,00	0,00	0,00	0,17
<i>Fallopia convolvulus</i>	2,08	0,92	0,08	0,92
<i>Fumaria officinalis</i>	0,50	0,75	0,50	0,58
<i>Galium aparine</i>	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Geranium pusillum</i>	0,00	0,00	0,08	0,33
<i>Lamium amplexicaule</i>	7,50	9,42	16,42	9,75
<i>Medicago sativa</i>	0,00	0,00	5,75	8,00
<i>Poa annua</i>	0,00	0,00	0,67	1,33
<i>Polygonum aviculare</i>	0,00	0,00	0,08	0,00
<i>Stellaria media</i>	2,83	2,58	5,42	3,58
<i>Thlaspi arvense</i>	0,17	0,00	0,25	0,00
<i>Veronica persica</i>	3,25	4,50	6,25	4,92
<i>Veronica polita</i>	2,75	2,00	0,83	0,58
<i>Viola arvensis</i>	0,42	0,00	0,17	0,08

Tabulka č.6: Průměrný počet jedinců jednotlivých druhů plevelu při různé zpracování půdy v osevním postupu s podílem obilnin 50%

Osevní postup	II.			
Zprac. půdy	22 cm	15 cm	B	D
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,08	0,00	0,00	0,08
<i>Cirsium arvense</i>	0,00	0,00	0,17	0,33
<i>Fallopia convolvulus</i>	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Fumaria officinalis</i>	0,58	0,42	0,50	1,50
<i>Galium aparine</i>	0,33	0,08	0,00	1,67
<i>Lamium amplexicaule</i>	0,83	0,67	0,25	0,25
<i>Papaver rhoeas</i>	0,00	0,00	0,00	0,58
<i>Sonchus arvensis</i>	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Stellaria media</i>	0,25	0,17	0,00	0,25
<i>Veronica hederifolia</i>	0,00	0,00	0,08	0,00
<i>Veronica persica</i>	2,08	1,17	0,67	1,00
<i>Veronica polita</i>	0,75	0,67	0,42	0,50
<i>Viola arvensis</i>	0,00	0,17	0,33	1,17

Tabulka č.7: Průměrný počet jedinců jednotlivých druhů plevelu při různé zpracování půdy v osevním postupu s podílem obilnin 33,3%

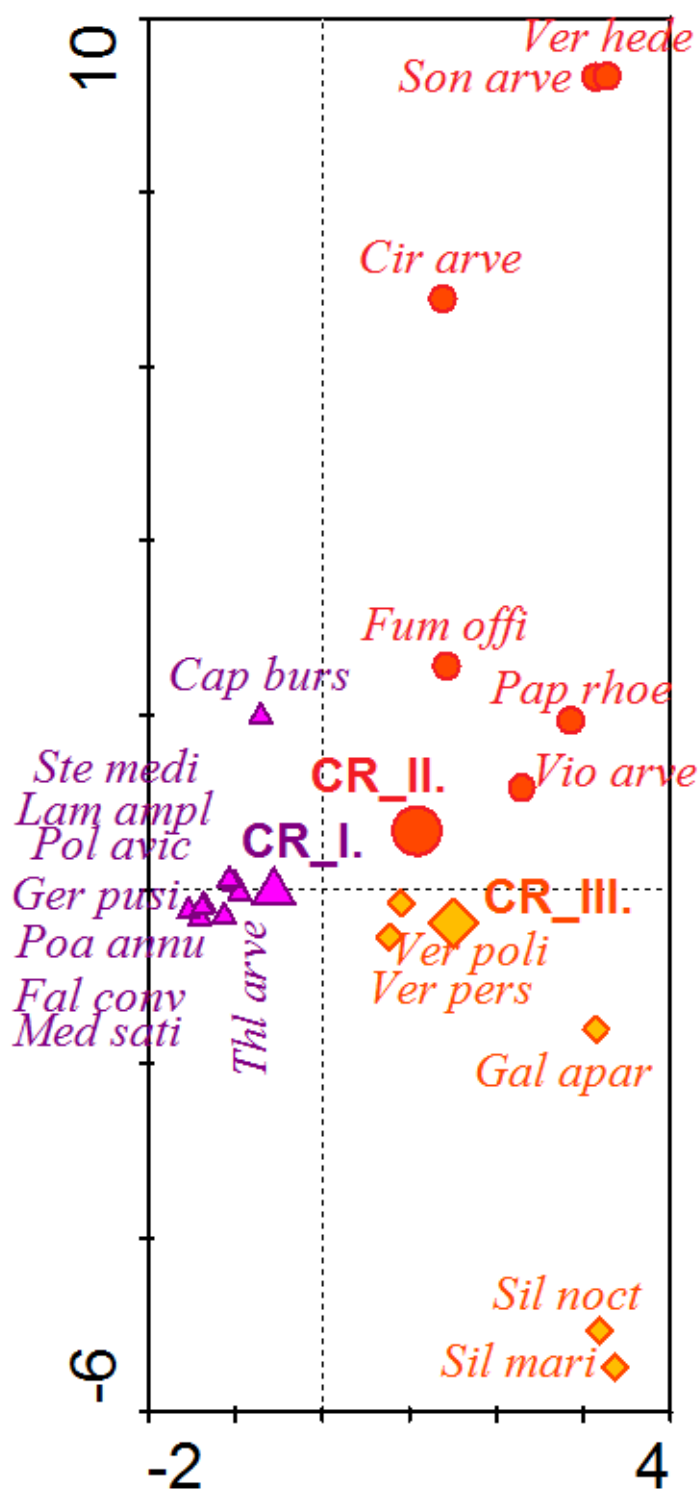
Osevní postup	III.			
	22 cm	15 cm	B	D
Zprac. půdy				
<i>Fumaria officinalis</i>	0,92	0,58	0,00	0,08
<i>Galium aparine</i>	1,75	1,58	1,17	1,75
<i>Lamium amplexicaule</i>	0,17	0,08	0,08	0,08
<i>Papaver rhoeas</i>	0,25	0,08	0,17	0,08
<i>Silene noctiflora</i>	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Silybum marianum</i>	0,08	0,00	0,00	0,00

Tabulka č.8: Průměrné počty druhů plevelů v jednotlivých osevních postupech při odlišném zpracování půdy

Počet druhů	22cm	15cm	B	D
CR I	5,50	4,75	5,58	6,42
CR II	3,08	2,67	2,33	4,42
CR III	3,58	2,83	2,83	3,83

Tabulka č.9: Průměrné počty jedinců plevelů v jednotlivých osevních postupech při odlišném zpracování půdy

Počet jedinců	22cm	15cm	B	D
CR I	19,50	20,17	36,50	30,83
CR II	4,92	3,33	2,75	7,42
CR III	5,25	4,25	5,17	11,50



Obr. 1 Ordinační diagram vyjadřující vztah nalezených druhů rostlin a osevních postupů (Trace = 0,690; F-ratio= 6,702; P-value =0,001)

6 DISKUZE

Z hlediska vlivu osevního postupu na zaplevelení ozimé pšenice na lokalitě Ivanovice, lze opět soudit, že osevní postup byl jedním z faktorů ovlivňující počet a druhové zastoupení plevelů. Nejvyšší počet jedinců se nacházel u varianty CRI s podílem obilnin 33,3 % a nejnižší počet jedinců se nacházel u varianty s podílem obilnin 50,0 %, a to o 82,3 %. Varianta CRIII s podílem obilnin 66,6 % má o 75,5% méně jedinců než varianta CRI. U varianty osevního cyklu CRI byl výskyt druhů *Lamium amplexicaule*, *Veronica persica*, *Stelaria media*, *Medicago sativa*, *Veronica polita*, *Fallopia convolvulus* pravděpodobně ovlivněn nízkým zastoupením obilnin v osevním cyklu. Pro tyto druhy je společné, že se rozmnožují výhradně generativně a vzcházejí z povrchových vrstev půdy, u uvedených druhů zralá semena vypadávají a obohacují půdní semennou banku, kromě vojtěšky, která je předplodinou ozimé pšenice a obrůstá z kořenů. Vyšší zaplevelení vojtěškou v osevním postupu CRI je pravděpodobně způsobeno zastoupením dvouleté vojtěšky, ve které dochází k rozvoji a vysemeňování plevelů, a to především ve druhém užitkovém roce. Jako možné regulační opatření by bylo možné použít totální herbicid před zrušením porostu vojtěšky. Velich, (1991) uvádí, že vojtěška má menší konkurenční schopnost proti plevelům a travám, které ji silně potlačují a snižují její výkonnost.

Druh *Galium aparine* je v obilninách jeden z neškodlivějších (Kohout; 1996).

Tyto druhy (*Galium aparine* a *Fallopia convolvulus*) mají ovíjivé a popínavé lodyhy, proto mohou zejména za vlhkého počasí napomáhat poléhání porostů, čímž znesnadňují sklizeň (Dvořák, Smutný; 2003). Výskyt těchto druhů byl především u osevního postupu s nejvyšším podílem obilnin (66,6%) kde by bylo dobré do budoucna zvážit aplikaci herbicidu zaměřeného na tyto druhy, aby nedošlo k razantnějšímu rozšíření a nedošlo k ovlivnění výnosu.

S postupujícím stářím porost postupně řídne, rychle se zapleveluje a klesá i jeho výkonnost (Petřík, 1987).

Se zvyšujícím se podílem obilnin v osevním postupu se mění i struktura plevelných druhů v porostu ozimé pšenice. Výskyt druhu *Veronica persica* byl pravděpodobně ovlivněn jeho schopností krátké vegetace, kdy tak nebyl zasažen podzimním herbicidním ošetřením, snadno prezimoval a na jaře dokázal vyprodukovat další semena. Z hlediska hospodářského se nicméně nejedná o významný plevel. Z výsledků je patrné, že rozdíl v intenzitě zaplevelení porostů ozimé pšenice varianty CR

II a varianty CR III je sice statisticky průkazný, ale ve srovnání s variantou CR I výrazně nižší. Jak uvádějí Dvořák, Smutný (2003), pěstovaná plodina má největší vliv na strukturu a intenzitu zaplevelení a často potlačí vliv ostatních podmínek. Plodina velmi výrazně ovlivňuje druhové spektrum plevelů a četnost jedinců jednotlivých druhů. Hustota porostu, rychlost vývoje, habitus plodiny a způsob pěstování působí na vzcházení, růst a vývoj jednotlivých druhů plevelů.

Dvořák a kol. (2003) uvádějí, že dlouhodobý vliv systému zpracování půdy, je jednou z významných příčin zaplevelení polí. V současné době je snaha slučovat pracovní operace, např. při předset'ové přípravě se kombinuje více operací (smykování, kypření, vláčení současně). Při takovém zpracování půdy nedochází k vzejití plevelů, a to hlavně kvůli nedostatku času. Správným a vyváženým střídáním kulturních rostlin se prostředí pro plevelné rostliny každoročně výrazně změní (Dvořák, Smutný, 2003).

7 ZÁVĚR

Z výsledků je patrné, že osevní postup statisticky průkazně ovlivnil intenzitu zaplevelení. Při sledování vlivu střídání plodin na intenzitu zaplevelení pšenice ozimé se projevil vliv podílu zastoupení obilnin v osevní postupu. Lze pozorovat trend, kdy rostoucí podíl obilnin v osevním postupu snižuje množství plevelů. Z výsledků vyplývá, že zastoupení vojtěšky v osevním postupu zvyšuje druhovou pestrost plevelů v ozimé pšenici. Dále také zvyšuje celkové zaplevelení, ovšem nárůst zaplevelení je způsoben druhy plevelů, které jsou v obilninách snadno hubitelné, jako jsou *Lamium amplexicaule*, *Veronica persica*, *Stellaria media*. Se zvyšujícím se podílem obilnin v osevním postupu se více vyskytují druhy *Galium aparine*, *Viola arvensis*, *Veronica polita*. Regulace těchto druhů je nesnadná a škodlivost těchto druhů je velmi výrazná především v porostech ozimé pšenice. Lze tvrdit, že u variant s vyšším podílem obilnin klesá druhová diverzita plevelů, a stoupá podíl obtížně regulovatelných druhů, např. *Galium aparine*.

Závěrem lze souhlasit se starším dílem autora Leighty (1938), že střídání plodin je zatím nejefektivnějším nalezeným způsobem k udržování nezaplevelených polí. Žádná jiná metoda regulace zaplevelení, mechanická, biologická, či chemická není tak ekonomicky výhodná a snadno praktikovatelná jako správně poskládaný sled postupné kultivace půdy a pěstování plodin. Střídání plodin má dlouhodobě nezastupitelné místo v pěstování rostlin a je jedním z klíčových faktorů pro regulaci zaplevelení.

8 POUŽITÁ LITERATURA

ABENDROTH L., ELMORE R., 2007: Allelopathy: *A cause for yield penalties in corn following corn*. Integr. Crop Manag. 12(1); 16-17.

AGROW, 2003, Agrow reports, <https://agra-net.net/agrow/>

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

AXMAN P., 2002: *Možnosti využití obrazu při kontrole zaplevelenosti porostů polních plodin*. Disertační práce, Brno: Mendelova univerzita v Brně, s. 110.

BUHLER D.D., 1999: *Expanding the context of weed management*. Journal of Crop Production, Ames, USA.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Tab. Plocha osevů. *Český statistický úřad* [online]. 15.2.2016, Dostupné z: http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabdetail.jsp?kapitola_id=11&potvrde Zobrazit+tabulku&go_zobraz=1&cislotab=ZEM0020UU&cas_1_79=20120531&voa=tabulka&str=tabdetail.jsp.

ČÍHAL L., RADOVÁ Š., 2011: *Průzkum a rozšíření plevelů v České republice v roce 2010*. Praha: Státní rostlinolékařská správa, 73 s.

DOSTÁL R., DYKYJOVÁ D., 1962: *Zemědělská botanika*. 2. Fyziologie rostlin, Praha: SZN, 631 s.

DVOŘÁK J., 1970: *Obsah semen plevelů v ornici*. Úroda, XXI, 6: s.237-238.

DVOŘÁK J., 1987: *Zemědělské soustavy: Vybrané kapitoly - polní plevelé*. Určeno pro agronomické fakulty, Brno, 59 s.

DVOŘÁK J., 1998: *Praktikum z herbologie - skriptum MZLU v Brně*. Ediční středisko MZLU, Brno, 88 s.

DVOŘÁK J. et.al., 2003: *Herbologie: Integrovaná ochrana proti polním plevelům*. Dotisk 1. vydání Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 186 s. ISBN 80-7157-732-4.

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.

ELLENBERG H., 1950: *Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden*. In: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie I, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart/Ludwigsburg.

Google.cz/maps, 2017: Mapy. Databáze online [cit. 2017-03-22]. Dostupné na: <https://www.google.cz/maps/place/683+23+Ivanovice+na+Han%C3%A9/@49.313205,17.0950151,990m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x4712fbf18f445ba7:0xbbb22459b28be705!8m2!3d49.3054177!4d17.0934375>

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

HRON F., KOHOUT V., 1988: *Polní plevel - část speciální*. Vysoká škola zemědělská v Praze, MON,145 s.

HUNKOVÁ E., WINKLER J., DEMJANOVÁ E., 2011: *The weed seed bank assessment in two soil depths under various mineral fertilising*. Acta univ. agric et silvic. Mendel. Brun.

JURSÍK et al., 2011: *Plevel: biologie a regulace*. 1. vydání České Budějovice: Kurent, 2011. 232 s., ISBN 9788087111277.

KLECZEWSKI N., 2013: *Basics to soybean disease management*. University of Delaware Cooperative Extension.139 s.

KOHOUT V. et al., 1996: *Herbologie*. ČZU Praha, 115 s.

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

KRUPINSKY J.M., KAREN L., BAILEY M.P., McMULLEN, BRUCE D. GOSSEN and TURKINGTON T.K., 2002: *Managing plant disease risk in diversified cropping systems*. *Agronomy Journal* 94 (2), 198-209.

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 plevelle. *Acta univ. Agric. (Brno)*, fac. agron., XXII, č. 2, s. 289 – 312.

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

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

LIEBMAN M., MOHLER C.L., 2001: *Weeds and the soil environment*. in, *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge University Press: Cambridge, 268 s.

MALLARINO, A.P. et al., 2006: *Grain yield of corn, soybean and oats as affected by crop rotation and nitrogen fertilization for corn*. Iowa State University, [http:// agronext.iastate.edu](http://agronext.iastate.edu).

MIKULKA J., 1999: *Plevelné rostliny polí, luk a zahrad*. 1. vydání Praha: Farmář - Zemědělské listy, 160 s., ISBN 80-902413-2-8.

MIKULKA J., KNEIFELOVÁ M., 2005: *Plevelné rostliny 2*. kompletně přeprac. vyd. Praha: Profi Press, 148 s. ISBN 80-86726-02-9, 2005.

MOHLER C.L., 1996: *Ecological bases for the cultural control of annual weeds*. Madison: WI 53711, USA.

- MURRELL T.S., 2011: *The science behind the nitrogen credit for soybeans*. International plant Nutrition Institute, [http:// www.extension.umn.edu](http://www.extension.umn.edu)..
- 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.
- LIEBMAN M., MOHLER CH.L., STAVER CH.P., 2004: *Ecological management of agricultural weeds*. Cambridge University Press: ISBN 0-521-56068-3.
- PETŘÍK M. et al., 1987: *Intenzivní pícninářství*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 473 s.
- PROCHÁZKOVÁ B. et al., 2011: *Význam a možnosti optimalizace struktury a střídání plodin v systémech hospodaření na půdě*. Brno: MZLU, ISBN 978-80-7375-525-6.
- PROCHÁZKOVÁ B. et al., 2011: *Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny*. Uplatněná certifikovaná metodika. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 39 s., ISBN 978-80-7375-524-9.
- QUAMMEN D., 1998: *Planet of weeds: Tallying the losses of earth's animals and plants*. New York, Harper's 297:57–69.
- QUITT E., 1971: *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 73 s., [5] s. obr. příl.
- ROTH G., 2014: *Crop rotations and conservation tillage*. Penn State Extension, [http:// extension.psu.edu](http://extension.psu.edu).
- ŠARAPATKA B., et. al., 2010: *Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. Olomouc: Bioinstitut, 440 s.
- ŠTEFÁNEK F., 2000: *Evidence zaplevelení je stále důležitá*. Úroda 48, s. 39.
- 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.: CANOCO – A FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis (version 4.0.). Report LWA-88-02 *Agricultural Mathematics Group*. Wageningen, 1998.

THORTON B.J., HARRINGTON H.D., 1955: *Weeds of Colorado*. Fort Collins, Colo.: Colorado State Univ. 1955, Bull. 514-s./

VELICH J. et al., 1991: Pícninářství. Vysoká škola zemědělská, Praha: 204 s. ISBN 80-213-0106-6.

WINKLER J., 2014: *Plevelé obilnin v podmínkách odlišných technologií zpracování půdy*, Agromanuál. sv. 9, č. 8, s. 18-20. ISSN 1801-7673.

WINKLER J., ZELENÁ V., 2003: *Ověřování spolehlivosti Kühnovy metody určování půdního typu pomocí plevelové vegetace*. „Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun. ročník LI. číslo 4. s. 13 – 22., ISSN 1211-8516.

ZIMOLKA J. et al., 2005: *Pšenice: pěstování, hodnocení a využití zrna*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 184 s., ISBN 80-86726-09-6.

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

8.1 Seznam tabulek

Tabulka č.1 Dlouhodobé průměry teplot a úhrnu srážek za jednotlivé měsíce (1961 až 1990)

Tabulka č.2 Průměrné teploty a úhrny srážek za jednotlivé měsíce v roce 2016

Tabulka č. 3: Průměrný počet jedinců plevelu v jednotlivých osevních postupech.

Tabulka č. 4: Průměrný počet druhů a jedinců plevelů v jednotlivých osevních postupech.

Tabulka č.5: Průměrný počet jedinců jednotlivých druhů plevelu při různé zpracování půdy v osevním postupu s podílem obilnin 66,6%

Tabulka č.6: Průměrný počet jedinců jednotlivých druhů plevelu při různé zpracování půdy v osevním postupu s podílem obilnin 50%

Tabulka č.7: Průměrný počet jedinců jednotlivých druhů plevelu při různé zpracování půdy v osevním postupu s podílem obilnin 33,3%

Tabulka č.8: Průměrné počty druhů plevelů v jednotlivých osevních postupech při odlišném zpracování půdy

Tabulka č.9: Průměrné počty jedinců plevelů v jednotlivých osevních postupech při odlišném zpracování půdy

8.2 Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Ordinační diagram vyjadřující vztah nalezených druhů rostlin a osevních postupů (Trace = 0,690; F-ratio= 6,702; P-value =0,001)

Obrázek č. 2: Průměrné počty jedinců plevelu v jednotlivých osevních postupech.

Obrázek č. 3: Průměrný počet jedinců plevelů v osevním postupu s 33,3% zastoupením obilnin.

Obrázek č. 4: Průměrný počet jedinců plevelů v osevním postupu s 50% zastoupením obilnin

Obrázek č. 5: Průměrný počet jedinců plevelů v osevním postupu s 66,6% zastoupením obilnin.

Obrázek č.6: Polní pokusná stanice Ivanovice na Hané

Obrázek č.7: Klíčící rostlina : Hluchavka Objímavá - *Lamium amplexicaule*

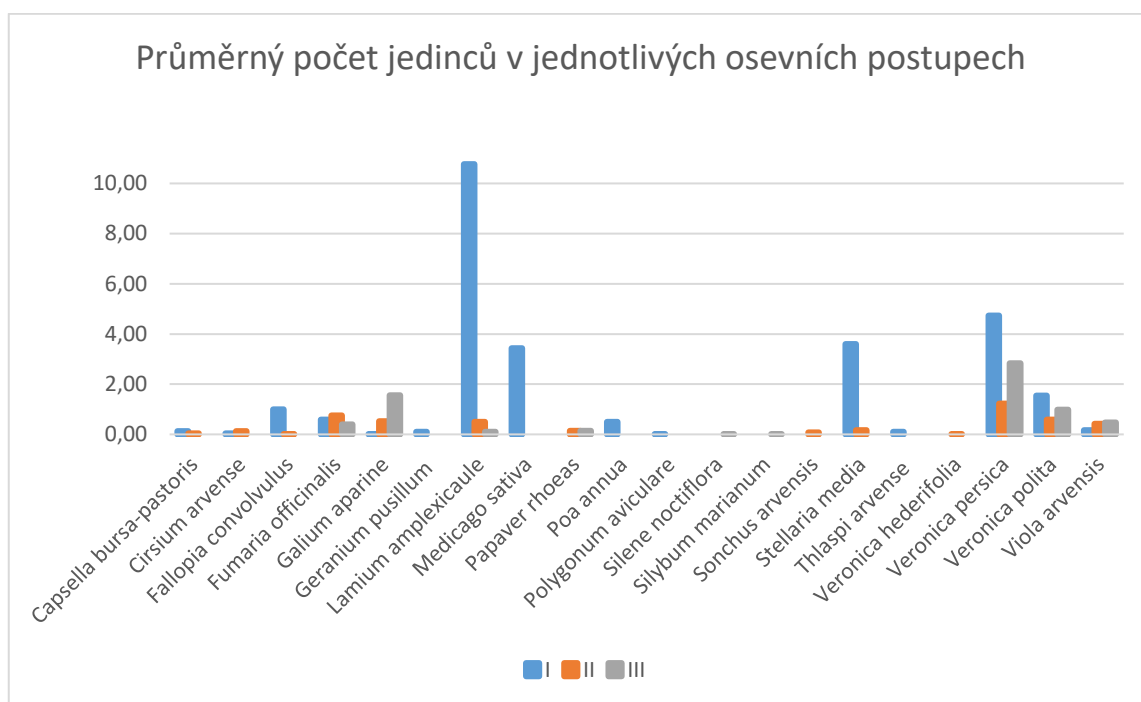
Obrázek č.8 : Rostlina svízele přítuly- *Galium aparine*

Obrázek č.9: Rostlina vojtěšky seté – *Medicago sativa*

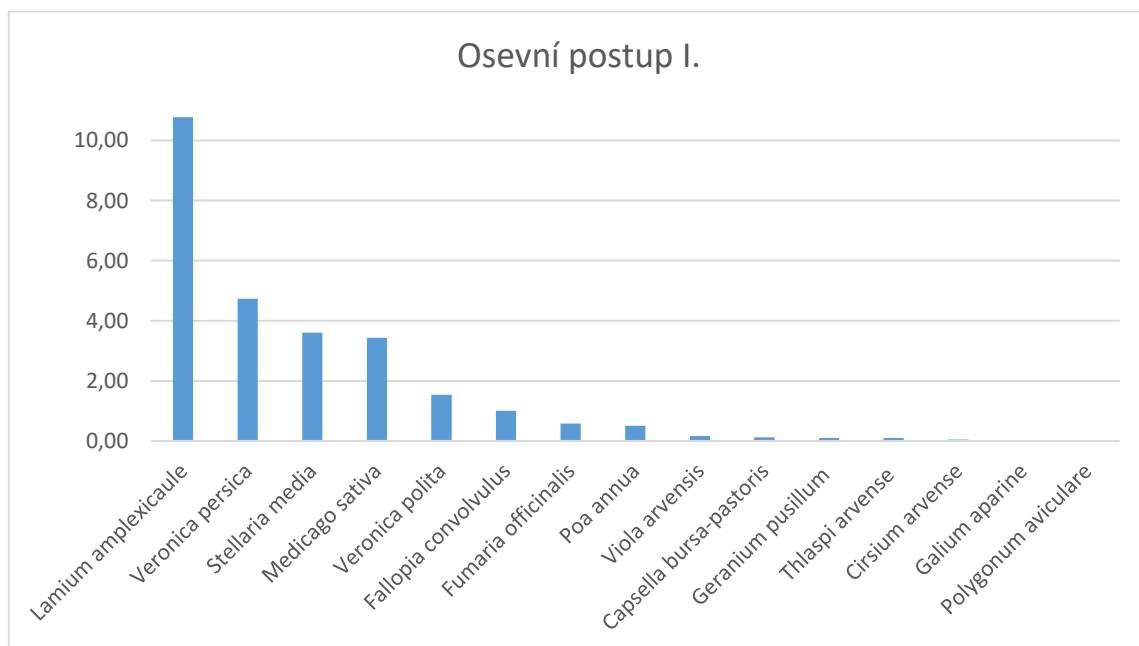
Obrázek č.10: Rostlina zemědělu lékařského- *Fumaria officinalis*

Obrázek č.11: Klíčící rostlina violky rolní - *Viola arvensis*

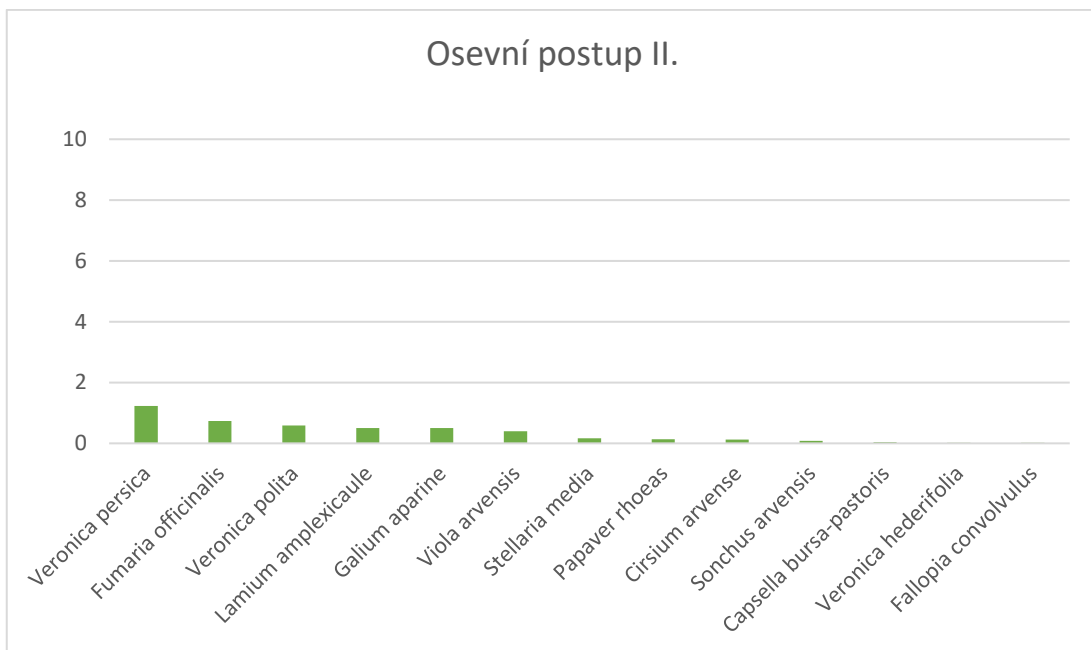
9 PŘÍLOHY



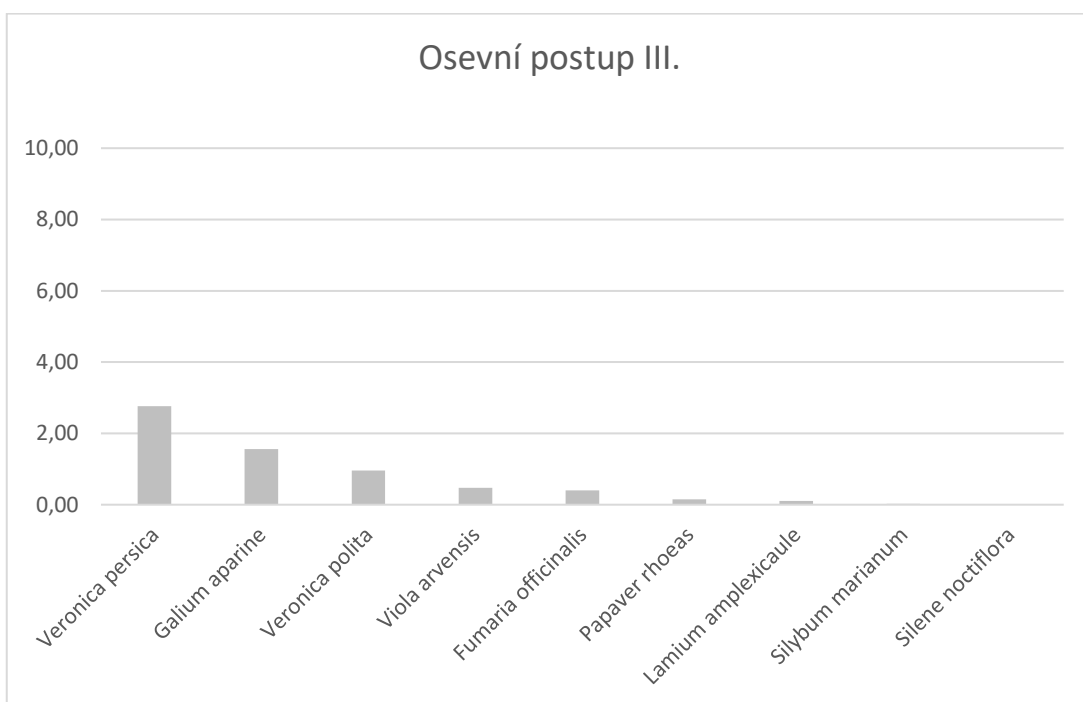
Obrázek č. 2: Průměrné počty jedinců plevelu v jednotlivých osevních postupech.



Obrázek č. 3: Průměrný počet jedinců plevelů v osevním postupu s 33,3% zastoupením obilnin.



Obrázek č. 4: Průměrný počet jedinců plevelů v osevním postupu s 50% zastoupením obilnin.



Obrázek č. 5: Průměrný počet jedinců plevelů v osevním postupu s 66,6% zastoupením obilnin.



Obrázek č.6: Polní pokusná stanice Ivanovice na Hané
(dostupné z: www.google.cz/maps)



Obrázek č.7: Klíčící rostlina : Hluchavka Objímavá - *Lamium amplexicaule*



Obrázek č.8 : Rostlina svízele přítuly- *Galium aparine*



Obrázek č.9: Rostlina vojtěšky seté – *Medicago sativa*



Obrázek č.10: Rostlina zemědělu lékařského- *Fumaria officinalis*



Obrázek č.11: Klíčící rostlina violky rolní - *Viola arvensis*