Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce

Studium diverzity plevelové vegetace ozimých plodin na Kutnohorsku

Diplomová práce

Bc. Světla Tahadlová

Pěstování rostlin – Rostlinná produkce

Ing. Michaela Kolářová, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Studium diverzity plevelové vegetace ozimých plodin na Kutnohorsku" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4.2024 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Michaele Kolářové, Ph.D. za odborné vedení této práce, četné připomínky a cenné rady při jejím vyhotovení a konzultantovi Martinu Vančurovi za poskytnutí podmínek k jejímu zpracování.

Studium diverzity plevelové vegetace ozimých plodin na Kutnohorsku

Souhrn

Diplomová práce byla zaměřena na zhodnocení složení plevelné vegetace na orné půdě ve vybraných ozimých plodinách. Fytocenologický průzkum byl proveden v dubnu 2023 během vegetačního období na základě fytocenologických snímků o velikosti 10 x 10 m, umístěných na okraji a ve středu pole. Celkem bylo zaznamenáno 44 fytocenologických snímků ve 22 porostech ozimých plodin, kterými byly pšenice ozimá *(Triticum aestivum)*, ječmen ozimý *(Hordeum vulgare)*, řepka ozimá *(Brassica napus* subsp. *napus)*, jetel nachový *(Trifolium incarnatum).* Nalezeno bylo celkem 21 ozimých, efemerních, vytrvalých a pozdních jarních plevelných druhů. Druhová bohatost byla vyšší na okrajích polí, což vysvětluje blízkost mezí, ze kterých se plevelné druhy mohou více šířit. V porostech pšenice ozimé, řepky ozimé a jeteli nachovém se vyskytovalo 11-15 druhů plevelů. Nejrozšířenější plevele, které se vyskytovaly ve všech fytocenologických snímcích na okraji pole byly lipnice roční *(Poa annua)* a kokoška pastuší tobolka *(Capsella bursa-pastoris)*. Naopak pouze v jeteli nachovém se nacházel sveřep jalový *(Bromus sterilis)* a v ječmeni ozimém byla sledována chundelka metlice *(Apera spica-venti)*, které se v ostatních fytocenologických snímcích nevyskytovaly. Ve středu pole byla druhová bohatost menší než na okraji pole, vyskytovalo se zde v průměru 11 druhů plevelů s nižším počtem jedinců u každého druhu. Kokoška pastuší tobolka *(Capsella bursa-pastoris)* se nacházela ve všech plodinách. V menším množství zde byly nalezeny penízek rolní *(Thlaspi arvense),* pýr plazivý *(Elytrigia repens)*, pomněnka rolní *(Myosotis arvensis).* Abychom zabránili šíření plevelů, je třeba v průběhu vegetace monitorovat výskyt plevelné vegetace v porostech plodin a vyhodnocovat zjištěné údaje pro další opatření. Z údajů lze určit spektrum plevelných druhů, kterému můžeme přizpůsobit výběr herbicidů a určit vhodnou dávku.

Klíčová slova: fytocenologický snímek, Středočeský kraj, agrofytocenóza, indexy diverzity, plevelná vegetace

Study of the diversity of weed vegetation of winter crops in the Kutná Hora region

Summary

The thesis was focused on the evaluation of the composition of weedy vegetation on arable land in selected winter crops. A phytocenological survey was conducted in April 2023 during the growing season using 10 x 10 m relevés placed at the edge and centre of the field. A total of 44 relevés were recorded in 22 stands of winter crops, such as winter wheat *(Triticum aestivum)*, winter barley *(Hordeum vulgare)*, winter rape *(Brassica napus* subsp. *napus)*, and purple clover *(Trifolium incarnatum)*. A total of 21 winter, ephemeral, perennial, and late annual weed species were found. Species richness was more noticed at the field edge, which explains the proximity of the borders from which weedy species were more likely to spread. There were 11-15 weed species in winter wheat, winter rape and purple clover stands. The most widespread weeds present in all the field edge relevés were annual ryegrass *(Poa annua)* and cocklebur *(Capsella bursa-pastoris)*. On the other hand, cowpea *(Bromus sterilis)* was found only in purple clovern and broomrape was observed in winter barley *(Apera spica-venti)*, which were not present in the other relevés. Species richness was lower in the centre of the field than at the edge of the field, with an average of 11 weed species occurring with lower numbers of individuals for each species. Cocklebur *(Capsella bursa-pastoris)* was present in all crops. (*Thlaspi arvense)*, (*Elytrigia repens)* and (*Myosotis arvensis)* were less abundant. To prevent the spread of weeds, it is necessary to monitor the occurrence of weedy vegetation in crop stands during the growing season and to evaluate the findings for further action. From the data, a spectrum of weed species can be determined, to which we can adapt the selection of herbicides and determine the appropriate dose.

Keywords: phytocenological image, Central Bohemian Region, agrophytocenosis, diversity indices, weedy vegetation

Obsah

1 Úvod **9**

2 Vědecká hypotéza a cíle práce **10**

3 Literární rešerše **11**

3.1 Definice plevelů **11**

3.1.1 Historie výskytu plevelů 11

3.1.2 Klasifikace plevelů 12

3.1.3 Způsoby rozmnožování plevelů 13

3.1.4 Rozšiřování plevelů 14

3.1.5 Klíčení semen plevelů a dormance 15

3.1.6 Faktory ovlivňující výskyt plevelů 16

3.1.7 Význam plevelných rostlin 17

3.1.7.1 Negativní vliv plevelů 17

3.1.7.2 Pozitivní vliv plevelů 18

3.1.8 Významné plevele ozimých plodin 19

3.2 Metody regulace zaplevelení **21**

3.2.1 Nepřímé metody regulace plevelů 21

3.2.2 Přímé metody regulace plevelů 22

3.2.2.1 Mechanické metody 22

3.2.2.2 Fyzikální metody 22

3.2.2.3 Biologická ochrana 23

3.2.2.4 Chemické metody 23

3.2.2.4.1 Inhibitory fotosyntézy 24

3.2.2.4.2 Inhibitory biosyntézy rostlinných pigmentů 24

3.2.2.4.3 Inhibitory syntézy aminokyselin 25

3.2.2.4.4 Inhibitory syntézy lipidů 26

3.2.2.4.5 Inhibitory stavby mikrotubulů 26

3.2.2.4.6 Syntetické auxiny 26

3.2.2.5 Aplikace herbicidů dle termínu 27

3.2.2.6 Příjem herbicidů rostlinou 27

3.2.3 Rezistence plevelů 28

3.2.3.1 Vznik rezistence 28

3.2.3.2 Mechanismy rezistence 28

3.2.3.3 Prevence a regulace 29

3.2.3.4 Rizika rezistence plevelů ... 29
3.2.3.5 Metody pro včasnou detekci herbicidní rezistence ... 29
3.2.3.6 Rezistentní plevele v ČR ... 30

4 Metodika ... 32
4.1 Charakteristika zemědělského podniku ZD Vysočina ... 32
4.2 Charakteristika sledovaných honů ... 33
4.3 Meteorologická data ... 42
4.4 Metodika hodnocení ... 45
4.4.1 Fytocenologické snímkování ... 45
4.4.2 Hodnocení diverzity ... 45

5 Výsledky ... 47
5.1 γ-diverzita ... 47
5.1.1 Pšenice ozimá ... 47
5.1.2 Ječmen ozimý ... 48
5.1.3 Řepka ozimá ... 49
5.1.4 Jetel nachový ... 50
5.1.5 Čeledi plevelných druhů ... 51
5.1.6 Rozdělení plevelů podle biologických vlastností ... 52
5.2 α-diverzita ... 53
5.2.1 Druhová bohatost ... 53
5.2.2 Indexy diverzity (Shannon-Wienerův index diverzity) ... 53

6 Diskuze ... 58

7 Závěr ... 60

8 Literatura ... 61

9 Samostatné přílohy ... I

1 Úvod

Plevelná společenstva v plodinách jsou různorodá. Biodiverzitu chápeme jako počet druhů a jejich relativní podíl v rámci rostlinné komunity. Nízká diverzita plevelných rostlin může mít za následek, že se agroekosystém stává zranitelný vůči invazím nových druhů. Další studium diverzity plevelů je užitečné pro určování toho, jak se populace v čase mění, a reagují na selektivní tlaky agronomických postupů (Nkoa et al. 2015). Výskyt plevelů záleží například na půdních podmínkách, výběru plodiny, osevním postupu, způsobu obdělávání půdy, na způsobu pěstování plodin, zda se jedná o konvenční způsob pěstování, či pěstování plodin v ekologickém zemědělství. Faktory ovlivňující plevelná společenstva jsou i konzervativní prvky krajiny, jako nadmořská výška, klima, půdní podmínky. Důležitým faktorem je vliv sezónních změn na různé časové aspekty plevelné vegetace (Kolářová et al. 2013). Dalším významným zdrojem zaplevelení je půdní zásoba dlouhověkých semen plevelů, dále vysemenění plevelů před sklizní, statková hnojiva, ohniska zaplevelení v okolí a jiné zdroje. Příčinou pronikání plevelů do míst, kde se dosud nevyskytují, je používané osivo plodin. Evropské normy pro čistotu osiva z roku 2006 umožnily plíživý import semen plevelů i vyčištěným osivem. Tento způsob je až na posledním místě (Kohout et al. 2016). Na okrajích polí se soustavně zvyšuje bohatost rostlin, což je spojeno s rozptylováním diaspor z okolní krajiny. Na okrajích polí byla pozorována vyšší úroveň druhové bohatosti než v centru polí (Metcalfe et al., 2019).

Plevelná vegetace na orné půdě je velmi proměnlivý a dynamický systém, který se vyvíjí po dlouhou dobu. Každá změna v systému obdělávání půdy měla vliv na strukturu a bohatost plevelů (Tyšer et al. 2021). Plevele se přizpůsobují různým způsobům regulace, mění své vlastnosti, aby přežily a byly schopné vytvořit novou generaci (Winkler et al. 2021). Vegetace plevelných společenstev je vysoce dynamický proces kvůli schopnosti rostlin reagovat na různé změny. Rostlinné druhy jsou obměňovány během vegetační sezóny, ale také dochází k neustálým změnám v průběhu let (Májeková et al. 2019). Výraznou vlastností plevelů je jejich konkurenceschopnost v čerpání životních zdrojů (voda, světlo, živiny). Plevelné rostliny omezují plodiny v růstu, příjmu vody a živin, vývoji. V období, kdy je nedostatek srážek, poškodí sucho zaplevelené porosty dříve než porosty čisté, nezaplevelené (Winkler 2020).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cíl práce: Hlavním cílem této práce bylo zhodnocení diverzity vegetace polních plevelů v porostech ozimých plodin v rámci zemědělského podniku Vysočina v okrese Kutná Hora. Dílčím cílem práce bylo porovnání rozdílů v diverzitě plevelů mezi okraji a centry porostů.

Vědecká hypotéza: Existují rozdíly v diverzitě plevelové vegetace v rámci jednotlivých ozimých plodin. Okraje porostů ozimých plodin vykazují vyšší diverzitu než centra porostů.

3 Literární rešerše

3.1 Definice plevelů

Plevele lze definovat jako rostlinu, která se vyskytuje na určitém stanovišti proti vůli člověka a jsou schopné udržovat samostatnou populaci. Stanovištěm v tomto případě rozumíme jak porosty polních či zahradních plodin, tak i okrasné výsadby, sady, vinice, trvalé travní porosty (louky, pastviny, trávníky), ale i plochy, na kterých je jakákoliv vegetace nežádoucí – kolejiště, chodníky, komunikace a podobně (Jursík et al. 2018). Jde o planě rostoucí rostliny, které se přizpůsobily přírodním podmínkám daného stanoviště a staly se konkurencí daným plodinám. Obvykle dochází k vzájemné interakci, kdy plevele potlačují růst plodin a omezují tak jejich životní podmínky. Při příznivých podmínkách pro růst plevelů jako jsou teplota, vlhkost dochází k zaplevelení. Plevele negativně působí na plodiny a tím snižují jejich výnosy. Společenství rostlin na orné půdě se skládá ze dvou skupin rostlin – z plodin a polních plevelů. Toto společenství nazýváme agrofytocenózou. Změny, které v agrofytocenóze probíhají, jsou vyvolávány pěstiteli – zemědělci. Ti se snaží upravit prostředí tak, aby co nejvíce vyhovovalo pěstovaným plodinám, a to pomocí zpracování půdy, střídáním plodin, hnojením, ochranou plodin proti škodlivým činitelům atd. Naopak druhou složku agrofytocenózy, plevele, se zemědělci snaží co nejvíce potlačit (Winkler 2018).

3.1.1 Historie výskytu plevelů

Plevele se začaly vyskytovat již v neolitu (cca 8-5 tisíc let př.n.l.), kdy přechodem od společnosti lovců a sběračů postupně lidé přecházeli na usedlé společnosti – zemědělce. Zemědělství se šířilo z nejteplejších oblastí podél řek až do vyšších poloh (Štrobach et al. 2021). S postupným rozšiřováním zemědělství se postupně šířily i plevele, které nazýváme **Apofyty**. Apofyty jsou původní synantropní rostliny, které se nacházejí na narušených stanovištích. Některé apofyty s omezeným stanovištěm, které pocházejí z jedné části země, migrují ze svých přirozených společenstev na jiná stanoviště (Zajac 2010). Mezi původní druhy patří violka rolní *(Viola arvensis)*, ptačinec prostřední – žabinec *(Stellaria media)*, svízel přítula *(Galium aparine)*, pýr plazivý *(Elytrigia repens)*, lipnice roční *(Poa annua)*, merlík bílý *(Chenopodium album)* (Holec 2019). Plevelné rostliny se šířily z přední Asie, Středomoří a Balkánu do středoevropské oblasti. Období šíření plevelných rostlin trvalo až do středověku, do roku 1500 n.l. Rostliny zde zdomácněly a staly se součástí plevelné flóry, která tvoří velkou část společenstev orných půd. S příchodem zemědělství se objevily nové druhy kokoška pastuší tobolka *(Capsella bursa pastoris),* zemědým lékařský *(Fumaria officinalis)*, penízek rolní *(Thlaspi arvense)*, vlčí mák *(Papaver rhoeas)*, v době bronzové se začal vyskytovat hlaváček letní *(Adonis aestivalis)*, oves hluchý *(Avena fatua)*, chrpa polní *(Centaurea cyanus),* ve středověku heřmánkovec nevonný *(Tripleurospermum inodorum)*, locika kompasovitá *(Lactuca serriola)* (Holec 2019). Tato společenstva se nazývají **Archeofyty.** Po roce 1500 n.l. v době objevení Ameriky a dalších kontinentů nastává introdukce nových druhů rostlin v obou směrech. Byly sem zavlečeny druhy s velkým stupněm predace, kdy chyběly antagonisté. Rozmáhal se obchod se zemědělskými produkty a surovinami, nové odrůdy atd. Rozšířily se zde rostliny například turanka kanadská *(Conyza canadensis),* durman obecný *(Datura*

stramonium), laskavec srstnatý *(Amaranthus retroflexus)*, pěťour maloúborný *(Galinsoga parviflora)* (Holec 2019). Proces šíření i nadále pokračuje. Tyto druhy se nazývají **Neofyty.**

3.1.2 Klasifikace plevelů

Nejvhodnější variantou pro klasifikaci polních plevelů je členění na základě biologických vlastností (životní cyklus, způsob rozmnožování a další) podle Kohouta et al. (1996).

Plevele jednoleté se rozmnožují generativně prostřednictvím semen a plodů během jednoho roku. Podle sezónních cyklů klíčení semen rozdělujeme plevele na:
Ozimé plevele jsou druhově nejpočetnější skupinou**.** Vzcházejí během celého vegetačního období. V případě, že vyklíčí na podzim, mají schopnost přezimovat. Zimu přečkávají v podobě listové růžice. Zaplevelují především ozimé plodiny. Patří sem především svízel přítula *(Galium aparine)*, mák vlčí *(Papaver rhoeas)*, heřmánkovec nevonný *(Tripleurospermum inodorum)*, chundelka metlice *(Apera spica-venti)*, chrpa modrá *(Centaurea cyanus)*, úhorník mnohodílný *(Descurainia sophia)*, violka rolní *(Viola arvensis)*, ptačinec prostřední *(Stellaria media)*, zemědým lékařský *(Fumaria officinalis)*, penízek rolní *(Thlaspi arvense).*
Efemerní plevele vzcházejí na podzim či v průběhu zimy, kterou přečkávají ve fázi děložních lístků nebo listové růžice. Brzy na jaře obnovují růst, začínají kvést (často již na konci února), rychle vytvářejí semena a následně již koncem jara či počátkem léta odumírají (Jursík et al. 2018). Jedná se o druhy s drobnou stavbou těla, které příliš nekonkurují. Nejvýznamnějším zástupcem je rozrazil břečťanolistý *(Veronica hederifolia)*, huseníček rolní *(Arabidopsis thaliana)*, osívka jarní *(Draba verna).*
Plevele časné jarní jsou plevele časně setých jařin. Vzcházejí časně na jaře, při nízkých teplotách, ale i v průběhu vegetace. Tyto druhy nejsou schopny přečkat zimu. Patří sem oves hluchý *(Avena fatua)*, hořčice polní *(Sinapis arvensis)*, ředkev ohnice *(Raphanus raphanistrum)*, konopice polní *(Galeopsis tetrahit)*, opletka obecná *(Fallopia convolvulus).*
Plevele pozdní jarní jsou druhy teplomilnější, které začínají vzcházet při vyšších teplotách půdy (10 °C) v dubnu až květnu. Jsou typické pro širokořádkové plodiny jako jsou kukuřice, slunečnice, brambory, cukrovka a zelenina, ale i v prořídlých porostech jařin. Rostliny mají mohutný habitus s velkým množstvím drobných semen. Jsou citlivé na chlad, nemají schopnost přezimovat. Řadíme sem například merlík bílý (*Chenopodium album)*, merlík zvrhlý *(Chenopodium hybridum)*, laskavec zelenoklasý *(Amaranthus powelii)*, rdesno blešník *(Persicaria lapatifolia)*, ježatka kuří noha *(Echinochloa crus-galli)*, bér sivý *(Setaria pumila)*, lilek černý *(Solanum nigrum)*, pěťour maloúborný *(Galinsoga parviflora)*, bažanka roční *(Mercurialis annua)*, durman obecný *(Datura stramonium).*

Plevele dvouleté až víceleté se rozmnožují převážně generativně. Dvouleté plevele vytvářejí v prvním roce listovou růžici, ve druhém roce vykvétají, produkují semena či plody a následně odumírají. Mezi dvouleté rostliny patří mrkev obecná *(Daucus carota)*, škarda dvouletá *(Crepis biennis)*, locika kompasová *(Lactuca serriola).* Víceleté rostliny mají stejný vývoj jako dvouleté, ale neodumírají. Na stanovišti zůstávají více let. Někdy regenerují jednotlivé části rostliny. Do této skupiny patří například pampeliška *(Taraxacum* sect. *Ruberalia)*, šťovík tupolistý *(Rumex obtusifolius)*, pelyněk černobýl *(Artemisia vulgaris)*,

jitrocel kopinatý *(Plantago lanceolata),* kostival lékařský *(Symphytum officinale)*, sedmikráska chudobka *(Bellis perennis)* a další.

Plevele vytrvalé se rozmnožují převážně vegetativně prostřednictvím nadzemních či podzemních orgánů, mají schopnost i generativního rozmnožování.
Plevele mělce kořenící – orgány vegetativního šíření se nacházejí na povrchu půdy, nebo pod povrchem půdy. *Plevele s plazivými kořenujícími lodyhami* – najdeme na okrajích pozemků, zamokřených pozemcích. Rozmnožují se pomocí plazivých lodyh, které na uzlinách zakořeňují (Jursík et al. 2018). Do této skupiny patří například mochna husí *(Potentilla anserina)*, popenec břečťanolistý *(Glechoma hederacea)*. *Plevele s pevnými a tuhými oddenky (rhizomy)* – tyto rostliny se rozmnožují článkovitými oddenky ukončenými uzlinou, ze které vyrůstají kořeny, oddenky a nadzemní části. Do této skupiny patří především trávy, které zaplevelují všechny typy plodin. Vytvářejí husté porosty a plodinu vytlačují. Patří sem hlavně pýr plazivý *(Elytrigia repens)*, psineček výběžkatý *(Agrostis stolonifera)*. *Plevele výběžkaté (stolony)* – rostliny mají křehké, dužnaté výběžky, které se lámou a jsou roznášené na další místa. Rostou převážně na zamokřených stanovištích, například máta rolní (*Mentha arvensis)*, čistec bahenní *(Stachys palustris)*. *Plevele vytvářející hlízy, cibule a ztlustlé kořeny* – cibule je zdužnatělý orgán listového nebo stonkového původu například česnek viničnatý *(Allium vineale)*. Hlíza je ztloustlá část stonku v různých jeho částech.
Plevele hlouběji kořenící – orgány vegetativního šíření pronikají do hlubších vrstev půdy i několik metrů, což komplikuje mechanickou a částečně chemickou ochranu. *Plevele vytvářející oddenk*y – oddenky jsou tuhé, pevné, článkované. Patří sem přeslička rolní *(Equisetum arvense)*, bršlice kozí noha *(Aegopodium podagraria)*, rákos obecný *(Phragmites australis)*. *Plevele vytvářející výběžky* – výběžky nemají článkování, jsou křehké, dužnaté, snadno se lámou. Rostou vodorovně i svisle a vytváří porosty, které se jen těžko hubí. Nejvýznamnější zástupci jsou pcháč oset *(Cirsium arvense)*, svlačec rolní *(Convolvulus arvensis)*, mléč rolní *(Sonchus arvensis)*, lnice květel *(Linaria vulgaris)*, vesnovka obecná *(Cardaria draba)* (Jursík et al.2018).

3.1.3 Způsoby rozmnožování plevelů

Rozmnožování neboli reprodukce je proces vzniku nových jedinců z jedinců rodičovských (Jursík et al. 2018). Rozmnožování dělíme na dva základní typy – generativní a vegetativní. Vlivem reprodukce dochází k zachování druhu. V případě, že jsou příznivé podmínky pro vývoj jedince, může dojít při rozmnožování k přemnožení určitého druhu.

Generativní rozmnožování pomocí semen či plodů vede ke vzniku nových kombinací vlastností rodičů a umožňuje populacím rostlin prostřednictvím selekce rychleji reagovat na měnící se podmínky prostředí (Jursík et al.2018). Rozlišujeme dva způsoby opylování – samosprašně (opylení vlastním pylem) a cizosprašně (opylení pylem jiné rostliny). Tento způsob rozmnožování je nejběžnější. Množství semen je různé. Liší se podle druhu, ale i uvnitř druhu. Rostliny s menším vzrůstem a většími semeny produkují méně semen, například rozrazil břečťanolistý *(Veronice hederifolia)*. Naopak rostliny s velkým vzrůstem, drobnými semeny produkují velké množství semen, jako je laskavec ohnutý *(Amaranthus retroflexus)*, merlík bílý *(Chenopodium album)*, které vytvářejí za příznivých podmínek tisíce až statisíce semen na jedné rostlině. Pro přežití na stanovišti je důležitá dormance, životnost semen a rytmus scházení diaspor během vegetace (Jursík et al. 2018).

Vegetativní rozmnožování pomocí různých částí rostliny, které mají schopnost regenerovat. Rostliny rozmnožující se vegetativně vytvářejí husté porosty a tím konkurují ostatním rostlinám. Toto zaplevelní vzniká na půdách, které jsou pravidelně obdělávány mechanizací do hlubších vrstev půdy. Kořeny, výběžky, oddenky jsou neustále narušovány, rozdělovány, tím dochází k jejich regeneraci. Rozmnožují se pomocí výběžků, které je velice efektní, dále pomocí oddénků, hlíz, cibulí. Tímto způsobem rozmnožování dochází ke vzniku jedinců geneticky identických s rodiči (Jursík et al.2018).

3.1.4 Rozšiřování plevelů

Rozšiřování diaspor probíhá různými způsoby v prostoru a čase, umožňuje osidlovat nová území. Rozdělení podle Jursíka (2018).

Rozšiřování diaspor v prostoru:
Autochorie – šíření bez pomoci vnějších faktorů. Vzdálenost šíření semen je omezená. Jedná se o několik centimetrů nebo metrů. V rámci autochorie rozlišujeme: *Barochorie* – diaspory vypadávají z mateřské rostliny do bezprostřední vzdálenosti od rostliny. Semena jsou těžká, vypadávají vlastní vahou. Barochorií se rozšiřuje plevelné proso *(Panicum)*, zemědým lékařský *(Fumaria officinalis)*, ředkev ohnice *(Raphanus raphanistrum)*. *Balochorie* – semena jsou vystřelována do okolí. V pletivech dochází během dozrávání k pnutí. Plod dozrává, puká a semeno je vystřeleno do okolí. Například u bažanky roční *((Mercurialis annua)* dochází k pukání tobolek a vystřelení semen. U bobovitých rostlin dozrálý lusk puká a chlopně se stáčejí, což umožňuje uvolnění semen. *Blastochori*e – vyskytuje se u rostlin s poléhavými nebo plazivými lodyhami. Semena dozrávají na konci lodyh, a tím se postupně uvolní a rozmístí v prostoru. Blastochorií se rozšiřuje ptačinec žabinec *(Stellaria media)*, rozrazily *(Veronica)*. *Herpochorie* – diaspory se posunují od mateřské rostliny pomocí hygroskopických útvarů například osin, které jsou různě zkroucené, za vlhka se narovnávají, tím reagují na změnu vlhkosti. Toto můžeme pozorovat u ovsa hluchého *(Avena fatua)* nebo pumpavy obecné *(Erodium cicutarium)*.
Anemochorie – šíření semen vzduchem. Tímto způsobem jsou šířena velmi malá semena, nebo plody s různými útvary, které umožní šíření semen na větší vzdálenosti. Ochmýřené plody vytváří řada druhů z čeledi hvězdnicovitých pampeliška *(Taraxacum)*, pcháč *(Cirsium)*, mléče *(Sonchus)*, starček *(Senecio)*. Pomocí křídel se šíří lnice květel *(Linaria vulgaris)*, pluchy chundelka metlice *(Apera spic-venti)* a také smena s nízkou hmotností, výtrusy přesliček *(Equisetum)* jsou rozšiřována tímto způsobem. *Sematochorie* – šíření semen probíhá působením vnějších faktorů jako je vítr, voda, zvířata, mechanizace. Plody, které se tvoří na konci lodyh, se po dozrání otvírají, ale semena nemohou vypadnout. Lodyhy jsou rozkývány větrem a semena vypadávají. Pomocí sematochorie se rozšiřuje mák vlčí.
Hydrochorie – šíření diaspor pomocí vody. *Nautochorie* - diaspory s malou hmotností plavou na hladině a jsou unášeny proudem vody. *Bytisochorie* - semena jsou ponořená a unášená u dna proudem vody. Takto se šíří invazní netýkavka žláznatá *(Impatiens glandulifera)*. *Ombrochorie* - šíření semen prostřednictvím energie dešťových kapek.
Zoochorie – diaspory se šíří pomocí živočichů. Toto šíření je poměrně časté. *Endozoochorie* – šíření semen v zažívacím ústrojí živočichů. Živočich semeno pozře, prochází zažívacím ústrojím a s výkaly je vyloučeno. Semena s tímto způsobem šíření mají pevné obaly, které jim

umožní projít tělem bez porušení například merlík bílý *(Chenopodium album),* ježatka kuří noh *(Echinochloa crus-galli)*, laskavec srstnatý *(Amaranthus retroflexus)*. *Exozoochorie* – diaspory se šíří na povrchu těla živočichů pomocí různých povrchových struktur, které umožní jejich uchycení na těle živočicha. Mohou to být háčky u mrkve obecné *(Daucus carota)*, nebo ostny svízel přítula *(Galium aparine)*, sliz, kterým se semena přilepí jitrocele *((Plantago)*. *Dyszoochorie* – živočichové si tvoří zásoby (semena, oddenky, kořenové výběžky).
Antropochorie – šíření pomocí člověka nebo jeho aktivit. Šíření je i mezi kontinenty. *Ethelochorie* – záměrné šíření vysíváním či vysazováním. *Spierochorie* – šíření semen nečistým osivem. Je důležité sledovat čistotu osiva. Problém je u semen, která jsou podobná velikostí a tvarem osivu plodiny. *Agrochorie* – šíření diaspor dopravou a související činností. *Ergasiochorie* – šíření semen znečištěnou mechanizací (sklizňové stroje, stroje na zpracování půdy).

3.1.5 Klíčení semen plevelů a dormance

Jursík (2018) říká, že semena se po dozrání a rozšíření dostávají do půdy a vytvářejí půdní zásobu plevelných druhů. V důsledku zpracování půdy se nacházejí semena v různé hloubce, kde si udržují různě dlouhou dobu klíčení od velmi krátké až několik let i desetiletí. Životnost diaspor je ovlivněna vyzrálostí semen, hloubkou uložení, vlivem prostředí (vlhkost, teplota, provzdušněnost půdy, půdní mikroflóra). Půdní zásoba semen činí 5.000 – 15.000 semen/m^2. Ročně odumře 50-80 %, vzejde1-10 % semen, ostatní semena zůstávají v dormativním stavu. Většina semen potřebuje v době klíčení dostatek vody a kyslíku, důležitá pro klíčení semen je i teplota. Rozlišujeme tři teplotní body: Teplotní minimum – teplota, kdy semena začínají klíčit. Na snížení teploty pod hranici minima reagují semena zastavením klíčení. Teplotní maximum – nejvyšší teplota, při níž ještě semena klíčí. Teplotní optimum – při této teplotě semena klíčí nejlépe. Dále je klíčení semen ovlivněno i světelným zářením. Některá semena klíčí lépe za denního světla, jiná ve tmě. Rozlišujeme pozitivní fotoblasticitu, která stimuluje klíčivost světlem (malá semena, která klíčí na povrchu půdy) a negativní fotoblasticitu, při které světlo vyvolá inhibici klíčení (velká semena, hlouběji uložená, indiferentní reakce, vyskytuje se u většiny druhů (Jursík et al. 2018). Vzcházení plevelů je nejintenzivnější na jaře, ale i na podzim (ozimé plevele). Ozimé plevele vzcházejí při teplotě 1-5 °C, jarní plevele klíčí při teplotě 10 °C a teplomilné při 15 °C. Řada plevelů je schopna vzcházet během celého roku. Klíčení semen a dormance jsou děje, které spolu úzce souvisí (Smykal 2023). Dormance semen je spojena s rozšiřováním diaspor v čase. Dormance představuje klidový stav semene, není schopné klíčit a jeho metabolismus je snížen na minimum (Slavíková 1986).

Primární dormance je geneticky určená vlastnost semen. Je součástí dozrávání semen. Semena neklíčí ani v podmínkách vhodných pro klíčení. Semena vyklíčí po stimulu, který dormanci přeruší (střídání teplot, nízká teplota, světelný požitek). U primární dormance rozlišujeme formy:
Endogenní dormance vyvolaná vlastnostmi embrya, kdy semeno nemůže klíčit. *Fyziologická* dormance je ovlivněna biochemickými změnami (obsah fytohormonů), endogenně předurčuje roční periodicitu. *Morfologická* dormance je způsobena nedostatečně vyvinutým embryem.

Morfofyziologická dormance je kombinace obou dormancí, odstraněna stratifikací při nízkých či vysokých teplotách.
Exogenní dormance vyvolaná vlastnostmi ostatních struktur semene či embrya. *Fyzikální* je nepropustnost osemení či oplodí pro vodu. Zde je nutná abraze semen. *Chemická*, kde obaly semen obsahují látky inhibující klíčení. Semena obsahují ABA (kyselinu abscisovou). Tato látka je produkována embryem v konečné fázi dozrávání. Vzniká v chloroplastech v důsledku stresu rostliny, inhibuje růstové a vývojové procesy. Dále semeno obsahuje gibereliny, které vznikají v klíčících semenech. Jsou iniciátorem růstových procesů, mají antagonistický účinek vůči ABA, přerušuje dormanci a stimulují klíčení. *Mechanická* – příčinou jsou tvrdé dřevnaté struktury, které znemožňují růst embrya.

Sekundární dormance je vyvolaná nepříznivými podmínkami pro klíčení (nedostatek kyslíku, vlhkost půdy, nízká nebo vysoká teplota). Rozlišujeme různé typy dormance: *Termodormance* je vyvolána působením tepla. U rostlin klíčících na jaře je dormance indukována vyššími teplotami v červnu a červenci. Semena do zimy nevzejdou, přes zimu je dormance přerušena a semena na jaře vyklíčí. *Skotodormance* nastává u semen, které potřebují ke klíčení světlo, ale na několik dní jsou umístěny do tmy. *Fotodormance* je u některých druhů indukována prodlouženou expozicí bílého světla. *Osmodormance* nastává, když je nedostatek vody při klíčení. Semena většiny druhů procházejí sezónními cykly dormance, přičemž tento cyklus trvá, dokud semena nevyklíčí či neodumřou (Jursík et al. 2018).

Invaze

Činností člověka a změnou přírodních podmínek se rostliny mohou šířit a rozmnožovat na nová území, kde by se samy nemohly vyskytnout. Podle Mitchella et al. (2023) četnost nepůvodních druhů rostlin roste a je důležité pochopit vliv, který mohou mít nepůvodní rostliny na prostředí a společenstva, ve kterých integrují. Rozšiřování rostlin pomocí imigrace formou nákupu a prodeje zemědělských produktů, cestováním obyvatelstva, kdy si přiváží rostliny a semena z různých koutů světa. Dále se semena šíří přirozenou cestou (řeky, vítr, zvířata). Důležitý faktor pro invazi rostlin jsou příznivé podmínky, volný prostor v porostu. Ren et al. (2024) říká, že přetrávající změny teplot a živin v půdě mohou zvýšit pravděpodobnost invaze narušením ekologického spojení mezi rostlinou a půdou. Uchycením na stanovišti se rostliny kolonizují a opakovaně se reprodukují, navyšují hustotu populace a šíří své diaspory. Postupně rostliny zdomácňují, opakovaně kolonizují nová stanoviště, diaspory rozšiřují bez přispění člověka, šíří se na delší vzdálenosti a vytlačují původní druhy. Invazivní druhy jsou mračňák Theophrastův *(Abutilon theophrasti)*, psárka polní *(Alopecurus myosuroides)*, durman obecný *(Datura stramonium)*, bytel metlatý *(Bassia scoparia)*, proso vláskovité *(Panicum capillare)*.

3.1.6 Faktory ovlivňující výskyt plevelů

Plevele jsou výrazně tolerantní k rozdílným podmínkám prostředí.
Klimatické podmínky-semena plevelných rostlin, která se vyskytují na stanovišti s nižšími srážkami a stálou teplotou uložena v hloubce mají delší životnost. Klimatické faktory jako sled ročních teplot, střídání klimatu a srážky ovlivňují růst a vývoj plodin i plevelů, což může potenciálně změnit načasování a intenzitu konkurence plevelů (Soulé et al. 2021). Dalším

významným faktorem ovlivňující výskyt plevelů je **kultivace půdy,** kdy se půda provzdušní, semena se dostanou z vyšší hloubky k povrchu a dochází ke vzcházení plevelů. Colbach et al. (2000) říká, že rozmístění semen ve vertikální vrstvě půdy se mění různým zpracováním půdy. Podle Caetano et al. (2001) kvalitativní a kvantitativní zpracování půdy ovlivňuje změny v potenciálním zaplevelení. Významným faktorem je také **osevní postup**, kdy při častém používání obilovin v osevním postupu je zvýšen výskyt trávovitých plevelů například chundelky metlice, sveřepu jalového a heřmánkových plevelů heřmánkovec nevonný, při jednostranném používání chemické ochrany při hubení těchto plevelů dochází ke vzniku rezistencí vůči herbicidům. Podle Kalinové (2018) se boj proti plevelům orientuje na vynechání hostitelských rostlin z pěstebního procesu, čímž se dosáhne omezení specifických plevelů v dané plodině.

3.1.7 Význam plevelných rostlin

Význam plevelů je negativní i pozitivní. Plevele snižují výnosy plodin, dochází k ochuzování plodin o živiny, vodu, prostor a světlo. Někdy se ovlivňují rostliny mezi sebou například konkurencí, alelopatií a parazitismem, tím dochází k pomalému růstu a vývoji plodiny.

3.1.7.1 Negativní vliv plevelů

Plevele a plodiny spolu vytvářejí společenstva na orné půdě a navzájem mezi sebou interagují. Výsledkem interakcí může být snížení výnosu. Významnou funkcí plevelných rostliny je konkurence, kdy plevele ochuzují pěstovanou plodinu o životní prostor, světlo, vodu, živiny. V průběhu vegetace se intenzita a projevy konkurence mění. U každého druhu a plodiny je míra škodlivosti specifická. Botanická příbuznost plodiny a plevele také hraje určitou roli (Winkler 2023). Další špatnou vlastností plevelných rostlin je, že mohou být hostiteli různých chorob a škůdců polních plodin. V porostu se mohou vyskytovat živočišní škůdci, kteří tam nacházejí potravu a úkryt, tím dochází ke ztěžování polních prací a navýšení nákladů na ochranu rostlin. Kromě vysloveně škodlivých druhů ale rostou v kulturních porostech i takové, které svým výskytem plodině příliš neškodí, ale představují významnou část biologické rozmanitosti daného společenstva, plní řadu ekologických funkcí a není zapotřebí proti nim zasahovat (Jursík et al. 2018).

Konkurence (kompetice)

Jedná se o vzájemný vztah plevelů a plodiny, které soutěží o využití stejných zdrojů. Společně sdílejí stejné zdroje (záření, voda, živiny). Čím je zdroj méně dostupný, tím je konkurence o zdroj vyšší. Interakce mezi rostlinami mohou ovlivnit populační dynamiku a diverzitu rostlinných společenstev Chung et al. (2023). Známe dva typy konkurence:
Symetrická – plevel a plodina mají stejný přístup ke zdrojům.
Asymetrická – jeden z konkurentů je zvýhodněn, má nerovný přístup k zdrojům.
Konkurence vede k odumírání rostlin, které nejsou schopné se prosadit. Konkurenčně silné rostliny jsou takové, které na začátku rychle rostou, obsazují prostor, přerůstají ostatní rostliny. U plodin rozhoduje, jak rychle zaplní porost a nedají možnost plevelům vyrůst a porost

nevyžaduje regulaci plevelů. Plevele, které jsou ponechány v porostu, vytvářejí diaspory, které zvyšují půdní zásobu. Rozptylování diaspor se liší podle druhu, které vstupují do společenstev (Allbe et al. 2022).

Alelopatie

Alelopatie je podle Mezinárodní společnosti pro alelopatii proces, kdy rostliny uvolňují alelochemikálie, a tím ovlivňuji vývoj a růst okolních rostlin, což má za následek vzájemné inhibice mezi organismy (Shan et al. 2023). Tyto procesy vznikají v důsledku sekundárních metabolitů produkovaných inhibitory, mikroorganismy, rostlinami, houbami, viry. Xu et al. (2012) říká, že chemické interakce v rostlinách často zahrnují rostlinnou alelopatii a alelobiózu. Alelopatie je ekologický jev vedoucí k inetrferenci mezi organismy, zatímco alelobióza je přenos informací mezi organismy. Selhání plodin a nízké výnosy způsobené nevhodným managementem mohou souviset jak s alelopatií, tak s alelobiózou. Výrazný alelopatický účinek má pýr plazivý, brukvovité rostliny, pšenice ozimá, slunečnice.

Parazitismus

Parazitizmus je důležitá ekologická interakce, ve které organismy žijí uvnitř nebo vně jiného hostitelského organismu, získávají životně důležité zdroje, narušují vývoj hostitele a v některých případech vedou ke smrti hostitele (Scalon et al. 2024). Parazit odebírá z hostitelské rostliny látky potřebné pro svůj život (voda, produkty látkové výměny, živiny). Někteří parazité jsou vázaní na konkrétní rostlinu. Neobsahují chlorofyl, nemůže zde probíhat fotosyntéza.
Dle Jursíka (2018) parazité napadají nadzemní nebo podzemní části hostitele, kdy je rozdělujeme podle různých parametrů na: holoparazité – všechnu výživu získávají od hostitele, hemiparazité – využívají pouze částečně živiny.
Rozdělení podle dokončeného životního cyklu: *obligátní parazité* – pro vývoj a růst je nezbytná přítomnost hostitele
Rozdělení podle místa napadení: *kořenoví parazité* – semena parazitů se vyskytují v dormativním stavu v půdě, klíčení semen parazitů je iniciováno přítomností hostitele, který vylučuje strigolaktony a stimuluje klíčení. Kořen hostitelské rostliny je v blízkosti klíčícího semena parazita pouze několik milimetrů. Vytvořená haustoria parazitické rostliny se napojí na vodivá pletiva hostitele. *Stonkový parazité* – semena parazitické rostliny jsou na povrchu půdy, klíčí na světle. Parazit si najde hostitele pomocí volativních látek (chemické signály), haustoria se napojí na vodivá pletiva hostitele.

3.1.7.2 Pozitivní vliv plevelů

Plevele mají i pozitivní vliv. Plevele mohou působit jako ochrana proti větrné erozi, nadměrným vypařováním vody v meziporostním období nebo v nezapojeném porostu. Při zapravení rostlin obohatíme půdu organickou hmotou. Plevel je třeba se zapravit dříve, než dozrají semena, aby nedošlo k obohacení půdní zásoby semen. Rozkvetlé plevelné rostliny poskytují hmyzu nektar, pyl pro potravu a opylování. Winkler (2023) říká, že plevelné rostliny jsou součástí biodiverzity krajiny, plevele poskytují potravu býložravcům, hmyzu poskytuje pyl a nektar. Plevele z čeledi bobovitých obohacují půdu o dusík, který je fixován hlízkovými

bakteriemi rodu Rhizobium. Nejčastěji jsou to vikev huňatá *(Vicia villosa)*, hrachor hlíznatý *(Lathyrus tuberos)*, tolice dětelová *(Medicago lupulina)* (Jursík et al. 2018).
Monokultury kvetou v jednom období a po odkvětu již nic nekvete. Plevele kvetou od března do října a tím poskytují potravu pro hmyz po celou sezónu. První rozkvétají ozimé plevele, například rozrazil perský *(Veronica persica)*, kokoška pastuší tobolka *(Capella bursa-pastoris)*, hluchavka nachová *(Lamium purpureum)*, violka rolní *(Viola arvensis)*, penízek rolní *(Thlaspi arvense)*. Další druhy kvetou postupně v červenci, je to lebeda rozkladitá *(Atriplex patula)*, mléč rolní *(Sonchus arvensis)*. Dále plevelné rostliny poskytují potravu pro zvěř (zajíci, srnčí zvěř, koroptve, bažanti). Pro člověka jsou také plevele významné, sbírá je jako léčivé rostliny, je ale důležité, aby nebyly chemicky ošetřené. Patří sem například zemědým lékařský *(Fumaria officinalis)*, pampeliška *(Taraxacum* sect. *Ruderalia)*, kostival lékařský *(Symphytum officinale)*, řebříček obecný *(Achillea millefolium)*, kopřiva dvoudomá *(Urtica dioca)*, jitrocel kopinatý *(Plantago lanceolata)*. V dobách nedostatku potravin lidé sbírali různá semena a mleli je na mouku pro výrobu chleba. Listy se mohou využít na výrobu salátů. Plevele je možné použít i jako píci pro krmení domácích zvířat (Jursík et al. 2018).

3.1.8 Významné plevele ozimých plodin

Ozimé plevele jsou nejpočetnější skupinou plevelů. Vzcházejí na podzim, kdy přečkávají zimu, tak i během celé vegetace. Zimu přečkávají ve formě listové růžice.
Zaplevelují hlavně ozimé plodiny (přenice ozimou, řepku ozimou, ječmen ozimý, ...)
Podle Kazdy et al. (2010) do plevelů, které zaplevelují ozimé plodiny, patří například tyto rostliny:
Heřmánkovec nevonný *(Tripleurospermum inodorum)* patří do čeledi hvězdicovitých. Heřmánkovec má kůlový větvený kořen. Listy jsou 2-3 krát peřenosečné, lysé, světle zelené. Hodně se větví, bohatě roste, výška 40–80 cm, zabírá hodně místa, vody, světla. Je to jeden z nejrozšířenějších druhů, najdeme ho v nížinách až v horských oblastech ve všech plodinách. Šíří se od okrajů ke středu pozemku. Nenáročný na půdní podmínky, snáší vlhké půdy s nízkým obsahem vápníku. Jedna rostlina může vyprodukovat 50.000 – 100.000 semen. Semena klíčí z povrchu půdy od září do listopadu a na jaře od března do dubna.
Hluchavka nachová *(Lamium purpureum)* patří do čeledi hluchavkovité. Tvoří kratší kulovitý kořen s postranním větvením. Listy jsou vstřícné, mělce vykrojené u báze srdčité, na okraji chlupaté. Lodyha je vzpřímená, dutá, čtyřhranná. Květy jsou v horní části lodyhy v úžlabí listů, fialové. Tvoří husté porosty, zůstává ve spodním patře a zastiňuje vzcházející rostliny. Rostlina vyprodukuje až 30.000 diaspor. Klíčí z hloubky 2 cm, je schopna vzcházet z hloubky 7 cm, během celého roku nejlépe od března – května.
Chrpa modrá *(Centaurea cyanus)* řadíme ji do čeledi hvězdnicovité. Kořen je kůlový, hluboký. Listy jsou nepravidelně mělce vykrajované s tmavými hroty, na rubu bílé plstnaté. Květy jsou v úborech modrofialové. Na jedné rostlině se vyvine až 1.500 diaspor. Vzchází z hloubka až 8 cm během podzimu. Šíří se od okrajů pozemku.
Chundleka metlice – (*Apera spica-venti)* patří do čeledi lipnicovitých. Volně trsnatá tráva. Kořeny jsou svazčité. Listy bývají více žilné, ostře zašpičatělé, pravotočivé, nápadně roztřepený jazýček. Stébla 120 cm, vysoká, přímá. Lata je rozkladitá, klásky jednokvěté nafialovělé. Jedna rostlina vyprodukuje 1.300 – 5.500 obilek. Vzcházejí na podzim z povrchu půdy. Ke klíčení

vyžaduje světlo. Vyskytuje se rezistence k herbicidům. Je třeba střídat herbicidy s různým mechanismem účinku.

Kakost maličký *(Gieranium pusillum)* řadíme do čeledi kakostovitých. Má tenký kůlový kořen. List je dlanitolistý, jemně chlupatý. Na podzim tvoří přízemní růžici listů z níž na jaře vyrůstá lodyha. Květy jsou pravidelné, pětičetné. Roste v lehčích půdách s dostatkem dusíku. Vyskytuje se v nižších až středních polohách. Jedna rostlina vytvoří několik set semen.

Kokoška pastuší tobolka *(Capsella bursa-pastoris)* má větvovitý kořen s postranními kořeny. Listy má okrouhlé, eliptické, opak vejčité porostlé chloupky. Další listy jsou peřenolaločnaté, peřenosečné v listové růžici. Květy má bílé v hroznovitých květenstvích. Jsou méně konkurenceschopné, ale vyskytují se častěji. Patří do čeledi brukvovitých, proto může být i hostitelem chorob a škůdců této čeledi. Jedna rostlina je schopná vyprodukovat až několik tisíc semen. Klíčí velice dobře z povrchu půdy nebo z hloubky 2-3 cm. Vyskytuje se ve všech nadmořských výškách.

Lipnice roční *(Poa annua)* řadíme do čeledi lipnicovité, méně vzrůstná, volně trsnatá tráva. Kořeny má tenké svazčité. Listová pochva je slabě smáčknutá, světle zelená. Listy jsou s dvěma žilkami s dvojrýžkou. Stébla dorůstají do 30 cm na konci bývá volná lata. Na jedné rostlině je několik set semen, které klíčí z povrchu, jsou fotoblastické, klíčí z hloubky 3 cm. Lipnici najdeme ve všech oblastech.

Mák vlčí *(Papaver rhoeas)* řadíme do čeledi mákovitých. Má eliptické peřenosečné, chlupaté. Listy má okrouhlé. Lodyha je přímá až 100 cm štětinatá. Květy jsou sytě červené na bázi s tmavofialovou skvrnou. Vytváří až 15.000 semen, vzchází z povrchu půdy. Mák se vyskytuje převážně v teplejších oblastech na vlhčích, hliněných půdách.

Penízek rolní *(Thlaspi arvense)* patří do čeledi brukvovitých, může být hostitelem chorob a škůdců brukvovitých plodin (řepka ozimá). Má tenký kůlový kořen s postranními kořeny. Listy jsou eliptické, nepravidelně zvlněné, lysé, světle zelené. Stonkové články jsou velmi krátké, připomínají listovou růžici. Lodyha dorůstá do 50 cm. Květy má hroznovité, žlutozelené s bílým lemem. Produkuje cca 1.500 semen, vzcházejí z hloubky 5 cm. Zaplevelují všechny plodiny ve všech oblastech.

Ptačinec prostřední *(Stellaria meida)* patří do čelei hvozdíkovité. Kořeny jsou mělké, bohatě větvené. Listy má malé, okrouhle vejčité, lesklé. Bohatě větví, lodyhy dlouhé až 40 cm. Bílé květy vyrůstají v úžlabí listů. Jedna rostlina vyprodukuje až 20.000 semen, klíčí z hloubky 1 cm. Vyskytuje se na celém území. Preferuje úrodné půdy. Zůstává v nejnižším patře.

Violka rolní *(Viola arvensis)* řadíme do čelei violkovitých. Kořen je tenký, kůlový. Listy má střídavé, okrouhle vejčité s mělkými vroubky, téměř lysý. Vystoupavá lodyha bývá 20 cm vysoká. Květy jsou světle žluté až smetanové. Dolní korunní lístek má žlutou skvrnu. Tvoří cca 60 semen. Klíčí z hloubky 2 cm. Vytváří souvislé, husté porosty. Je nejrozšířenější na našem území ve všech nadmořských výškách. Vyznačuje se poměrně vysokou odolností proti herbicidům.

Zemědým lékařský *(Fumaria officinalis)* patří do čeledi zemědýmovitých. Je to drobnější rostlina s kořeny v povrchových vrstvách ornice. Listy má trojčetné, 2x peřenosečné. Lodyha je vzpřímená 30 cm, keříčkovitého vzhledu. Květy jsou uspořádané v hroznech, růžové až purpurové. Jedna rostlina vytvoří až 1.600 semen, vzchází z hloubky 4 cm. Vyskytuje se od nížin k podhůří. Vyhovuje mu dostatečně zásobené půdy. Zemědým je poměrně tolerantní k herbicidům.

3.2 Metody regulace zaplevelení

Od doby, kdy se v minulosti začaly pěstovat plodiny v monokulturách, byl problém s výskytem plevelů. Nejprve lidé regulovali plevel ručně. Postupem času začalo omezování plevelů formou úhorů. Dále se začalo v zemědělství využívat střídání osevních postupů, čištění osiva. Později se začaly využívat chemické látky označované jako herbicidy. Regulace plevelných rostlin je promyšlené a soustavné snižování plevelných rostlin a diaspor v půdě. Fungující systém regulace propojuje agrotechniku, zpracování půdy, použití herbicidů a dalších metod vedoucích ke snížení výskytu plevelů (Mikulka et al. 2021).

3.2.1 Nepřímé metody regulace plevelů

Agrotechnické postupy, které brání a omezují negativní interakci s plodinou.

Výběr vhodného pozemku pro pěstování plodiny: na pozemek, který je zaplevelený určitým druhem plevele, která se špatně reguluje v dané plodině. Tuto plodinu na takovém pozemku nevyséváme.

Hnojení statkovými hnojivy: semena plevelných rostlin prochází trávicím traktem a dostávají se do statkových hnojiv. Některé druhy plevelů rostou blízko hnojišť. Zde vytvářejí mohutné rostliny s velkým množstvím semen. Tím se semena dostávají do hnoje a při hnojení na pozemek. Je důležité udržovat hnojiště v bezplevelném stavu a používat vyzrálý hnůj. Smutný (2018) říká, že na pozemcích hnojených chlévským hnojem se vyskytují různé druhy plevelů, lilek černý, blín černý, pěťour maloúborný. Proto je důležité snížit zdroj semen ve slámě, odstraňovat plevele z hnojiště před vytvořením semen.

Vhodný osevní postup: využíváním osevních postupů se správným střídáním plodin zabráníme šíření plevelových společenstev. Jestliže je daná plodina zařazována do osevního postupu častěji, začne se také objevovat plevelné spektrum typické pro tuto danou plodinu. V současné době se vyskytují osevní postupy s častým střídáním ozimých plodin, objevují se zde jednoleté ozimé plevele. Osevní postup zvyšuje výnos a snižuje výsky dominantních plevelů, omezuje jejích množení a tím snižují půdní zásobu semen (Froud-Wiliams 1988).

Zpracování půdy: podle Smutného (2018) v posledních letech zaznamenala technologie zpracování půdy množství změn. V současné době se používají systémy, které se odlišují zásadami a účinností zpracování půdy. Pro komplexní regulaci plevelů využíváme při zpracování půdy podmítku, orbu, předseťové zpracování půdy. Podmítku provádíme po sklizni, aby se zapravily plevele, které zůstaly po sklizni. Do hlubší vrstvy půdy se zapraví semena plevelů a výdrolu, kde nemohou vzcházet. Orbou můžeme odstranit další plevelné rostliny, které vzešly po podmítce. Předseťovou přípravou půdy opět regulujeme plevele, vzešlé po orbě.

Pěstování meziplodin: meziplodiny omezují díky své konkurenceschopnosti vysemeňování plevelných rostlin a tím usnadní regulaci plevelů v následné plodině. Hlavním významem meziplodin je zachytávat dusík pěstováním a přijímat minerální dusík z půdy v obdobích, kdy by půda ležela ladem, čímž se zabrání ztrátám dusíku drenážní vodou. Pěstování meziplodin může recyklovat část dusíku do následných plodin a také dlouhodobě zvýšit obsah organické hmoty v půdě a úrodnost půdy (Dabney et al. 2010).

Mulčování: Mulčování na pozemku omezuje klíčení plevelných plodin. Mulčování plodin se používá jako jedna z technologií hospodaření s vodou, snížením odparu vody, regulaci plevelů a snížení utužení půdy v oblastech náchylných k suchu (Birara et al. 2023).

3.2.2 Přímé metody regulace plevelů

Jedná se o metody, jejichž cílem je odstranit plevele z porostu. Metody rozdělujeme na mechanickou, fyzikální, biologickou, chemickou.

3.2.2.1 Mechanické metody

Štrobach et al. (2021) uvádí, že zpracování půdy je základním opatřením v regulaci plevelů, které určuje biodiverzitu plevelné škály. Zpracování půdy se provádí různými operacemi. Při podmítce dojde k zaklopení diaspor na povrchu půdy a vytrvalých plevelů. Po vzejití plevelů je pole zoráno, aby se zapravily posklizňové zbytky a vzešlé plevele neměly možnost reprodukce. Ke změnám druhového spektra dochází při minimalizaci zpracování půdy, kdy stoupá zastoupení jednoletých ozimých trávovitých plevelů například psárka polní, svěřep jalový, chundelka metlice. Nejjednodušší a účinné je ruční odstranění plevelů. Odstraňování plevelů tímto způsobem je velice pracné i cenově náročné. Proto se tato metoda využívá pouze na malých plochách, například v zahradnictvích. Velkoplošně se ručně odstraňování plevelů nevyplatí. V polních plodinách využíváme vláčení prutovými branami, které poškodí vzcházející plevele. Vláčení se využívá na vzešlém a dobře zakořeněném porostu, aby nedošlo k poškození plodiny tímto způsobem. Vláčením je možné odstranit 30–80 % plevelů v závislosti na růstové fázi plevelného druhu (Jursík et al. 2018). Další metoda podle Hansueliho et al. (2017) je technika falešného seťového lůžka, kdy se snižuje množství semen plevelů v ornici a v důsledku toho výrazně snižuje konkurenci jednoletých plevelů v následné plodině. Další účinnou regulaci plevelů můžeme provést plečkováním. Často se plečkování využívá u širokořádkových plodin. Plečky narušují půdu do hloubky několika centimetrů a tím narušují kořeny plevelů. V případě, že je půda vlhká, může dojít k regeneraci plevelných rostlin. Je patrné, že plečkování závisí i na průběhu počasí a půdních podmínkách. Plečkování i vláčení provádíme několikrát za vegetaci, převážně v ekologickém zemědělství.

3.2.2.2 Fyzikální metody

Fyzikální metody jsou velmi účinné, ale energeticky velice náročné. Obavy z rostoucího používání pesticidů a zvyšující se přechod na ekologické zemědělství vedly k výzkumu fyzikálních metod regulace plevelů (Melander et al. 2005). Nejčastější metoda je využití vysoké teploty, při níž dojde k nevratnému poškození buněk a pletiv. Při této metodě plamen ohřeje rostlinnou buňku na 70 °C. Buněčná šťáva projde buněčnou stěnou a dojde k likvidaci rostliny během několika dní. Jako zdroj energie se využívá propan-butan (Kalinová 2018). Další metoda, která se využívá je solární metoda. Rana (2018) říká, že se jedná o účinnou metodu regulace plevelů. Základním principem je sluneční světlo, které má podobu krátkých elektromagnetických vln, které procházejí průhlednou polyethylenovou fólií a dostávají se do půdy. V důsledku toho se půda zahřívá a vyzařuje dlouhovlnné teplo, které nemůže projít průhlednou fólií a tím zabrání růstu plevelů. Tyto fyzikální metody lze využít v zahradnictví

nebo v ekologickém zemědělství na malých plochách. Slabé stránky fyzikálních metod jsou malá pracovní rychlost, vysoká energetická náročnost, hrozí zde poškození plodiny.

3.2.2.3 Biologická ochrana

Metoda využívá negativních interakcí mezi rostlinami a různými organismy. Rostliny jsou napadány různými živočišnými organismy například roztoči, hlísty, hmyzem a chorobami jako jsou bakterie, houby, viry. Cílem biologické ochrany je využít tyto organismy k cílenému hubení plevelných rostlin. Nedojde k úplnému odstranění plevelného druhu, ale sníží se jeho početnost (van Klunen et al. 2015). Podle Štrobacha et al. (2023) jsou bioregulátory druhově specifické, jsou závislé na množství plevelů. Tato metoda je šetrná k životnímu prostředí, ale časově náročná, nevhodná pro krátkodobou regulaci. Organismy, které jsou v biologické ochraně využívané, jsou běžně přítomné v porostech, ale nacházejí se v malém množství. V případě, že chceme tuto metodu využít, je třeba přítomnost těchto organismů zvýšit, jedná se o metodu *augumentační* - zvýšení populační hustoty organismů v laboratoři a vrácení zpět na pozemek. *Inundační* metoda je hromadná jednorázová aplikace bioregulátoru bez dlouhodobého působení. Příkladem je například využití mykoherbicidů. Vliv směsi Ustilago trichophora na ježatku kuří nohu. *Inokulační* metoda spočívá ve využití introdukce přirozených regulátorů například parazitů a herbovirům, které se nachází v původní oblasti výskytu plevelů. Před použitím této metody je důležitá znalost biologie bioregulátoru. Často využívanými bioregulátory jsou mandelinka ředkvičková při regulaci šťovíku tupolistého. Na pastvinách a trvalých travních porostech je množné jako bioregulátor využít ovce a kozy (Štrobach et al. 2023).

3.2.2.4 Chemické metody

Herbicidy jsou chemické látky, které inhibují v plevelné rostlině fyziologické pochody. Dochází k zastavení růstu a odumření rostliny. Herbicidy se využívají na zemědělské i nezemědělské půdě. Mikulka (2019) uvádí, že druhové složení plevelných rostlin v posledních desetiletích nejvýznamněji ovlivnilo používání herbicidů. Herbicidy se začaly využívat již od začátku minulého století ve formě anorganických herbicidů. Organické herbicidy se začaly využívat po druhé světové válce. V současné době se používají herbicidy z různých chemických skupin s různými účinnými látkami, různým mechanismem účinku. Nevýhodu může být poškození plodiny, nebo vznik rezistence při častém používání látek se stejným mechanismem účinku. Tato metoda je energeticky, nákladově méně náročná než ostatní metody s vysokou účinnost. Podle Jursíka et al. (2018) jsou v současnosti kladeny požadavky na herbicidy například při nízkých dávkách rychlá a vysoká účinnost, bezpečnost k životnímu prostředí, dostupná cena a levná výroba. Pro dosažení správného účinku herbicidu je potřeba, aby byla zasažena cílová rostlina s dostatečným množstvím účinné látky, která bude transportována na místo účinku a mohl být inhibován cílový enzym. Podle toho, jak herbicid inhibuje proces v rostlině, nazýváme mechanismus účinku. Celosvětová **klasifikace herbicidů HRAC – Herbicide Resistance Action Comittce, člení herbicidy do několika skupin.**
Rozdělení skupin herbicidů podle Jursíka et al. (2018):

3.2.2.4.1 Inhibitory fotosyntézy

Herbicidy s tímto mechanismem účinku působí na procesy, které působí v lipoproteinových tylakoidních membránách chloroplastů, kde jsou dva druhy center fotosystém I. a fotosystém II.

Inhibitory fotosystému II. (PS II.)

K porušení toku elektronů dochází mezi plastochinem Q_B a proteinem D_1. Příznaky na rostlině se projevují jako chlorózy listů a následné nekrózy. Herbicidy se vážou na stejný protein D_1, ten má však 3 různá vazebná místa C1 – triaziny, fenylkarbamáty C2 – substituované močoviny a C3 – nitrily.

Podle způsobu příjmu je dělíme do dvou skupin

Půdní herbicidy: triaziny – *terbutylazin*, triazinony – *metribuzin, metamitron*, substituované močoviny – *chlorotoluron, linuron, isoproturon*, pyridazinony – *chloridazon*

Jsou určeny pro preemergentní aplikaci, jsou přijímány převážně kořeny. Účinná látka je v rostlině transportována xylemem. Plevele jsou zasaženy až do vzejití, kdy malé rostlinky začínají asimilovat. Tyto herbicidy mají dlouhou perzistenci v půdě. Z tohoto důvodu jsou postupně vyřazovány. *Chlorotoluron* je používán k regulaci chundelky metlice. *Metribuzin* je používán k regulaci dvouděložných plevelů v bramborách.

Herbicidy přijímané listy: benzodiathiazoly – *bentazone*, nitrily – *bromoxynil*

Jsou to kontaktní herbicidy. U těchto herbicidů je důležité zasažení celé rostliny. Příznaky na rostlině se projevují chlorózou mezi nervaturou a následující nekrózou.

Bentazon se používá proti jednoletým dvouděložným plevelům v obilninách a kukuřici.

Inhibitory fotosystému I. (PS I.)

Kationty bipyridilů – *paraquat* a *diquat* zachycují volné elektrony přenašečů, vznikají volné radikály, ty reagují s kyslíkem a tvoří hydrogen peroxid. Dále vznikají hydroxylové radikály. *Diquat* – neselektivní herbicidy, přijímány pouze listy. Je nutné zasažení celé rostliny. Příznaky poškození jsou viditelné již po 2 hodinách. Pletiva hnědnou, zasychají. Během 3 dnů rostliny hynou. V půdě nezůstávají rezidua, protože herbicid je přijímán listovou plochou.

3.2.2.4.2 Inhibitory biosyntézy rostlinných pigmentů

Velký význam pro fotosyntézu má chlorofyl, který aktivací slunečním zářením přechází do excitovaného stavu a předává elektron na elektronový transportní systém světelné fáze fotosyntézy.

Inhibitory syntézy porfyrinů (PPO inhibitory)

Jsou velice účinné herbicidy, působící i v malých dávkách na hektar. Typické poškození se projeví vybělením pletiv a ztrátou pigmentu.

Kontaktní herbicidy: *Carfentrazone* – použití v obilninách na dvouděložné jednoleté plevele. Účinek je viditelný po několika dnech. Zasažené rostliny hnědnou a zasychají.

Půdní a listový příjem: *Bifenox, flumioxazin* jsou přijímány rostlinou, listem i kořeny. Používají se do obilovin a slunečnice preemergentně. Zasažené vzcházející plevele nekrotizují a odumírají. Při vyšší intenzitě osvětlení se účinnost urychluje.

Inhibitory syntézy p – hydroxyfenyl pyruvát dioxygenázy (HPPD inhibitory)
Zastavení tvorby asimilátů. Rostliny jsou výrazně vybělené důsledkem rozpadu chlorofylu. *Isoxaflutole* se používá jako preemergentní herbicid v kukuřici. Při vysoké půdní vlhkosti a na lehkých půdách je poměrně perzistentní. *Tembotrione, topramezone, mesotrione* jsou selektivní herbicidy k regulaci trávovitých a dvouděložných jednoletých plevelů v kukuřici.
Inhibitory fytoendesaturázy (PDS)
Dochází k rozpadu chlorofylu, rostlina má vybělená pletiva a odumírá. *Diflufenican, flurochloridone* jsou herbicidy pro preemergentní použití. Převážně kořenový příjem, široké spektrum působení na trávovité a dvouděložní plevele. V rostlině jsou účinné látky rozváděny xyemem. V půdě přetrvávající středně dlouho.

3.2.2.4.3 Inhibitory syntézy aminokyselin

Inhibice je spjata s dalšími pochody například asimilací amoniaku, syntézou alkaloidů, fotosyntézou. Většina pochodů probíhá v chloroplastech za světla, proto se zde nacházejí enzymy této herbicidní skupiny. Zablokováním enzymů dochází k inhibici syntézy organických látek, aminokyselin, omezení transportu asimilátů, a tím je zastaven růst rostlin.
U této skupiny herbicidů jsou cílovými enzymy glutamin syntetáza (G, S), acetolaktát syntáza (ALS), enolpyruvylšikimát – 3 – fosfát syntáza (EPSPS).
Inhibitory glutamin syntetázy (G, S)
Tyto herbicidy blokují glutamin syntetázu enzym metabolismu dusíku. Amoniak se hromadí v buňce, ten je ve vysokých dávkách pro rostlinu toxický. To má za následek inhibici fotosyntézy a rozpadu chloroplastů. Tyto herbicidy jsou vysoce účinné. Po aplikaci herbicidu dochází k poklesu fotosyntetické aktivity již během několika hodin. Do 5 dnů rostliny zežloutnou a do 2 týdnů odumírají. Herbicidy jsou přijímány listy, z tohoto důvodu nezanechávají v půdě rezidua. Pro aplikaci a vysokou účinnost je třeba dokonalé pokrytí listové plochy. Nejvíce používaný je *glyfosinate – NH_4* (amonná sůl). Jedná se o neselektivní, postemergentní herbicid.
EPSPS inhibitory
V rostlinách dochází k narušení syntézy aromatických aminokyselin a tím dochází k blokaci enzymu EPSPS. Tyto látky jsou přijímány listovou plochou. V půdě dochází k rychlé degradaci. EPSPS jsou disociovány na soli glyphosate a sulphosate. *Glyphosat* je přijímán listy, kde je floémem rozváděn do všech částí rostlin nadzemních i podzemních. Glyphosáty se využívají jako neselektivní herbicidy na nezemědělských půdách, u cest, železnic, lesních porostech. Příznaky se projevují pomalu. Nejprve rostliny zastavují růst, po několika dnech se objevují chlorózy, rostliny vadnou. Během 1–3 týdnů se objevují nekrózy a odumírání rostlin.
ALS inhibitory (Acetolaktát syntáza)
Skupiny těchto herbicidů inhibují aktivitu enzymu ALS v chloroplastech. To má za následek zastavení tvorby aminokyselin, následně inhibice DNA, zastavení dělení meristematických pletiv a omezení transportu asimilátů. Rostliny zpomalují růst, zasychá vegetační vrchol. Účinek pozorujeme po 3–4 týdnech. Nejvýznamnější inhibitory ALS jsou sulfonylmočoviny, triazolopyrimidiny, imidazolinony. Sulfonylmočoviny jsou nejvýznamnější inhibitory ALS. Nejvíce jsou tyto herbicidy využívány v obilovinách. Používají se preemergentně i postemergentně. Na jaře jsou v obilninách využívány *sulfosulforon, mezosulforon, iodosulfuron*. V kukuřici jsou velmi účinné *foramsulforon, nicosulforon* na trávovité i

dvouděložné plevele. Herbicidy se aplikují v nízkých dávkách, mají nízkou toxicitu pro ryby a včely. U těchto látek vzniká rezistence. Triazolopyrimidiny inhibují ALS jsou používány *florasulam,* který je využíván na jaře v ozimých plodinách proti dvouděložným plevelům. *Pyroxsulam* se používá proti trávovitým plevelům v ozimech. Imidazolinony také inhibují ALS. Používají se herbicidy s účinnou látkou *imazamox,* která působí na široké spektrum plevelů v jetelovinách nebo luskovinách. Herbicidy mají dlouhou dobu rozkladu v půdě a mohou poškodit i následnou plodinu.

3.2.2.4.4 Inhibitory syntézy lipidů

Syntéza probíhá v plasmidech a endoplazmatickém retikulu, kde dochází k esterifikaci mastných kyselin.

Inhibitory ACCasy

Jedná se o listové graminicidy. Enzym ACCasy se nachází v chloroplastech a dělivých pletivech. Při blokování enzymu ACCasy dochází k porušení tvorby buněčných membrán a zastavení tvorby mastných kyselin. Inhibitory ACCasy můžeme členit na: *fopy* → aryloxy-fenoxy propionáty. Snadný příjem a transport do buňky, kde jsou přetvořeny na kyseliny a rozváděny po celém těle, v půdě jsou rozkládány mikrobiálně. *Dimy* → cyklohexan – diony, pomalý transport v rostlině jsou rozkládány slunečním zářením. Z tohoto důvodu je vhodná aplikace herbicidů v podvečer. *Deny* → fenylpyrazoleny herbicidy jsou přijímány listovou plochou. V rostlině je látka pomalu rozváděna floémem i xylemem do meristematických částí, kde začne účinkovat, 2-3 dny po aplikaci rostliny přestávají růst. Následně nejmladší listy žloutnou, nekrotizují a odumírají, po aplikaci rostliny hynou za 2-3 týdny. Nejvíce se tyto herbicidy využívají k regulaci trávovitých plevelů v porostech dvouděložných plodin, hubení výdrolu v řepce, či pýru plazivého ve vyšších dávkách v bramborách.

Inhibitory prodlužování řetězců mastných kyselin

Enzym se nachází v endoplazmatickém retikulu inhibuje syntézu mastných kyselin s dlouhými řetězci. Při aplikaci na trávovité plevele se příznaky projeví nevzejitím rostliny a u dvouděložných plevelů se zvětšují děložní lístky, listy se nerozbalí, kořeny jsou tlusté, křehké a krátké.

3.2.2.4.5 Inhibitory stavby mikrotubulů

Mikrotubuly jsou důležité buněčné struktury. Podílejí se na růstu a utváření buněk. Herbicidy této skupiny narušují syntézu mikrotubulů. Inhibitory zasahují dělivá pletiva v apikální části klíčku a kořenové čepičce. Po aplikaci na dvouděložné plevele nevzejdou nebo vzejdou pouze děložní lístky, kořeny jsou deformované. Trávovité plevele vytvoří napuchlé koleoptile. Nejpoužívanější účinné látky této skupiny jsou *pendimenthalin*. Pendimenthalin je používán preemergentě i postemergentně. U některých plodin zasažených touto látkou se projeví zakrslý růst, krátké kořeny. Výhodou je malé riziko vytvořené rezistencí.

3.2.2.4.6 Syntetické auxiny

Růstové herbicidy fungují jako rostlinné hormony, které narušují růstový režim. Rostliny ihned po zasažení otvírají průduchy, rostlina začíná nerovnoměrně růst. Během týdne se buňky nerovnoměrně dělí a pletiva rostou. Vytváří se postranní kořeny, listy a stonky se deformují. Do dvou týdnů rostlina odumírá. Herbicidy jsou přijímány listy i kořeny a rozváděny

floémem do pletiv. U dvouděložných rostlin jsou příznaky patrné na listech, lodyhách, kdy se nekontrolovaně kroutí. Nejčastěji se používají látky *MCPA, 2,4-D*. Při regulaci citlivých dvouděložných plevelů obilovin nebo na vytrvalé dvouděložní plevele, *2,4-D* a *dicamba* se používají jako kombinované herbicidy, *fluroxypyry* – použití v obilninách na svízel přítulu, *clopyralid* – aplikace na plevele rodu hvězdnicovitých podle Jursíka et al. (2018).

3.2.2.5 Aplikace herbicidů dle termínu

Aplikace herbicidů se řídí typem a úrovní zaplevelení, způsobem příjmu herbicidů, půdně-klimatickými podmínkami.

Aplikace před setím plodiny-tento způsob je využíván při aplikaci půdních herbicidů na urovnaný pozemek. Používají se herbicidy s účinnými látkami například *pendimentalin, metamitron*. Při aplikaci na nezpracovanou půdu jsou využívány neselektivní herbicidy na odstranění plevelů před založením porostu. Po aplikaci těchto herbicidů je třeba provést zpracování půdy po 10 dnech, aby došlo k zasažení všech orgánů rostlin.

Preemergentní aplikace - termín aplikace je po zasetí nejdéle před vzejitím plodiny. Herbicidy jsou přijímány kořeny, kdy působí při klíčení a vzcházení. Nejvíce jsou využívány herbicidy s účinnými látkami *dimethachlor, chlomazone, quinmerac* atd. Při aplikaci preemergentních herbicidů je důležité množství organické hmoty, znalost skladby plevelných společenstev na pozemku.

Postemergentní aplikace - aplikace se provádí po vzejití plodiny. Jedná se o nejrozšířenější způsob aplikace. Využívají se herbicidy, které jsou přijímány listy, nebo listy a kořeny současně. Herbicidy aplikujeme podle růstových fází plodiny a plevelů. Tyto herbicidy se nejvíce používají v obilninách, kukuřici, cukrové řepě jsou to herbicidy ze skupiny růstových herbicidů, ALS inhibitory, kontaktní a půdní herbicidy (Jursík et al. 2018).

3.2.2.6 Příjem herbicidů rostlinou

Jursík et al. (2018) uvádí, že herbicidy jsou přijímány různými částmi rostliny – kořenem, hypokotylem, listy, nebo kombinovaně.

Kořenový příjem-příjem herbicidů je pomocí kořenového vlášení a transportovány převážně xylemem. Příjem se uskutečňuje různými cestami. Vstup do apoplastu kořene spolu s vodou a solemi xylemem je transportován do nadzemních částí. Vstup do symplastu kořene přes epidermis a dále do endodermis a floemu. Tato cesta je pomalejší. Transport xylemem ovlivňuje sorpční prostředí, půdní vlhkost. Látky přecházejí ze symplastu do apoplastu.

Listový příjem - listový příjem je ovlivněn mnoha faktory. Aplikaci zhoršuje chladno, horko, stres rostlin, špatná kvalita aplikace. Pro dobrou účinnost herbicidů je třeba, aby herbicidy pokryly co největší listovou plochu. Pro vylepšení herbicidů můžeme použít adjuvanty. Důležitá je správná aplikace a použití různých velikostí kapének dávkou postřikové jíchy. Než se herbicid dostane do cytoplazmy, musí projít třemi vrstvami. Vrstva kutikuly je tvořena kutinem a voskem. Tato vrstva zabraňuje prostupu látek. Herbicidy pronikají do listu difúzí. Další vrstva je tvořena buněčnou stěnou, která je hydrofilní. Poslední vrstva je buněčná membrána, která je polopropustná. Listové herbicidy rozdělujeme na kontaktní a systematiky působící:

Kontaktní listové herbicidy musí být aplikovány na místo účinku. Listová plocha musí být dokonale zvlhčena herbicidem. Rostliny poměrně rychle odumírají. Kontaktní herbicidy jsou málo účinné na vytrvalé plevele, protože kořeny jsou nezasaženy. Vyšší účinnost je u dvouděložných plevelů.
Systematicky působící herbicidy jsou v rostlinách transportovány floémem i xylemem. Mají dobrou účinnost ve vyšších růstových fázích. Dobrá účinnost je při regulaci vytrvalých plevelů (Jursík et al. 2018).

3.2.3 Rezistence plevelů

Rezistence plevelů je dědičná schopnost plevelů přežít ošetření herbicidy v dávce, při které by za normálních okolností byla potlačena. Historie rezistence u plevelů sahá až do 40. let 20. století, kdy se začaly používat první herbicidy. První případy se objevily u plevelů, které byly vystaveny opakovanému ošetření stejnými herbicidy. Postupem času se problém s rezistencí zhoršoval a dnes se týká mnoha plevelných rostlin po celém světě. Rezistence se vyvinula u plevelů v různých částech světa a působení různých faktorů. V západních zemích se první případy rezistence objevily u plevelů vystavených selektivním herbicidům v 50. a 60. letech 20. století. V Japonsku se v 70. letech 20. století objevila rezistence u plevelů vystavených herbicidům na bázi bensulfuron – methyl (Beckie et. al. 2019). Další rezistence se objevily u plevelů vystavených herbicidům s jedním mechanismem účinku, jako je např. 2,4-D nebo atrazin. Tyto případy rezistence vedly k vývoji nových herbicidů, které měly jiný mechanismus účinku a byly účinné proti rezistentním plevelům. I u těchto herbicidů se nakonec vyvinula rezistence (Powles & Yu 2014). Vývoj rezistence plevelů je dlouhodobý proces, který zahrnuje mnoho faktorů, používání herbicidů a biologických mechanismů.

3.2.3.1 Vznik rezistence

Rezistence plevelů vzniká adaptací na selektivní tlak a přirozeným výběrem. Při aplikaci herbicidu jsou odstraněny citlivé rostliny, ale v případě, že se v populaci vyskytne odolný jedinec vůči herbicidu, má výhodu a může se dál množit a předávat svou odolnost dalším generacím. V přírodě je rezistence přirozeným jevem a může se objevit i bez použití herbicidů. Herbicidy zvyšují selektivní tlak na plevelné populace a mohou urychlit vznik rezistencí (Beckei 2006).

3.2.3.2 Mechanismy rezistence

Existuje několik mechanismů, které mohou vést k rezistenci plevelů vůči herbicidům. Mezi nejčastější mechanismy patří:
Změna místa působení – v rostlině dochází ke změně ve struktuře cílového enzymu, na který je herbicid navázán. Herbicid ztrácí místo, kde se může navázat. Tento mechanismus je rozšířený u plevelů rezistentních vůči ACCasy, PS II inhibitorům a inhibitorům ALS (Jursík et. al. 2018)
Zvýšená detoxikace herbicidů – některé druhy plevelů mohou zvyšovat svou toleranci k herbicidům tím, že zvyšují detoxikaci. To může být dosaženo zvýšenou koncentrací enzymů, které potlačují herbicidy, nebo zvyšují produkci látek, které účinnost herbicidu snižují. Například turanka kanadská tuto schopnost využívá k rezistenci proti glyphosátu (Owen 2010).

Snížené vstřebávání herbicidů – dalším mechanismem rezistence plevelů je snížení vstřebávání herbicidů. Některé druhy plevelných rostlin mají schopnost snížit vstřebávání herbicidů nebo omezují transport v rostlině, což snižuje jejich účinnost. Například merlík bílý má sníženou schopnost vstřebání vůči některým herbicidům. Mechanismy jsou často propojeny a mohou být i kombinovány. Mutace herbicidního místa může být kombinovaná se zvýšenou detoxikací, což má za následek větší rezistenci vůči herbicidům (Beckie 2006).

3.2.3.3 Prevence a regulace

Prevence a regulace rezistence plevelů je klíčová pro zachování herbicidů a udržování dlouhodobé užitelnosti zemědělské produkce. Existuje několik opatření, které mohou být účinná při prevenci a regulaci rezistence plevelů. Jedním ze způsobů je střídání herbicidů s různým mechanismem účinku. Tím se může snížit rychlost vývoje rezistence, proto je důležité plánování aplikace herbicidů v jednotlivých plodinách. Další způsob prevence je zachování doporučeného dávkování. Snižování dávky se může u jedinců s genetickou predispozicí vytvořit rezistence. Integrovaný přístup při regulaci je také velice výhodný. V integrovaném přístupu jsou využívány i další metody regulace plevelů například kombinace mechanických, chemických, biologických metod (Van Deyze et. al. 2022).

3.2.3.4 Rizika rezistence plevelů

Resistence plevelů představuje stále rostoucí riziko pro zemědělskou produkci a ekonomiku.
Zde jsou některé současné rizikové faktory:

- Neefektivní rotace plodin a monokultury – opakované pěstování stejných plodin na stejném poli po více let za sebou, může vést k hromadné rezistenci plevelů a snížení účinnosti herbicidů.
- Přemnožení určitých druhů plevelů – některé druhy plevelů jsou více náchylné k vývoji rezistence než jiné. V případě, že se stanou dominantní v dané oblasti, zvyšuje se riziko rozvoje rezistence.
- Nadměrné používání herbicidů – nevhodné používání herbicidů, včetně nadměrného dávkování, snižování dávek nebo používáni jednoho herbicidu opakovaně po dlouhou dobu.

Vzhledem k rizikům je třeba přijmout opatření k prevenci rezistenci plevelů. To zahrnuje různá opatření například omezování nadměrného používání herbicidů, rotaci plodin, kombinovat herbicidy s různými mechanismy účinku, zvýšení investic do výzkumu a vývoje nových herbicidů (Powles & Yu 2010).

3.2.3.5 Metody pro včasnou detekci herbicidní rezistence

Na počátku vegetační sezony lze detekovat rezistenci pomocí testu RISQ (Rezistance In Season Quik) vyvinutý společností Syngenta. Tímto jednoduchým a spolehlivým testem je možné detekovat rezistenci ještě před postemergentním ošetřením a umožnit zemědělcům, aby zvolili vhodný herbicid (Košnarová et al. 2019). Další metodou je měření fluorescence chlorofylu. Tuto metodu lze využít k detekci rezistence zejména vůči herbicidům inhibujících

procesy fotosyntézy. Při snižování fotosyntézy narůstá podíl fluorescenčního záření a naopak. Lze toho využít při měření účinnosti rezistentních rostlin v populaci plevelů (Košnarová et al. 2019).

3.2.3.6 Rezistentní plevele v ČR

V minulých letech byla v České republice zaznamenána rezistence v 16 plevelných druzích, které se vyskytují na neudržovaných půdách, v blízkosti železnic, v sadech s intenzivním používáním herbicidů (Hamouzová et al.2011). V České republice není situace s rezistencí tak vážná jako v západoevropských státech, ale v určitých plodinách jsou problémy s rezistencí značné a promítají se do ekonomiky výroby (Soukup et al. 2020). Velkým problémem při regulaci plevelů je vícenásobná rezistence (multiple resistance), která vzniká v případě, když má jedinec jeden mechanismus rezistence k jednomu nebo několika herbicidům patřícím do jedné nebo různých skupin. Další problém je křížová rezistence (cross – resistance), ke které dochází, když je jedinec rezistentní k více než jednomu herbicidu s jedním mechanismem účinku (Jursík et al. 2011).

Příklady rezistentních plevelů:

Jednoděložní plevele:

Chundelka metlice *(Apera spica-venti)* u chundelky metlice je poměrně běžná křížová rezistence k sulfonylmočovinám (mesosulfuron, sulfosulfuron, iodosulfuron, chlorosulfuron), treazolovým pyrimidinům (pyroxsulam, penoxsulam). V případě, že je podezření na rezistenci skupiny inhibitorů ALS, je nutné z ochrany vyřadit látky se stejným mechanismem účinku (Soukup et al. 2020). V případě rezistentních populací chundelky metlice na tyto látky je možné využít další látky s jiným mechanismem účinku, ale ty jsou možné použít na podzim. Jsou to přípravky ze skupiny inhibitorů syntézy lipidů, pendimethalinu (Stomp, Trinity), ze skupiny inhibitorů dělení buněk, ze skupiny inhibitorů biosyntézy rostlinných pigmentů nebo skupiny inhibitorů syntézy mastných kyselin s dlouhým řetězcem (Košnarová et al. 2019).

Psárka polní *(Alopecurus myosuroides)* v našich podmínkách se psárka polní vyskytuje pouze na několika lokalitách, kde je škodlivost významná (Soukup et al. 2020). Největší výskyt je v oblasti Českých Budějovic, Prahy, Hradce Králové. Příčinou rezistentních populací je nevhodné střídání plodin, časté zařazování obilnin podporuje její reprodukci (Košnarová et al. 2019). Psárka má vyšší přirozenou odolnost vůči většině herbicidů než chundelka metlice (Soukup et al. 2020).

Sveřep jalový *(Bromus sterilis)* je jednoletý vysoce konkurenceschopný plevel, který se v posledních letech expanzivně šíří. K tomu přispívá minimalizační zpracování půdy. Obilky po disperzi klíčí z povrchu. Chemická ochrana je obtížná a nedostatečně účinná, protože sveřepy jsou přirozeně odolné k běžným herbicidům (Soukup et al. 2020). Sveřepy jsou rezistentní zejména k sulfonylmočovinám, z tohoto důvodu zemědělci na základě doporučení přijali antirezistentní strategie k regulaci těchto populací (Košnarová et al. 2019).

Dvouděložní plevele:

Merlík bílý *(Chenopodium album)* v širokořádkových plodinách se jedná o nejběžnější plevele. Velké množství rezistentních populací je odolná vůči herbicidům s účinnými látkami na bázi inhibitorů fotosystému II. Tyto herbicidy jsou často používané z hlediska příznivé ceny,

širokého spektra účinku, vysoké senzitivity a příznivých vlastností. Při použití antirezistentní strategie je třeba se zaměřit na snižování výskytu těchto populací a snižování jejich reprodukce, například mechanickými zásahy, používáním širší škály herbicidů s různými mechanismy účinku a tyto látky kombinovat. Mertlík bílý a laskavec ohnutý mají vysokou reprodukční schopnost, tím i vysokou pravděpodobnost výskytu rezistencí. Z tohoto důvodu bychom výskyt rezistencí neměli podceňovat. (Košnarová et al. 2019).

Ptačinec prostřední *(Stellaria media)* a **mák vlčí** *(Papaver rhoeas)* u těchto druhů byla již rezistence objevena v několika evropských státech. Můžeme tedy předpokládat, že se vyskytnou i na našem území. Prozatím je potvrzena rezistence u ptačince prostředního vůči účinným látkám florasulam a tribenuronu. V populaci máku vlčího je podezření na rezistenci k tribenuronu (Košnarová et al. 2019).

Heřmánkovec nevonný *(Tripleurospermum inodorum)* v populacích heřmánkovce nevonného se vyskytla rezistence vůči ALS inhibitorům, protože tato skupina herbicidů patří k nejpoužívanějším. Byla zde zjištěna křížová rezistence, situace, kdy je populace rezistentní vůči různým účinným látkám se stejným mechanismem účinku (Košnarová 2022). Při antirezistentní strategii je možné využít kombinaci herbicidů skupiny syntetických auxinů s ALS inhibitory (2,4-D a dicamba), (Košnarová 2022).

4 Metodika

Pro zpracování diplomové práce jsem si zvolila Zemědělské družstvo „Vysočina“, které se nachází v okrese Kutná Hora.

4.1 Charakteristika zemědělského podniku ZD Vysočina

Název: Zemědělské družstvo „Vysočina“
Adresa: Zbýšov 21, 285 65 Zbýšov
Okres: Kutná Hora
Kraj: Středočeský
Tel.: 326 539 551
E-mail: info@zdvysocina.cz

Zemědělské družstvo „Vysočina“ se nachází na okraji vysočinské pahorkatiny mezi městy Čáslav (12 km) a Ledeč nad Sázavou (15 km). Průměrná nadmořská výška je 433 m. n. m.

Družstvo bylo založeno roku 1992 členy družstva (90 členů). V současné době představuje družstvo důležitý pracovní potenciál pro místní obyvatelstvo. Nabízí pracovní příležitost pro 33 zaměstnanců. Hlavní činností zemědělského družstva jsou rostlinná a živočišná výroba, doplňkovou činnost pak představují zejména služby opravárenského střediska a služby v zemědělství.

Družstvo hospodaří na 1480 ha zemědělské půdy ve 170 půdních blocích o velikosti od 0,27 ha až do 59,26 ha registrovaných v geografickém informačním systému GIS, který je tvořen primárně evidencí využitím zemědělské půdy. V rostlinné výrobě se družstvo zabývá především pěstováním obilovin (629,1 ha pšenice ozimá, 89,7 ha ječmen ozimý víceřadý, 1,37 ha ječmen jarní), technických plodin (341,63 ha řepka ozimá, 61,28 ha jetel nachový, 54,6 ha peluška jarní), které jsou určeny na trh. Dále pak produkty rostlinné výroby (46,75 ha kukuřice na siláž, 59,47 ha trvalý travní prost, 59,44 ha luční směs trav, 32,39 ha kostřava rákosovitá, 32,14 ha jetelotravní směs s převahou jetelovin, 5 ha vojtěška setá, 3,8 ha pastevní směs trav) určené pro vlastní spotřebu, tj. výrobu vlastních krmiv pro živočišnou výrobu. V živočišné výrobě se zabývá zemědělské družstvo především chovem skotu, tj. mladého skotu býků na maso. Dále družstvo zajišťuje dle svých možností a složení vozového parku služby v zemědělství pro externí společnosti či místní obyvatelstvo. Jedná se především o činnosti jako jsou orba, příprava půdy před setím, setí, hnojení, sečení a svinování sena, mulčování, sklizeň a další.

Dle rozdělení klimatické regionalizace ČR podle Moravce a Votýpky (1998) se družstvo nachází v 5. klimatickém regionu, který zahrnuje Čechy západní, jižní a východní, část Plzeňské pahorkatiny, severní a východní část České křídové tabule, značnou část Středočeské pahorkatiny, Chebskou, Sokolovskou a Budějovickou pánev, na Moravě pak jihovýchodní část Českomoravské vrchoviny, vyšší polohy Boskovické brázdy a pahorkatiny Opavsko-Hlučínské. Tento region je označován jako mírně teplý a mírně vlhký. Průměrná roční teplota činí 7-8 °C a průměrný roční úhrn srážek je 550-650 mm, pravděpodobnost suchých

vegetačních období je 10-25 %. Půdní typ je fluvizem a pseudoglej a převážně na místních svazích s všesměrnou expozicí.

Další část pozemků, které družstvo obhospodařuje, se nachází v 7. klimatickém regionu, který zaujímá všechny vyšší části pahorkatiny. Patří sem Tachovská brázda, Chodská pahorkatina, část České pahorkatiny, Brdská vrchovina, nejvyšší části Českomoravské vrchoviny, Drahanská vrchovina, Vizovická vrchovina, Podkrkonošská pahorkatina. Tento region je mírně teplý a vlhký. Průměrná roční teplota 6-7 °C a průměrný roční úhrn srážek činí 650-750 mm, pravděpodobnost suchých vegetačních období je 5-15 %. Půdní typ je kambizem převážně na mírných svazích s všesměrnou expozicí.

4.2 Charakteristika sledovaných honů

Pro sběr dat bylo sledováno 22 honů různých velikostí v plodinách pšenice ozimé, ječmeni ozimém, řepky ozimé, jeteli nachovém.

Pšenice ozimá

V pšenici ozimé bylo sledováno 20 fytocenologických snímků. Deset na okraji a deset ve středu honu.

Po sklizni předplodiny byla provedena podmítka do hloubky 7 cm pomocí diskových podmítačů. Tím zabráníme odparu vody z půdy, růstu plevelů. Za 5 týdnů byla provedena seťová orba do hloubky 30 cm radlicovým pluhem. Následně byla půda urovnána kompaktorem. V prvním týdnu v říjnu došlo k aplikaci kejdy (organického hnojiva) v dávce 20 m^3/ha. Druhý týden v říjnu bylo provedeno setí secím strojem. Meziřádková vzdálenost 12,5cm a hloubka 3 cm. Výsevek 190 kg/ha, počet rostlin na hektar činí 4 000 000 kusů. 14 dní po výsevu byl aplikován herbicid TRINITY v dávce 2 l/ha. Účinné látky tohoto herbicidu jsou *diflufenican* 40 g/l z chemické skupiny karboxamidy herbicidní skupiny PDS inhibitory, *chlorotoluron* 250 g/l z chemické skupiny substiuované močoviny herbicidní skupiny PS II. Inhibitory, *pendimethalin* 300 g/l z chemické skupiny dinitroaniliny, herbicidní skupiny Inhibitory mikrotubulů. Jarní aplikace herbicidů nebyla provedena. Na začátku vegetace v prvním týdnu v břenu bylo aplikováno hnojivo DASA 24-12 v dávce 0,27 t/ha, za 10 dní druhá dávka dusíkatého hnojiva LAV 27 v dávce 0,2 t/ha.

Jednotlivé hony:

Široký díl:

– výměra 59,26 ha
- nadmořská výška 397,9 m. n. m.
- 5. klimatický region
- průměrný roční úhrn srážek 550-650 mm
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- půda - hlinitopísčitá středně hluboká, sklonitost pozemku 0-3°, skeletovitost do 25 %

Obr. 1: Široký díl

- předplodina vojtěška setá
- vysetá odrůda Safari ošetřená mořidlem KINTO PLUS v dávce 1,5 l/t osiva, proti houbovým chorobám.
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 30 %, BBCH 29

U Běhounka:

Obr.2: U Běhounka

- výměra 9,24 ha
- nadmořská výška 403 m. n. m.
- 5. klimatický region
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- půda - jílovitohlinitá, středně hluboká až hluboká, se skeletovitostí 10 %, úplná rovina 0-3°, bez větrné eroze
- předplodina řepka ozimá
- vysetá odrůda Safari, ošetřena mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 50 %, BBCH 31

Nad Kravínem:

Obr. 3: Nad Kravínem

- výměra 69,73 ha
- nadmořská výška 413 m. n. m.
- 5. klimatický region
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- půda – středně hluboká, hlinitopísčitá až jílovitohlinitá, se skeletovitostí 25 %, mírný sklon 3-7°, s všesměrnou expozicí
- předplodina řepka ozimá
- vysetá odrůda Patras, ošetřena mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 50 %, BBCH 31

U lipek:

Obr. 4: U lipek

- výměra 14,71 ha
- nadmořská výška 421 m. n. m.
- 5. klimatický region
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- půda – středně hluboká, hlinitopísčitá až jílovitohlinitá, se skeletovitostí 25 %, mírný sklon 3-7°, s všesměrnou expozicí
- předplodina kukuřice na zrno
- vysetá odrůda Patras, ošetřena mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 60 %, BBCH 31

Křovinka:

Obr. 5: Křovinka

- výměra 2,47 ha
- nadmořská výška 402 m. n. m.
- 5. klimatický region
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- půda – málo propustná, jílovitohlinitá až jílovitá, se skeletovitostí 10-25 %, rovina bez ohrožení větrnou erozí, s všesměrnou expozicí
- předplodina řepka ozimá
- vysetá odrůda Avenue, ošetřena mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 50 %, BBCH 30

U Drahoráda:

Obr. 6: U Dráhoráda

- výměra 10,42 ha
- nadmořská výška 402 m. n. m.
- 5. klimatický region
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- půda – málo propustná, jílovitohlinitá až jílovitá se skeletovitostí 10-25 %, úplná rovina
- předplodina řepka ozimá
- vysetá odrůda Avenue, ošetřena mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 50 %, BBCH 30

Chvátalovo:

Obr. 7: Chvátalovo

- výměra 6,82 ha
- nadmořská výška 406 m. n. m.
- 5. klimatický region
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- půda – málo propustná, jílovitohlinitá až jílovitá se skeletivostí 10–25 %, rovina
- předplodina řepka ozimá
- vysetá odrůda Avenue, ošetřen mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 50 %, BBCH 30

Kovárna:

- výměra 16,46 ha
- nadmořská výška 453 m. n. m.
- 7. klimatický region
- průměrná roční teplota 6-7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- půda – středně hluboká až hluboká od 30 cm, dobře odvodněná, hlinitopísčitá až jílovitohlinitá, s obsahem skeletu 25–50 %, mírný sklon 3–7 °

Obr. 8: Kovárna

- předplodina hořčice na semeno
- vysetá odrůda Tobak, ošetřen mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 45 %, BBCH 30

K Michalovicím-malé:

- výměra 11,23 ha
- nadmořská výška 517 m. n. m.
- 7. klimatický region
- průměrná roční teplota 6-7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- půda – hluboká, dobře odvodněná, hlinitopísčitá, s obsahem skeletu do 25 %, úplná rovina

Obr. 9: K Michalovicím-malé

- předplodina hořčice na semeno
- vysetá odrůda Tobak, ošetřena mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 75 %, BBCH 32

K Michalovicím:

- výměra 25,13 ha
- nadmořská výška 519 m. n. m.
- 7. klimatický region
- průměrná roční teplota 6-7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- půda – středně hluboká až hluboká, dobře odvodněná, hlinitopísčitá, s obsahem skeletu do 25 %, úplná rovina

Obr. 10: K Michalovicím

- předplodina hořčice na semeno
- vysetá odrůda Tobak, ošetřen mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 75 %, BBCH 32

Řepka ozimá

V řepce ozimé bylo sledováno 10 fytocenologických snímků, z toho pět bylo na okraji a pět ve středu honu.

Na konci července byla provedena podmítka do hloubky 7 cm diskovým podmítačem. Před orbou byl aplikován DIGESTÁT v dávce 40 m^3/ha, který byl následně zaorán radlicovým pluhem do hloubky 30 cm. V první polovině srpna byla půda zpracována a urovnána kompaktorem. V polovině srpna bylo vyseto osivo do hloubky 1,5 cm, meziřádková vzdálenost je 12,5 cm. Výsevek 3,5 kg/ha, počet rostlin na hektar 500 000 kusů. Dva dny po výsevu byl aplikován herbicid METAZAMIX v dávce 1 l/ha. Účinné látky tohoto herbicidu jsou *aminopyralid* 5,3 g/l z chemické skupiny Pyridin-karboxylové kyseliny, herbicidní skupina Syntetické auxiny, *metazachlor* 500 g/l z chemické skupiny chloracetamidy, herbicidní skupiny Inhibice syntézy mastných kyselin s dlouhými řetězci VLCFA, *picloram* 13/3 g/l z chemické skupiny Pyridin – karboxylové kyseliny herbicidní skupina Syntetické auxiny. Za měsíc po výsevu byl aplikován herbicid AGIL 100 EC v dávce 0,4 l/ha na výdrol. Účinné látky tohoto herbicidu jsou *propaquizafop* 100 g/l z chemické skupiny Aryloxy-fenoxy propionáty, herbicidní skupina Inhibitory ACCasy. Herbicidní aplikace na jaře již nebyla provedena. Na začátku vegetace v březnu bylo aplikováno dusíkaté hnojivo LAD v dávce 0,2 t/ha. Na konci března byla aplikována další dávka dusíkatého hnojiva DASA 24-12 v dávce 0,3 t/ha.

Jednotlivé hony

Ohrádka:

- výměra 21,88 ha
- nadmořská výška 456 m. n. m.
- 7. klimatický region, mírně teplý, vlhký
- průměrná roční teplota 6-7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- půda – středně hluboká, propustná, hlinitopísčitá, s obsahem skeletu do 25 %, mírný sklon 3-7°, s nízkým ohrožením eroze
- předplodina pšenice ozimá
- vysetá odrůda Temtation
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 60 %, BBCH 33

Obr. 11: Ohrádka

Na skále:

- výměra 18,23 ha
- nadmořská výška 412 m. n. m.
- 5. klimatický region, mírně teplý, vlhký
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- půda – středně hluboká až hluboká, dobře odvodněná, hlinitopísčitá až jílovitá, s obsahem skeletu do 25–50 %, mírný sklon 3-7°, bez ohrožení větrnou erozí
- předplodina ječmen jarní

Obr. 12: Na skále

- vysetá odrůda Temtation
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 65 %, BBCH 33

Proti včelínu:

Obr. 13: Proti včelínu

- výměra 30,44 ha
- nadmořská výška 409 m. n. m.
- 5. klimatický region, mírně teplý, vlhký
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- půda – málo propustná, jílovitohlinitá až jílovitá, s obsahem skeletu do 10–25 %, mírný sklon 3-7°, vysoké ohrožení utužení půdy.
- předplodina pšenice ozimá
- vysetá odrůda Temtation
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 70 %, BBCH 33

Za Matějíčkem:

Obr. 14: Za Matějíčkem

- výměra 29,32 ha
- nadmořská výška 508 m. n. m.
- 7. klimatický region, mírně teplý, vlhký
- průměrná roční teplota 6-7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- půda – málo propustná, jílovitohlinitá až jílovitá s vysokým ohrožení utužení, s obsahem skeletu do 10–25 %, mírný sklon 3-7°
- předplodina pšenice ozimá
- vysetá odrůda Ambasador
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 70 %, BBCH 33

Mezi silnicemi:

Obr. 15: Mezi silnicemi

- výměra 30,47 ha
- nadmořská výška 510 m. n. m.
- 7. klimatický region, mírně teplý, vlhký
- průměrná roční teplota 6-7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- půda – středně hluboká až hluboká, dobře odvodněná, hlinitopísčitá až jílovitohlinitá, s celkovým obsahem skeletu do 25–50 %, mírný sklon 3-7°
- předplodina ječmen ozimý
- vysetá odrůda Ambasador
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 75 %, BBCH 33

Jetel nachový

Jetel inkarnát byl sledován ve čtyřech honech. Bylo provedeno 8 fytocenologických snímků, čtyři na okraji a čtyři ve středu honu.

Na konci července byla provedena podmítka do hloubky 7 cm diskovým podmítačem. Za 3 týdny byla provedena aplikace DIGESTÁTU v dávce 40 m^3/ha a následná předseťová orba do hloubky 30 cm pomocí radlicového pluhu. Třetí týden v srpnu byly pozemky urovnány pomocí kompaktoru a na konci měsíce srpna vyseto osivo do hloubky 1,5 cm, šířka řádku 12,5 cm. Výsevek 20 kg osiva na hektar, počet rostlin na hektar 2 000 000 ks. Dva dny po výsevu bylo provedeno herbicidní ošetření přípravkem ESCORT-NOVÝ 1 l/ha. Účinné látky herbicidu jsou *imazamox* 16,7 g/l z chemické skupiny Imidazolinony, herbicidní skupina ALS Inhibitory. *Pendimethalin* 250 g/l z chemické skupiny Nitroderiváty anilínu, herbicidní skupina Inhibitory mikrotubulů. Za čtyři týdny byl aplikován AGIL-100EC v dávce 0,4 l/ha, účinné látky herbicidu *propaquzafop* 100 g/l z chemické skupiny Aryloxy-fenoxy propionaty herbicidní skupiny Inhibitory ACCasy. Na začátku vegetace v březnu bylo aplikováno dusíkaté hnojivo LAD v dávce 0,1 t/ha.

Jednotlivé hony

Pod stodolou:

- výměra 17,98 ha
- nadmořská výška 421 m. n. m.
- 7. klimatický region, mírně teplý, vlhký
- průměrná roční teplota 6-7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- půda – středně hluboká, hlinitopísčitá, s celkovým obsahem skeletu do 10 %, úplná rovina 0–3°
- předplodina pšenice ozimá
- vysetá odrůda Kardinál
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 80 %, BBCH 28

Obr. 16: Pod stodolou

Pod silnicí:

- výměra 26,68 ha
- nadmořská výška 458 m. n. m.
- 7. klimatický region, mírně teplý, vlhký
- průměrná roční teplota 6-7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- půda – středně hluboká až hluboká, dobře odvodněná, hlinitopísčitá až jílovitohlinitá, s obsahem skeletu do 25 %, mírný sklon 3-7°
- předplodina pšenice ozimá
- vysetá odrůda Kardinál
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 80 %, BBCH 28

Obr. 17: Pod silnicí

U benzínky:

- výměra 4,28 ha
- nadmořská výška 497 m. n. m.
- 5. klimatický region, mírně teplý, mírně vlhký
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- půda – středně hluboká až hluboká, hlinitopísčitá až jílovitohlinitá, s celkovým obsahem skeletu do 25–50 %, úplná rovina se sklonem 0-3°
- předplodina pšenice ozimá
- vysetá odrůda Kardinál
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 80 %, BBCH 28

Obr. 18: U benzínky

U ZD:

- výměra 10,11 ha
- nadmořská výška 395 m. n. m.
- 5. klimatický region, mírně teplý, mírně vlhký
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- půda – středně hluboká až hluboká, hlinitopísčitá až jílovitohlinitá, dobře propustná, s celkovým obsahem skeletu do 25 %, mírný sklon 3-7°
- předplodina pšenice ozimá
- vysetá odrůda KARDINÁL
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 80 %, BBCH 28

Obr. 19: U ZD

Ječmen ozimý

V ječmeni ozimém bylo sledováno 6 fytocenologických snímků, tři na okraji a tři ve středu honu.

Po sklizni předplodiny v polovině srpna, byla provedena podmítka do hloubky 7 cm pomocí diskových podmítačů. Tím zabráníme odparu vody z půdy, růstu plevelů. Za 4 týdny byla provedena seťová orba do hloubky 30 cm radlicovým pluhem. Následně byla půda urovnána kompaktorem. Třetí týden v září bylo provedeno setí secím strojem. Meziřádková vzdálenost 12,5cm a hloubka 3 cm. Výsevek 145 kg/ha, počet rostlin na hektar činí 2 200 000 kusů. Tři týdny po výsevu byl aplikován herbicid Bizon v dávce 1 l/ha. Účinné látky tohoto herbicidu jsou *diflufenican* 100 g/l z chemické skupiny karboxamidy herbicidní skupiny PDS inhibitory, *florasulam* 3,75 g/l z chemické skupiny triazolové pyrimidiny herbicidní skupiny ALS inhibitory, *penoxsulam* 15 g/l z chemické skupiny triazolové pyrimidiny herbicidní skupiny ALS inhibitory. Jarní aplikace herbicidů nebyla provedena. Na začátku vegetace ve třetím týdnu v březnu bylo aplikováno hnojivo LAV v dávce 0,2 t/ha.

Jednotlivé hony

U vodárny

Obr. 20: U vodárny

- výměra 32,84 ha
- nadmořská výška 420 m. n. m.
- 5. klimatický region, mírně teplý, mírně vlhký
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- půda – jílovitohlinitá až jílovitá, málo propustná, s celkovým obsahem skeletu do 10 %, rovina 0-3°
- předplodina kukuřice na siláž
- vysetá odrůda Quadriga, ošetřena mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 70 %, BBCH 32

Na skále Lhota I.

Obr. 21: Na skále Lhota I.

- výměra 16,32 ha
- nadmořská výška 412 m. n. m.
- 5. klimatický region, mírně teplý, mírně vlhký
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- půda – hlinitopísčitá až jílovitohlinitá, dobře propustná, s celkovým obsahem skeletu 25-50 %, mírný sklon 3-7°
- předplodina kukuřice na siláž
- vysetá odrůda Quadriga, ošetřena mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 60 %, BBCH 32

Proti kravínu

Obr. 22: Proti kravínu

- výměra 22,24 ha
- nadmořská výška 411 m. n. m.
- 5. klimatický region, mírně teplý, mírně vlhký
- průměrná roční teplota 7-8 °C
- průměrný roční úhrn srážek 550–650 mm
- půda – jílovitohlinitá až jílovitá, málo propustná, s celkovým obsahem skeletu 10-25 %, rovina 0-3°
- předplodina kukuřice na siláž
- vysetá odrůda Quadriga, ošetřena mořidlem KINTO PLUS, v dávce 1,5 l/t osiva
- v době sběru dat byla pokryvnost plodinou 60 %, BBCH 32

4.3 Meteorologická data

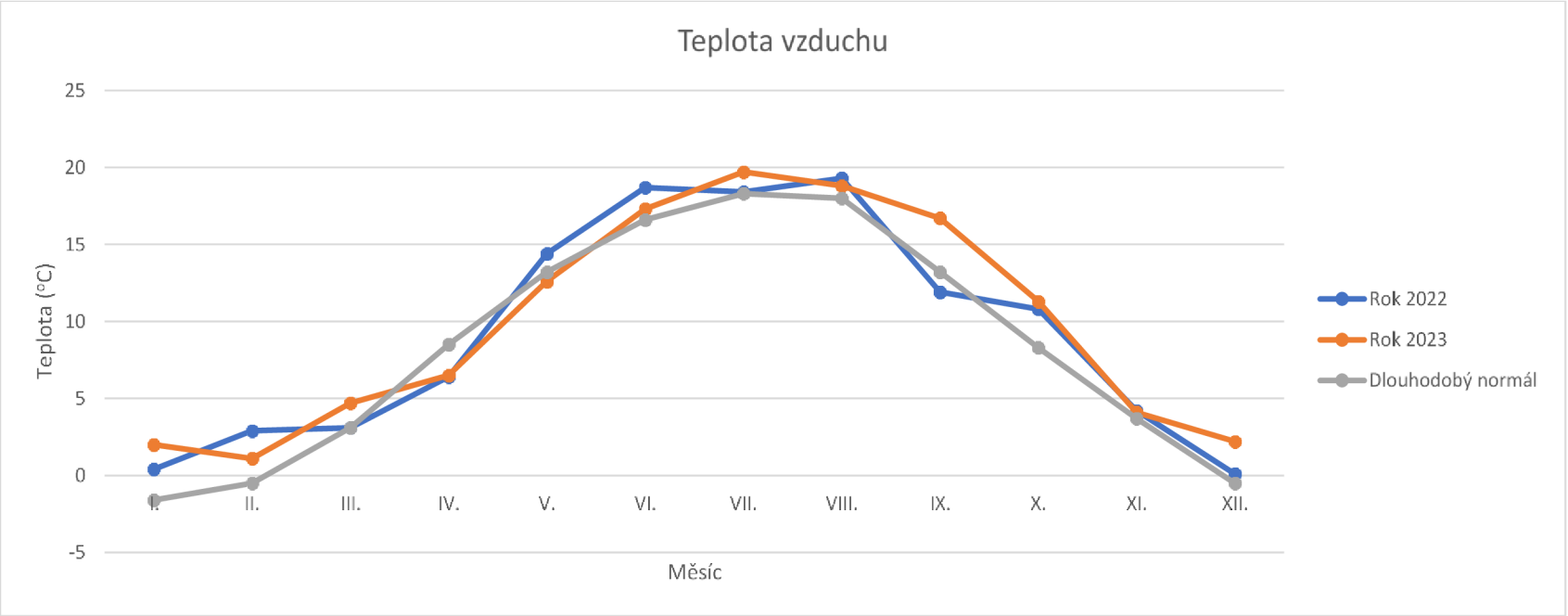
Data pro fytocenologické snímky byla sebrána dne 7. dubna 2023. V tento den bylo následující počasí. Ranní teplota se pohybovala okolo 1°C, v průběhu dopoledne a odpoledne polojasno, vítr severozápadní o rychlosti 2-6 m/s. Teplota v 15:00 hod byla 6 °C s postupnou oblačností. V pozdních odpoledních hodinách kolem 16:45 hod, zataženo s mírnými srážkami.

Z Tabulky 1 průměrných měsíčních teplot je patrné, že rok 2023 byl teplejší o 0,4° C než rok 2022. V porovnání s dlouhodobým normálem za 30 let vidíme, že teplota vzduchu se zvýšila v průměru o 1,4 °C. V Tabulce 2 vidíme, že rok 2023 byl na srážky nadprůměrný. V měsících leden až březen byl tento rok průměrný. Změna nastala v dubnu, kdy napršelo o 41 mm více než je normál. Naopak v květnu spadlo o 36 mm srážek méně. V srpnu byly vydatné srážky a spadlo 161 mm, což je o 84 mm více než dlouhodobý normál. Z grafu 2 vyplývá, že křivka za rok 2022 se drží u křivky dlouhodobého normálu bez výrazných výkyvů. Naproti tomu křivka roku 2023 má výrazné výkyvy od měsíce května do září.

Teplota vzduchu

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
Rok 2022	0,4	2,9	3,1	6,4	14,4	18,7	18,4	19,3	11,9	10,8	4,2	0,1	9,2
Rok 2023	2	1,1	4,7	6,5	12,6	17,3	19,7	18,8	16,7	11,3	4,1	2,2	9,8
Dlouhodobý normál (1991-2020)	-1,6	-0,5	3,1	8,5	13,2	16,6	18,3	18	13,2	8,3	3,7	-0,5	8,4

Tabulka 1: průměrná měsíční teplota vzduch (° C)

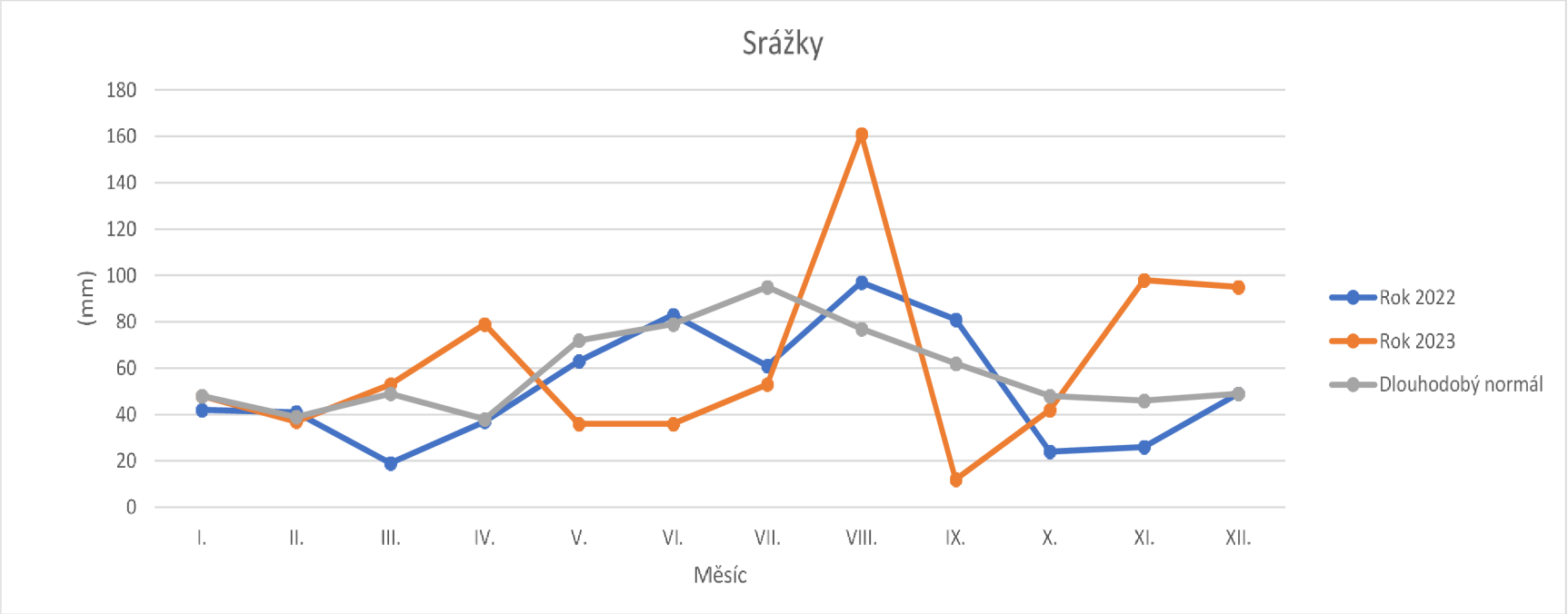


Graf 1: průměrná měsíční teplota vzduch (° C)

Srážky

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Rok 2022	42	41	19	37	63	83	61	97	81	24	26	49
Rok 2023	48	37	53	79	36	36	53	161	12	42	98	95
Dlouhodobý normál (1991-2020)	48	39	49	38	72	79	95	77	62	48	46	49

Tabulka 2: průměrný měsíční úhrn srážek (mm)



Graf 2: průměrný měsíční úhrn srážek (mm)

4.4 Metodika hodnocení

4.4.1 Fytocenologické snímkování

Sběr dat byl proveden 7. dubna 2023 na pozemcích, kde hospodaří ZD Vysočina, které se nachází v okrese Kutná Hora. Z těchto pozemků byly vybrány hony, na kterých byly pěstovány ozimé plodiny pšenice ozimá, ječmen ozimý, řepka ozimá, jetel nachový. Tyto plodiny zabírají celkem 1 123 ha z celkové výměry podniku 1 480 ha. Podíl obilovin z celkové výměry pozemků činí 48,6 %, řepka 23,1 % a jetel nachový 4,9 %. Obiloviny jsou pěstovány na polovině pozemků, proto plevele vyskytující se v obilovinách zaujímají významnou část orné půdy.

Celkem bylo sledováno 22 honů: 10 honů osetých pšenicí ozimou, 3 hony ječmenem ozimým, 5 honů řepkou ozimou a 4 hony jetelem nachovým. Na každém honu byly vytyčeny dva fytocenologické snímky. První snímek o velikosti 10 x 10 m byl vytyčen na okraji pole a druhý snímek o velikosti 10 x 10 m ve středu pole. V každém snímku byla hodnocena početnost druhů plevelů, které se zde vyskytly. Sledování bylo provedeno 1 x za sezonu po zimním období před plným nástupem vegetace. Každému snímku byly přiřazeny souřadnice GPS. Nadmořská výška se pohybovala v rozmezí 395-519 m n.m. Z 22 polí se nachází 11 na úplné rovině se sklonitostí 0-3^{o} bez ohrožení větrnou erozí a dalších 11 na mírném svahu se sklonitostí 3-7^{o} s mírným ohrožením větrnou erozí. Zkoumané území se nacházelo ve dvou klimatických regionech. V 5. klimatickém regionu (mírně teplý, mírně vlhký) bylo 14 polí s nadmořskou výškou 319-420, a 8 polí v 7. klimatickém regionu (mírně teplý, vlhký) s nadmořskou výškou 421-519 m n.m. Klíční rostliny byly identifikovány dle Hamouze et al. (2015), botanická nomenklatura je upravena dle Kubáta et al. (2002).

4.4.2 Hodnocení diverzity

Celková γ-diverzita byla stanovena jako celkový počet zaznamenaných druhů, dále byla stanovena γ-diverzita pro jednotlivé skupiny plodin.

α-diverzita je ve své nejjednodušší formě vyjádřena jako druhová bohatost, tzn. stanovuje počet druhů zaznamenaných v jednom fytocenologickém snímku.

Dále je k vyjádření α-diverzity použito Shannon-Wienerova indexu diverzity (PIELOU, 1966), který v sobě obsahuje i prvek vyrovnanosti a je vypočten následovně:

$$H' = - \Sigma p_i \ln p_i$$

kde p_i vyjadřuje proporční část, kterou je *i*-druh zastoupen (početnost). Vyšší hodnoty naznačují společenstva s vyšší diverzitou. Jedná se o arbitrální stupnici, z tohoto důvodu nelze stanovit, jaké konkrétní hodnoty ukazují pestrá a jaké druhově chudá společenstva (BOOTH e*t al.,* 2023).

Dále je vypočten index vyrovnanosti *E* (PIELOU, 1966), který vyjadřuje procentuální podíl hodnoty indexu H´pro určité společenstvo z maximálně možné hodnoty tohoto indexu (H_{max}) pro daný počet druhů *(S):*

$$E = \frac{H'}{Hmax} . 100 \qquad H_{max} = \ln S$$

Vyrovnanost může nabývat hodnot v rozmezí 0-1, kdy hodnoty 0 ukazují společenstvo extrémně nevyrovnané (s převažujícím jedním druhem) a hodnoty blížící se 1 společenstvo extrémně vyrovnané (maximální druhová bohatost, žádný druh není výraznější) (BOOTH *et al.,* 2003).

Byly vytvořeny grafy, které znázorňují rozdíly v α-diverzitě v rámci jednotlivých plodin (průměr, směrodatná odchylka, min-max.).

5 Výsledky

Na základě zaznamenaných dat bylo zjištěno, že se na polích s pšenicí ozimou, řepkou ozimou, jetelem nachovým a ječmenem ozimým vyskytovalo 21 druhů plevelných rostlin. Celkem bylo zaznamenáno 44 fytocenologických snímků - 20 v pšenici ozimé, 10 v řepce ozimé, 6 v ječmeni ozimém a 8 v jeteli nachovém.

5.1 γ-diverzita

Nalezeno bylo celkem 21 druhů plevelů z 12 čeledí *(Asteraceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Fumariaceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Poaceae, Polygonaceae, Scrophulariaceae, Violaceae).* Výskyt jednotlivých plevelných rostlin se lišil v jednotlivých plodinách.

5.1.1 Pšenice ozimá

Ve fytocenologickém snímku na okraji pole osetém pšenicí ozimou, bylo nalezeno 14 plevelných druhů rostlin s frekvencí výskytu takto Graf 3. Největší frekvence výskytu byla zaznamenána u lipnice roční a heřmánkovce nevonného s výskytem 70 %, následovala kokoška pastuší tobolka 50 %, rozrazil břečťanolistý 40 %. S 30 % výskytu zde byly nalezeny kakost maličký, penízek rolní a violka rolní, z 20 % se zde vyskytoval pýr plazivý, pampeliška a s 10 % zastoupením se vyskytovaly výdrol řepky ozimé, pryšec kolovratec, tolice vojtěška, rdesno blešník, vikev ptačí.

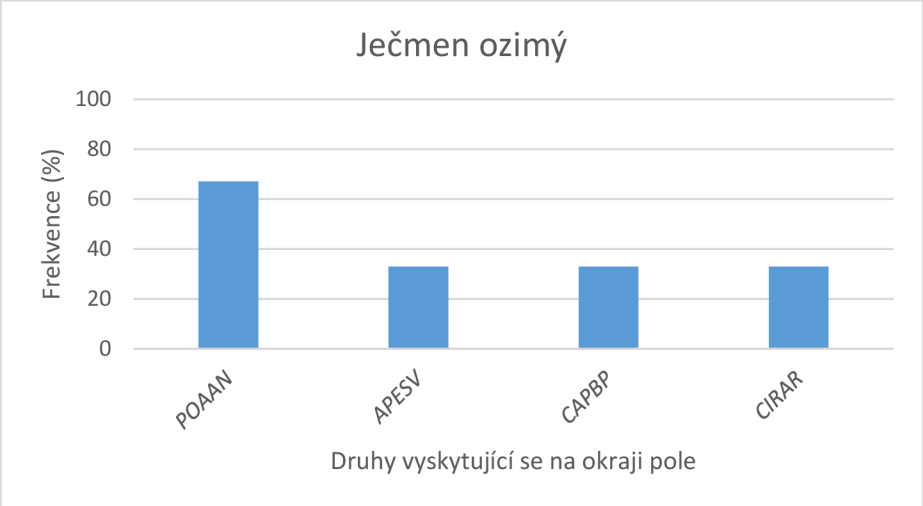
Graf 3: Druhy plevelů vyskytující se na okraji pole v pšenici ozimé

Ve fytocenologickém snímku ve středu pole osetém pšenicí ozimou, bylo nalezeno 15 plevelných druhů rostlin s frekvencí výskytu s těmito hodnotami Graf 4. 50 % frekvence výskytu bylo zaznamenáno u kokošky pastuší tobolky a heřmánkovce nevonného, rozrazil břečťanolistý 40 %, lipnice roční 30 %. Pýr plazivý, pryšec kolovratec, kakost maličký, penízek rolní, violka rolní 20 %, výdrol řepky ozimé, tolice vojtěška, pomněnka rolní, rdesno blešník, vikev ptačí 10 %. Z grafu vyplývá, že frekvence výskytu plevelů se od kraje ke středu pole snižuje.

Graf 4: Druhy plevelů vyskytující se ve středu pole v pšenici ozimé

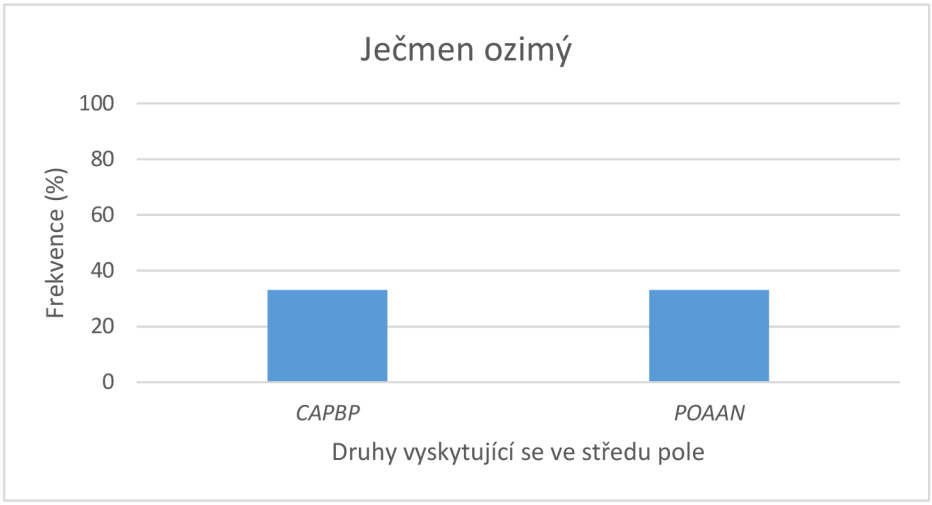
5.1.2 Ječmen ozimý

Ve fytocenologickém snímku na okraji pole osetém ječmenem ozimým, byly nalezeny 4 plevelné druhy rostlin s různou frekvencí výskytu Graf 5. Největší frekvence výskytu byla zaznamenána u lipnice roční 67 %, chundelka metlice, kokoška pastuší tobolka, pcháč oset s frekvencí výskytu 33 %.



Graf 5: Druhy plevelů vyskytující se na okraji pole v ječmeni ozimém

Ve fytocenologickém snímku ve středu pole osetém ječmenem ozimým, byly nalezeny 2 plevelné druhy rostlin se stejnou frekvencí výskytu Graf 6. 33 % kokoška pastuší tobolka a lipnice roční. Z grafu vyplývá, že frekvence výskytu plevelů se od okraje ke středu pole snižuje.



Graf 6: Druhy plevelů vyskytující se ve středu pole v ječmeni ozimém

5.1.3 Řepka ozimá

V řepce ozimé bylo sledováno 5 fytocenologických snímků na okraji pole, kde bylo nalezeno 15 plevelných druhů rostlin s různou frekvencí výskytu Graf 7. Největší frekvence výskytu byla zaznamenána u violky rolní, kde byla frekvence výskytu 100 %, další významný výskyt 80 % byl zaznamenám u plevelů kokoška pastuší tobolka, pryšec kolovratec, rozrazil břečťanolistý, 40 % výskyt byl u druhů kakost maličký, heřmánkovec nevonný, výdrol pšenice ozimé, 20 % výskytu u plevelů pcháč oset, zemědým lékařský, hluchavka nachová, lipnice roční, rdesno blešník, pampeliška, penízek rolní, vikev ptačí.

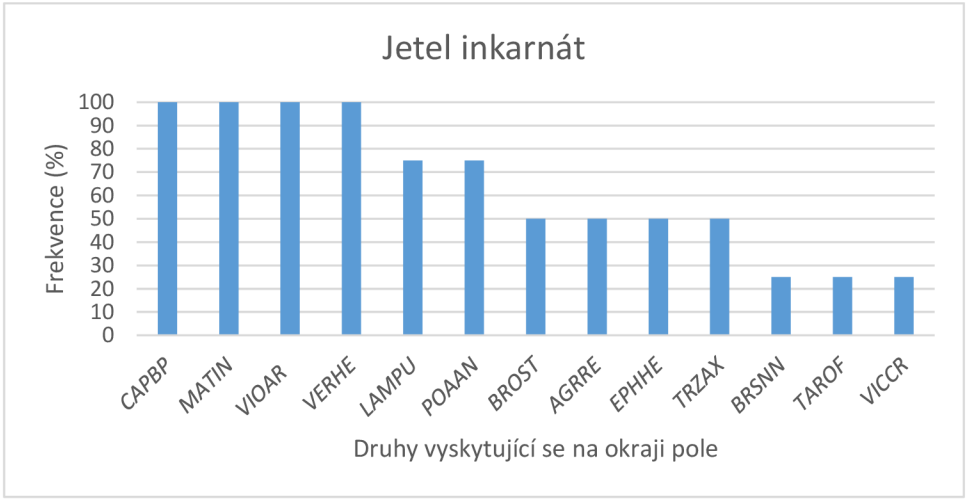
Graf 7: Druhy plevelů vyskytující se na okraji pole v řepce ozimé

Ve středu polí řepky ozimé bylo zaznamenáno 5 fytocenologických snímků, kde bylo nalezeno 11 plevelných druhů rostlin Graf 8. Největší frekvence výskytu byla zaznamenána u violky rolní 100 % frekvence výskytu, další významný výskyt 80 % byl zaznamenám u plevelů kokoška pastuší tobolka, pryšec kolovratec, 40 % výskyt u druhů heřmánkovec nevonný, výdrol pšenice ozimé, 20 % výskytu u plevelů zemědým lékařský, kakost maličký, hluchavka nachová, rdesno blešník, rozrazil břečťanolistý, vikev ptačí. Frekvence výskytu se směrem od okraje pole do středu snižuje, snižuje se i počet druhů.

Graf 8: Druhy plevelů vyskytující se ve středu pole v řepce ozimé

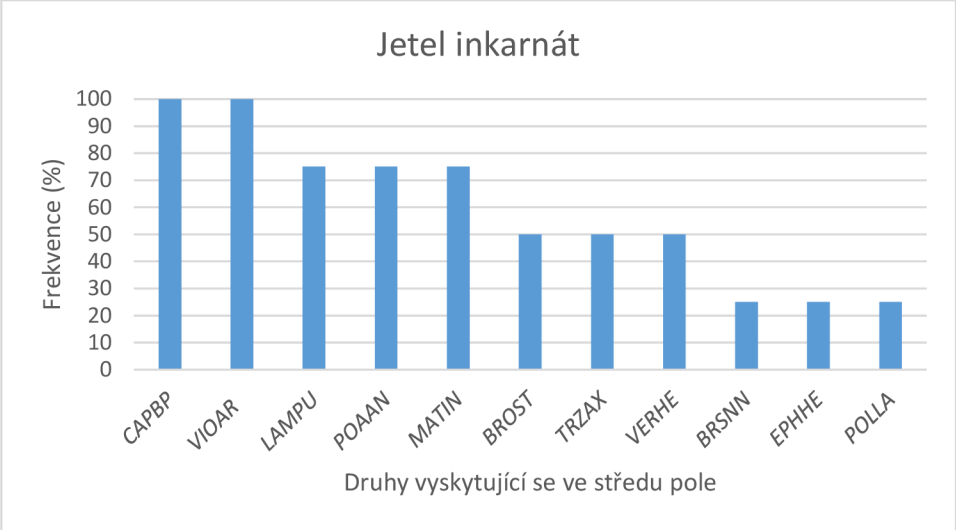
5.1.4 Jetel nachový

V jeteli nachovém byly sledovány 4 fytocenologické snímky na okraji pole, bylo zde nalezeno 13 druhů plevelných rostlin s různou frekvencí výskytu Graf 9. Největší frekvence výskytu byla zaznamenána u kokošky pastuší tobolky, heřmánkovce nevonného, violky rolní, rozrazilu břečťanolistého, kde byla frekvence výskytu 100 %, další významný výskyt 75 % byl zaznamenám u plevelů hluchavka nachová, lipnice roční, 50 % výskyt byl u druhů sveřep jalový, pýr plazivý, pryšec kolovratec, výdrol pšenice ozimé, 25 % výskytu u plevelů řepka ozimá, pampeliška, vikev ptačí.



Graf 9: Druhy plevelů vyskytující se na okraji pole v jeteli nachovém

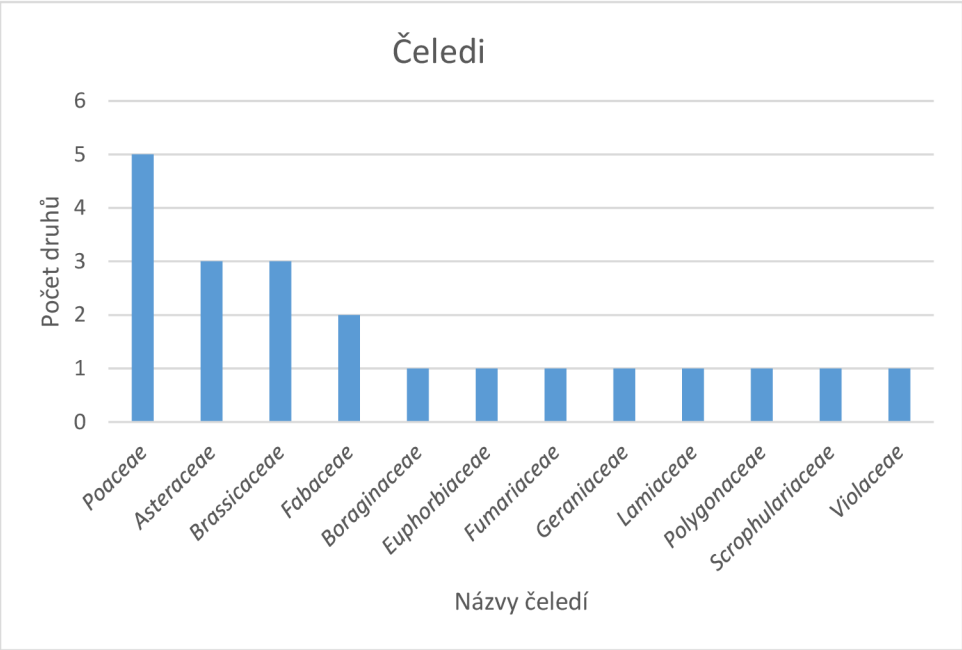
Ve středu polí jetele nachového bylo zaznamenáno 5 fytocenologických snímků, bylo zde nalezeno 11 plevelných druhů rostlin Graf 10. Největší frekvence výskytu byla zaznamenána u kokošky pastuší tobolky a violky rolní 100 % frekvence výskytu, další významný výskyt 75 % byl zaznamenám u plevelů hluchavka nachová, lipnice roční, heřmánkovec nevonný, 50 % výskyt byl u druhů sveřep jalový, výdrol pšenice ozimé, rozrazil břečťanolistý, 25 % výskytu u plevelů výdrol řepky ozimé, pryšec kolovratec, rdesno blešník. Frekvence výskytu se směrem od okraje pole do středu snižuje, snižuje se i počet druhů.



Graf 10: Druhy plevelů vyskytující se ve středu pole v jeteli nachovém

5.1.5 Čeledi plevelných druhů

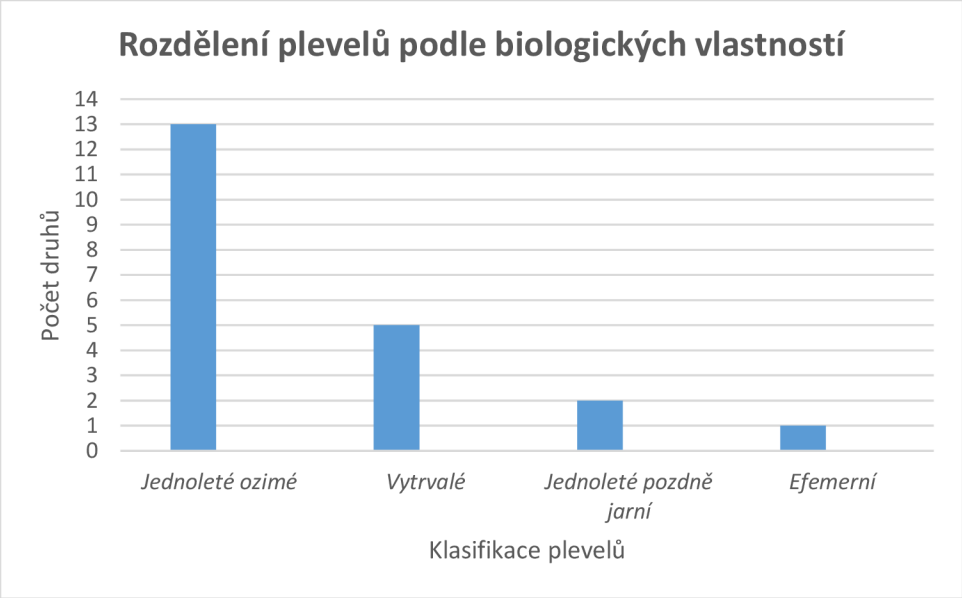
Celkem bylo nalezeno 21 druhů plevelů ze 12 čeledí Graf 11. Největší zastoupení měly druhy z čeledi lipnicovitých *(Poaceae),* kam patří 5 druhů rostlin: chundelka metlice, sveřep jalový, pýr plazivý, lipnice roční, výdrol pšence ozimé. Z čeledi hvězdnickovitých *(Asteraceae)* byly nalezeny 3 druhy plevelů: pcháč oset, pampeliška, heřmánkovec nevonný. Další tři druhy byly z čeledi brukvovitých *(Brassicaceae)* kokoška pastuší tobolka, penízek rolní, výdrol řepky ozimé. Dva druhy byly z čeledi bobovitých *(Fabaceae)* tolice vojtěška, vikev ptačí. Výskyt pouze po jednom druhu plevelné rostliny byl zastoupen v těchto čeledích: brutnákovité *(Boraginaceae)* pomněnka rolní, čeleď pryskyřníkovité *(Euphorbiaceae)* pryšec kolovratec, čeleď zemědýmovité *(Fumariaceae)* zemědým lékařský, čeleď kakostovité *(Geraniaceae)* kakost maličký, čeleď hluchavkovité *(Lamiaceae)* hluchavka nachová, čeleď rdesnovité *(Polygonaceae)* rdesno blešník, čeleď krtičníkovité *(Scrophulariaceae)* rozrazil břečťanolistý a čeleď violkovité *(Violaceae)* viloka rolní.



Graf 11: Čeledě nalezených plevelných druhů rostlin

5.1.6 Rozdělení plevelů podle biologických vlastností

Plevelné rostliny, které se vyskytly na sledovaných pozemcích, můžeme rozdělit podle biologických vlastností Graf 12. Bylo nalezeno 13 jednoletých ozimých druhů: chundelka metlice, řepka ozimá, svěřep jalový, kokoška pastuší tobolka, zemědým lékařský, kakost maličký, hluchavka nachová, pomněnka rolní, lipnice roční, penízek rolní, pšenice ozimá, heřmánkovec nevonný, violka rolní. Vytrvalých plevelů bylo celkem 5 druhů: pcháč oset, pýr plazivý, tolice vojtěška, pampeliška, vikev ptačí. Jednoleté pozdně jarní plevele byly nalezeny 2 druhy: pryšec kolovratec, rdesno blešník. Efemerní druh byl nalezen 1: rozrazil břečťanolistý.



Graf 12: Rozdělení plevelů podle biologických vlastností

5.2 α-diverzita

5.2.1 Druhová bohatost

Druhová bohatost v jednom fytocenologickém snímku se liší v jednotlivých plodinách a liší se i okraj a střed pole Tabulka 3. Nejvyšší průměrný počet druhů 8,25 se vyskytoval na okraji pole v porostu jetele nachového. Směrem ke středu pozemku průměrný počet klesl na 6,5 druhů. Druhý nejvyšší průměrný počet druhů se vyskytoval u řepky ozimé, kdy se na okraji pozemku vyskytovalo 6,2 druhů plevelných rostlin. Ve středu pozemku se nacházelo průměrně 4,6 plevelných rostlin v jednom fytocenologickém snímku. V pšenici ozimé byl průměrný počet druhů na okraji pole 4,1 a ve středu pole 3,3 druhy v jednom fytocenologickém snímku. Nejmenší průměrný počet plevelných druhů bylo zaznamenáno u ječmenu ozimého. Na okraji pole byl průměrný počet druhů 1,7, ve středu pole 0,7 druhu. Z průměrného počtu druhů v jednom fytocenologickém snímku je patrné, že v porostech obilovin byl nižší průměrný počet plevelných druhů.

Tabulka 3: Průměrný počet druhů v 1 fytocenologickém snímku

plodina	okraj	střed
pšenice ozimá	4,1	3,3
řepka ozimá	6,2	4,6
ječmen ozimý	1,7	0,7
jetel nachový	8,25	6,5

5.2.2 Indexy diverzity (Shannon-Wienerův index diverzity)

V Tabulce 4 a 5 můžeme pozorovat, že nejvyšší index vyrovnanosti vykazuje porost řepky ozimé. Na okraji pole 0,8 a ve středu pole 0,83. Výsledek nám určuje, že žádný druh nedominuje, výskyt je vyrovnaný. Ječmen ozimý naopak vykazuje nejnižší index vyrovnanosti. Okraj pole ukazuje vyrovnanost 0,6. Vyrovnanost se snižovala. Střed pole vykazoval nulovou vyrovnanost z důvodu nízkého výskytu druhů, zaznamenán byl pouze max. jeden druh plevele v jednom snímku.

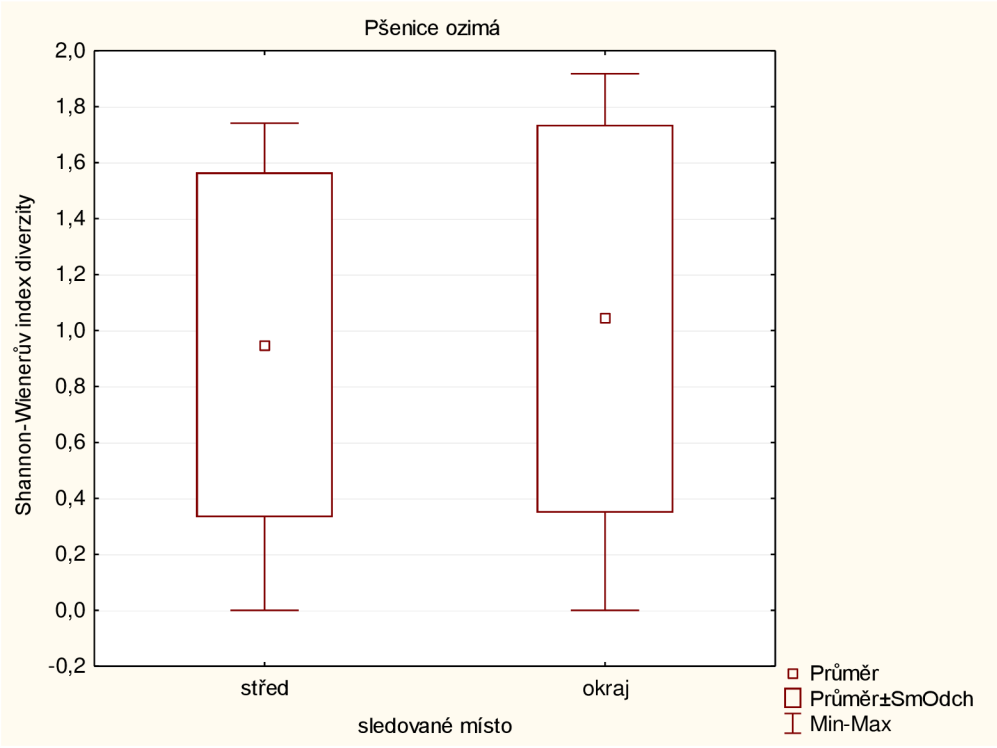
Tabulka 4: Index diverzity a index vyrovnanosti sledovaných plodin na okraji pole

plodina	Okraj pole			
	H´		E	
	průměr	směrodatná odchylka	průměr	směrodatná odchylka
pšenice ozimá	1,1	0,68	0,74	0,04
řepka ozimá	1,38	0,17	0,8	0,19
ječmen ozimý	0,42	0,36	0,6	0,52
jetel nachový	1,49	0,24	0,72	0,13

Tabulka 5: Index diverzity a index vyrovnanosti sledovaných plodin ve středu pole

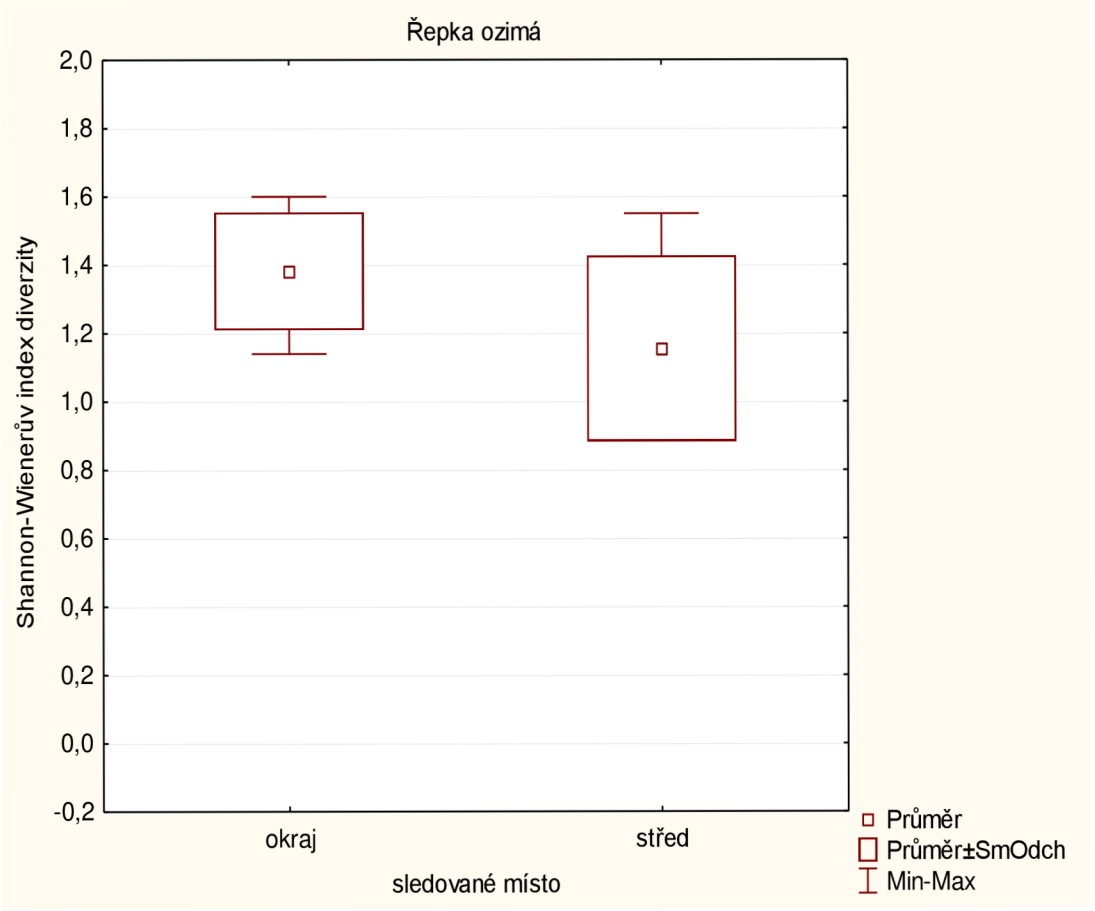
plodina	Střed pole			
	H´		E	
	průměr	směrodatná odchylka	průměr	směrodatná odchylka
pšenice ozimá	0,95	0,62	0,74	0,39
řepka ozimá	1,18	0,25	0,83	0,14
ječmen ozimý	0	0	0	0
jetel nachový	1,33	0,03	0,72	0,06

Graf 13 nám ukazuje index diverzity v porostu pšenice ozimé na okraji pole, kde byl průměr 1,1 se směrodatnou odchylkou 0,42-1,78, ve středu pole se index bohatosti snižuje na průměr 0,95 a směrodatnou odchylkou 0,33-1,57. Index vyrovnanosti byl na okraji a ve středu pole stejný 0,74.



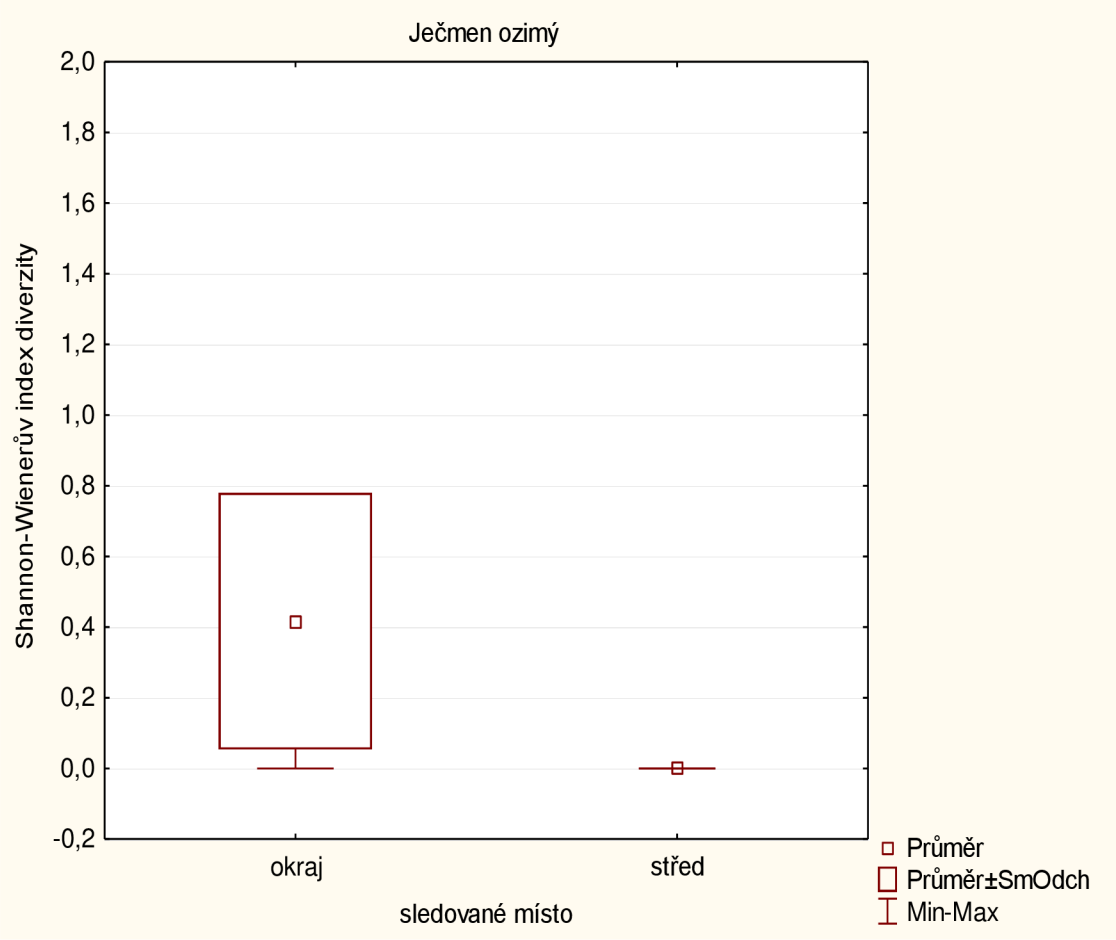
Graf 13: Shannon-Wienerův index diverzity na okraji a ve středu pole v pšenici ozimé

Graf 14 nám ukazuje index diverzity v porostu řepky ozimé na okraji pole, kde byl průměr 1,38 se směrodatnou odchylkou 1,21-1,55, ve středu pole se index diverzity snížil na průměr 1,18 a směrodatnou odchylkou 0,93-1,43. Index vyrovnanosti byl podobný na okraji 0,8 a ve středu pole 0,8.



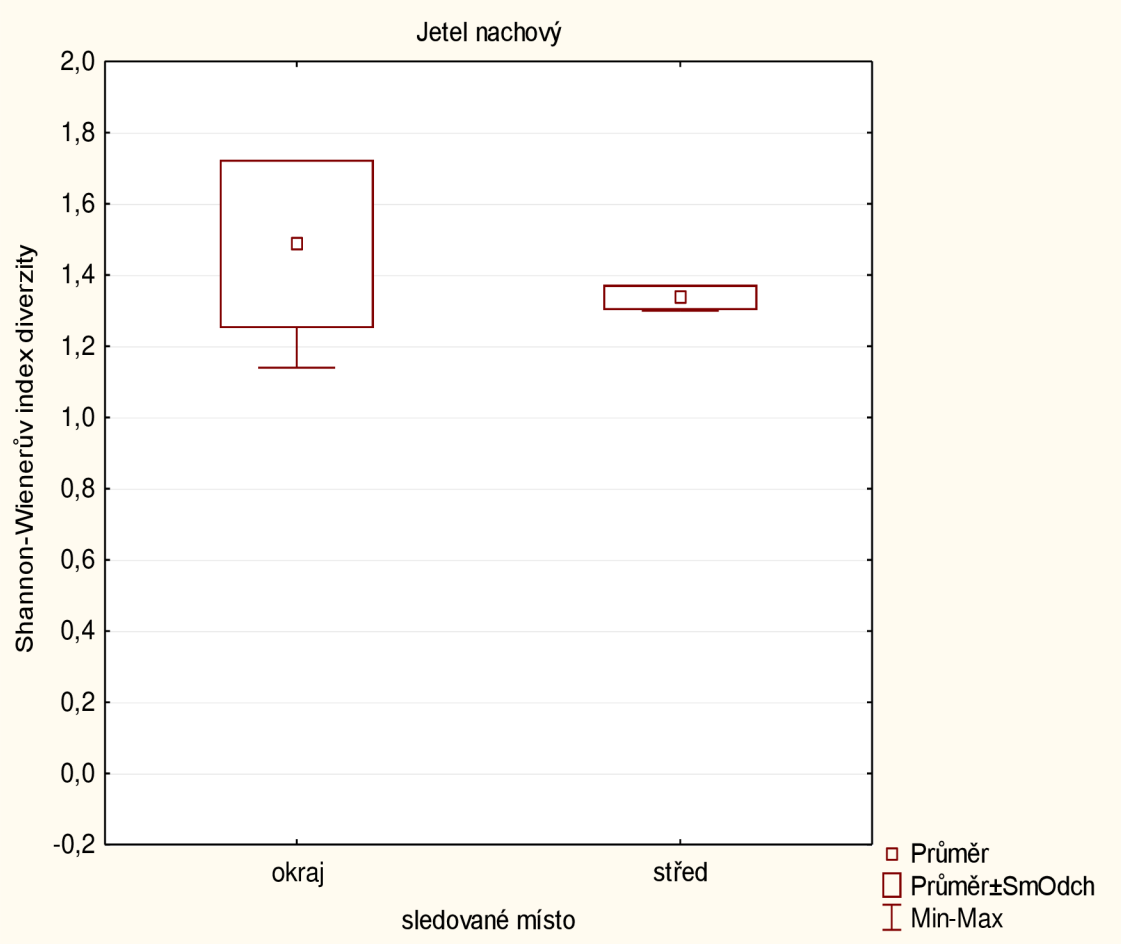
Graf 14: Shannon-Wienerův index diverzity na okraji a ve středu pole v řepce ozimé

Graf 15 nám ukazuje index diverzity v porostu ječmene ozimého na okraji pole, kde byl průměr 0,42 se směrodatnou odchylkou 0,6-0,78, ve středu pole se index diverzity snížil na 0. Index vyrovnanosti byl na okraji 0,6 a ve středu pole 0.



Graf 15: Shannon-Wienerův index diverzity na okraji a ve středu pole v ječmeni ozimém

Graf 16 nám ukazuje index diverzity v porostu jetele nachového na okraji pole, kde byl průměr 1,49 se směrodatnou odchylkou 1,25-1,73, ve středu pole se index bohatosti snižuje na průměr 1,33 se směrodatnou odchylkou 1,3-1,36. Index vyrovnanosti byl na okraji a ve středu pole 0,72.



Graf 16: Shannon-Wienerův index diverzity na okraji a ve středu pole v jeteli nachovém

6 Diskuze

Diplomová práce byla zaměřena na diverzitu plevelné vegetace v ozimých plodinách na okraji a ve středu pole. Winkler (2020) říká, že výskyt a druhová pestrost plevelů je určována podmínkami prostředí a způsobem hospodaření. Plodiny společně s plevely jsou společenstva, která jsou ovlivněny činností člověka. Plodiny byly zapleveleny různými druhy plevelů s různými biologickými vlastnostmi. Porosty byly sledovány na začátku dubna, po zimním období. Podle Mikulky (2023) jsou v zimě časté tepelné periody, při nichž se teplota pohybuje nad 5° C. Tyto teploty umožňují řadě efemerních a ozimých plevelů růst v době vegetačního klidu.

V zaplevelení na okraji pšenice ozimé bylo sledováno 14 druhů. Nejvyšší frekvenci výskytu vykazovala lipnice roční, která se vyskytovala v 70 % fytocenologických snímků. Mikulka et al. (2022) říká, že lipnice roční se vyskytuje pouze v nejnižším patře. Zdravý, vyrovnaný porost se s konkurencí tohoto druhu snadno vyrovná. Další hojně zastoupený druh byl heřmánkovec nevonný s frekvencí výskytu 70 %. Podle Košnarové et al. (2022) se heřmánkovec nevonný vyskytuje převážně na okrajích pozemků a ohniskově. Vzchází ve stejnou dobu jako vysetá plodina, nejvíce se prosazuje v řepce ozimé a pšenici ozimé. Výskyt ostatních druhů se pohyboval od 50 do 20 % frekvence výskytu. Jednalo se zejména o druhy kokoška pastuší tobolka, rozrazil břečťanolistý, kakost maličký, penízek rolní, violka rolní, pýr plazivý a další druhy se vyskytovaly v menší míře. U těchto druhů Mikulka et al. (2023) zmiňuje, že mezi plevele, které se nejčastěji vyskytují v ozimých plodinách, patří sveřep měkký, sveřep jalový, chundelka metlice, psárka polní, heřmánkovec nevonný, svízel přítula, hluchavka objímavá, hluchavka nachová, heřmánek vonný, mák pochybný, mák vlčí, chrpa polní, penízek rolní, kokoška pastuší tobolka a další. Tyto druhy se v minulosti vyskytovaly hojně. Jejich výskyt se vlivem používání herbicidů snížil, ale v současné době je opět jejich výskyt na vzestupu. Střed polí vykazoval stejný počet druhů s nižší frekvencí. Index diverzity se směrem ke středu snižoval, index vyrovnanosti byl na okraji i ve středu pozemku vyrovnaný, žádný druh nedominoval. Májeková (2019) říká, že pole jsou biotopy bohaté na rostlinné druhy, vytvořeny člověkem a imigrací cizích semen, zásadní roli v utváření struktury plevelné vegetace na orné půdě hrají původní druhy a cizí rostliny.

Řepka ozimá byla zaplevelena na okraji pole 15 druhy z větší části stejnými jako pšenice ozimá. Byla zde odlišná frekvence výskytu. 100 % frekvence výskytu vykazovala violka rolní, která byla sledována ve všech fytocenologických snímcích na okraji i ve středu pozemku. Podle Kazdy et al. (2010) semena violky rolní vzcházejí z povrchových vrstev půdy, hloubky 0,5-1 cm. Klíčivost si udržuje několik let, je poměrně tolerantní k herbicidům (sulfonylmočovinám). Kokoška pastuší tobolka se vyskytovala s frekvencí 80 % na okraji, stejná frekvence byla i ve středu pole. Mikulka et al. (1999) udává, že diaspory kokošky pastuší tobolky mají životnost v půdní zásobě 6 let. Klíčí při teplotách 1-2° C, tedy brzy na jaře. Její škodlivost se vyznačuje v době klíčení plodiny, která se vyvíjí pomaleji než kokoška pastuší tobolka. 80 % frekvence byla u rozrazilu břečťanolistého, který se vyskytoval ve 4 fytocenologických snímcích z 5 na okraji pole, ve středu se frekvence snížila na 20 %. Podle Kazdy et al. (2010) rozrazil roste ve spodním patře v bohatých trsech, kdy potlačuje vzcházející plodinu. Další významný druh s výskytem 80 % byl pryšec kolovratec, který měl stejnou frekvenci výskytu na okraji i středu pole. Jursík et al. (2018) říká, že pryšec kolovratec je řazen do pozdních jarních plevelů, jeho

odolnost k nízkým teplotám je poměrně vysoká, proto mohou v letech s vyššími teplotami v zimě přečkat a na jaře vykvést. Ve středu pole byl výskyt rozrazilu 20 %. Ostatní druhy na okraji pozemku se vyskytovaly s frekvencí 20-40 %. Ve středu bylo nalezeno 11 druhů plevelů s frekvencí 20-40 %. Index diverzity byl vyšší než u pšenice ozimé. Index vyrovnanosti byl stejný na okraji pozemku i ve středu. Žádný druh nebyl dominantní.

Ječmen ozimý byl zaplevelený nejméně. Na okraji byly sledovány 4 druhy a ve středu pole byly nalezeny 2 druhy plevelů. Nejvyšší zastoupení bylo u lipnice roční 75 % na okraji, naopak ve středu se lipnice vyskytovala s frekvencí 33 %. Na okraji pole byl vyrovnaný výskyt u druhů chundelka metlice, kokoška pastuší tobolka a pcháč oset. Podle Spáčilové (2023) má chundelka metlice nejvyšší zastoupení v ozimých obilninách. V případě silného zaplevelení mohou ztráty dosahovat až 80 %. Ve středu pole byly nalezeny pouze 2 druhy se stejnou frekvencí výskytu 33 %. Jednalo se o lipnici roční a kokošku pastuší tobolku. Index diverzity na okraji byl malý, ve středu se nacházely pouze 2 druhy z tohoto důvodu se index diverzity a index vyrovnanosti rovnal 0. Malý výskyt plevelů byl pravděpodobně způsoben vyšším procentem zapojení porostu a dobrými agrotechnickými zásahy na podzim.

Největší zastoupení plevelnými druhy v jeteli nachovém se 100 % výskytem frekvence na okraji pole byly jednoznačně tyto plevele: kokoška pastuší tobolka, heřmánkovec nevonný, violka rolní, rozrazil břečťanolistý. Nižších hodnot 75 % dosahovaly hluchavka nachová a lipnice roční, střední výskyt měl pýr plazivý. Pýr plazivý má schopnost tvořit množství kořenových výběžků. Kořeny pýru plazivého vylučují agropyreny, látky působící fytotoxicky s alelopatickým účinkem na ostatní rostliny (Mikulka et al., 2021). Ostatní druhy sveřep jalový, pryšec kolovratec, výdrol pšenice ozimé se vyskytovaly s 50 % frekvencí výskytu. Mikulka et al. (2022) konstatuje, že v posledních letech význam sveřepů stoupá. Při vyšším výskytu na souvratích může sveřep silně poškodit porost. Naopak nejnižší hodnoty frekvence výskytu dosahoval výdrol řepky ozimé, vikev ptačí a pampeliška. Podle Jursíka (2022) se výdrol řepky ozimé špatně prosazuje v porostech, které byly založené v říjnu za suchého počasí. Ve středu porostu se nacházely se 100 % frekvencí výskytu kokoška pastuší tobolka a violka rolní. Kazda et al. (2010) říká, že kokoška pastuší tobolka vytváří v nezapojených místech hustý porost, rychle se vyvíjí, při vzcházení mladých rostlin plodiny může konkurovat. Střední výskyt vykazovaly plevele hluchavka nachová, lipnice luční, heřmánkovec nevonný, sveřep jalový, pampeliška a rozrazil břečťanolistý. Index vyrovnanosti na okraji a středu pole byl stejně vysoký 0,75, žádný druh nebyl dominantní.

Při celkovém porovnání výskytu plevelných druhů na okraji pole a ve středu v jednotlivých plodinách můžeme vidět, že na okraji se vyskytuje více druhů plevelů s vyšším indexem diverzity než ve středu pole. Indexy vyrovnanosti mají podobné hodnoty, kdy žádný druh není dominantní. K současné situaci v šíření plevelů z okolních pozemků přispěl vysoký podíl zanedbaných ploch a neobdělávaná pole, ze kterých se šíří velké množství diaspor (Mikulka et al. 2020). Romero et al. (2008) uvádí, že na konvenčně obhospodařovaných polích mají okraje tendenci podporovat vyšší celkovou druhovou bohatost rostlin než v centru polí. Směrem do středu pole roste význam managementu, který omezuje výskyt druhů, zatímco význam přilehlých biotopů, které jsou zdrojem semenného fondu druhů, s rostoucí vzdáleností od nich klesá (José-Mária et al. 2010).

7 Závěr

- Cíl práce byl splněn a byla potvrzena vědecká hypotéza. Bylo zjištěno, že existují rozdíly v diverzitě plevelové vegetace v rámci jednotlivých ozimých plodin a okraje porostů ozimých plodin vykazují vyšší diverzitu než centra porostů.
- U všech plodin na okraji pole se ve fytocenologickém snímku vyskytovaly druhy lipnice roční, kokoška pastuší tobolka. V pšenici ozimé, řepce ozimé a jeteli nachovém se vyskytovaly společné druhy heřmánkovec nevonný, rozrazil břečťanolistý, pryšec kolovratec, violka rolní, pampeliška, vikev ptačí. Menší výskyt vykazoval kakost maličký, penízek rolní, pýr plazivý, výdrol řepky ozimé, tolice vojtěška, rdesno blešník, výdrol pšenice ozimé, pcháč oset, zemědým lékařský, hluchavka nachová. V porostu jetele nachového se vyskytoval sveřep jalový, v ječmeni ozimém byla sledována chundelka metlice.
- Z fytocenologického snímku, který byl proveden vždy ve středu pole, byl zaznamenán výskyt stejných druhů v plodinách pšenice ozimé, řepky ozimé a jeteli nachovém: kokoška pastuší tobolka, heřmánkovec nevonný, rozrazil břečťanolistý, pryšec kolovratec, rdesno blešník. Dalšími druhy vyskytujícími se v menším množství byly: lipnice roční, kakost maličký, violka rolní, výdrol řepky ozimé, vikev ptačí, výdrol pšenice ozimé, hluchavka nachová. Pouze v pšenici ozimé se nacházel pýr plazivý, pampeliška, tolice vojtěška, pomněnka rolní. V řepce ozimé byl sledován zemědým lékařský, v jeteli nachovém se nacházel sveřep jalový. V ječmeni ozimém byly sledovány pouze dva druhy, kokoška pastuší tobolka, lipnice roční.
- Index vyrovnanosti byl u většiny plodin podobný, kdy žádný druh nebyl dominantní.
- Pro snížení výskytu plevelů v kulturní plodině je třeba věnovat pozornost přípravě půdy tak, aby se omezilo vzcházení a růst plevelů. Dále je nezbytné kombinovat různé metody regulace plevelů, jako jsou mechanická, biologická a chemická, a správně volit herbicidní ochranu podle druhů plevelů a míry zaplevelení. Rovněž by mělo docházet ke střídání herbicidů s různým mechanismem účinku a dodržování střídání plodin.

8 Literatura

Allbee SA, Rogers HS, Sullivan L L. 2022. The effects of dispersal, herbivory, and competition on plant community assembly. Ecology (e3859) DOI: 10.1002/ecy.3859.

Beckie HJ. 2006. Herbicide-Resistant Weeds: Management Tactic and Practices. Weed Technology **20**: 793-814.

Birara G, Markos G. 2023. Assessmentof soil mulching field management, and deficit irrigation effect on productivity of watermelon varieties, adn AguaCrop model validation. Heliyon (e21632) DOI: 10.1016/j.heiyon.2023.e21632.

Caetano RSX, Christoffoleti P., J., Victoria-Filho R. (2001). „Banco“ de sementes de plantas dahinsas em pomar de laranjeira „Pera“. Scientia Agricola **58**.3: 509–517.

Colbach N, Caneill J, Chauvel B, Estrade JR. (2000). Modelling vertical and lateral seed bank movements during mouldboard ploughing. European Journal **13**: 111–124.

Dabney SM, Delgado JA, Meisinger JJ, Schomberg HH, Liebig MA, Kaspar T, Mitchel J, Reeves W. 2010. Using cover crops and cropping systems for nitrogen management. Advances in nitrogen management for wather guality **66**: 231-282.

Froud-Williams RJ. (1988). Changes in weed flora with different tillage and agronomic management systems. Pages 213-236 in Altieri MA, Liebman M, editors. Weed Management in Agroekosystems: Ecological Approaches. CRC Press, Boca Raton, FL.

Hamouz P, Hamouzová K. 2015. Atlas klíčních rostlin polních plevelů. Kurent, České Budějovice.

Hamouzová K, Salava J, Soukup J, Chodová D, Košnarová P. 2011. Weed Resistance to Herbicides in the Czech Republic: History, Occurrence, Detection and Management. Herbicides-Mechanismus and Mode of Action. InTech. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/herbicidni-rezistence-v-evrope-i-v-cr-nabyva-na-vyznamu (accessed August 2023).

Hansueli D, Conder M, Weidmann G. 2017. Reducing weed seed pressure with the false seedbed technigue. Available from https://orgprints.org/id/eprint/31022/25/PA_007_False-seedbed_final_QR.pdf (accessed June 2023).

Holec J. 2019. Invazivní plevele. Agromanuál.cz. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/invazni-plevele-1 (accessed September 2023).

Chung YA, Ke PJ, Alder PB. 2023. Mechanistic approaches to investigate soil microbe-mediated plant competiton. Journal of Ecology **111**.8:1590-1597.

José-María L, Armengot L, Blanco-Moreno JM, Bassa M, Sans FX. 2010. Effects of agricultural intensification on plant diversity in Mediterranean dryland central fields. Journal of Applied Ecology **47**.4:832-840.

Jursík M, Hamouzová K, Soukup J, Holec J. 2011. Rezistence plevelů vůči herbicidům a problémy s rezistentními populacemi v ČR. Listy cukrovarnické a řepařské **127**.4: 123-128.

Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J.2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent, Praha.

Jursík M, Soukup J. 2022. Herbicidní regulace problematických plevelů na podzim. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/herbicidni-regulace-problematickych-plevelu-na-podzim (accesed November 2023).

Kalinová J. 2018. Ochrana rostlin. Zemědělská fakulta Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.

Kazda J, Mikulka J, Prokynová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press, Praha.

Kohout V, Kohoutová D. 2016. Možnosti šíření plevelů osivem. Agromanual.cz. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-sireni-plevelu-osivem (accessed July 2023).

Kohout V, Horn F, Chodová F, Martinková Z, Mikulka J, Soukup J, Stach J. 1996. Herbologie Plevele a jejich regulace. Agronomická fakulta ČZU Praha. Praha.

Kolářová M, Tyšer L, Soukup J. 2014. Weed vegetation of arable land in the Czech Republic: Environmental a management factors determining weed species composition. Biologia **69**.4: 443-448.

Košnarová P, Soukup J, Hamouz P, Mikulka J, Šuk J. 2019. Herbicidní rezistence v Evropě i v ČR nabývá na významu. Agromanuál.cz. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/herbicidni-rezistence-v-evrope-i-v-cr-nabyva-na -vyznamu (accessed August 2023).

Košnarová P, Jursík M, Hamouzová K, Soukup J. 2022. Herbicidní rezistence u heřmánkovce nevonného v ČR. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/herbicidni-rezistence-u-hermankovce-nevonneho-v-cr (accesed January 2024).

Kubát K, Hrouda L, Chrtek J, Kaplen Z, Kirchner J, Štěpánek J. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Akademia, Praha.

Májeková J, Zaliberová M, Škodová I. 2019. Weed vegetation of arable iand in Slovakia: diversity and species composition. Acta Societatis Botanicorum Poloniae **88**.4:3637.

Melander B, Rasmussen IA, B´arberi P. 2005. Integrating Pysical and Cultural Methods of Weed Contril: Examples from European Research. Weed Science **53**:369-381.

Metcalfe H, Hassall KL, Boinot S, Storkey J. The contribution of spatial mass effects to plant diversity in arable fields. Journal of Applied Ecology **56**.7:1560-1574.

Mikulka J, Chodová D, Martinková Z, Kohout V, Soukup J, Uhlík J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Redakce časopisu Farmář a Zemědělské listy. Praha.

Mikulka J. 2019. Aplikace integrovaných systémů regulace plevelů. Česká technologická platforma pro zemědělce. Available from www.ctpz.cz/vyzkum/aplikace-integrovanych-systemu-regulace-plevelu-856 (accessed September 2023).

Mikulka J, Štrobach J. 2020. Biologie a regulace vytrvalých plevelů na zemědělské půdě. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha.

Mikulka J. 2021. Možnosti regulace jednoděložných plevelů a výdrolu v řepce ozimé. Agromanuál cz. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-regulace-jednodeloznych-plevelu-a-vydrolu-v-repce-ozime (accesed February 2024).

Mikulka J, Štrobach J. 2022. Regulace trávovitých plevelů a výdrolu obilnin v ozimé řepce. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/regulace-travovitych-plevelu-a-vydrolu-obilnin-v-ozime-repce (accesed Januar 2024).

Mikulka J, Štrobach J. 2023. Trendy vývoje plevelových společenstev v ozimech. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/trendy-vyvoje-plevelovych-spolecenstev-v-ozimech (accesed January 2024).

Mitchell JCH, D´Amico III V, LE Trammall T, Frank S D. 2023. Nonnative plant invasion increases urban vegetation structure and influences arthropod communities. Diversity and Distribution **29**.4:1263-1277.

Moravec D, Votýpka J. 1998. Klimatická regionalizace České republiky. Karolinum – nakladatelství Univerzity Karlovy, Praha.

Owen M. 2010. What is new, herbicide-resistant weeds and management tactics. Integeated Crop Management Conference. Available from www.dr.lib.iastate.edu/entities/publication/5373d4ec-59bb-4b81-bea7-dfdca4a84ff0 (accessed September 2023).

Powles SB, Yu Q.2010. Evolution in action: plants resistant to herbicides. Annual Review of Plant Biology **61**: 317-347.

Nkoa R, Owen MDK, Swanton CJ. 2015. Weed Abundance, Distribution, Diversity, and Community Analyses. Weed Science **63**: 64-90.

Rana SS. 2018. Preventive, cultural and physical metods of weed control. Available from www.researchgate.net/publication/322438022_Preventive_cultural_and_physical_methods_of_weed_control (accessed October 2023).

Ren G, Cui M, Yu H, Fan X, Zhu Z, Zhang H, Dai Z, Sun J, Yang B, Du D. 2024. Global Environmental Change Shifts Ecological Stoichiometry Couqling Between Plant and Soil in Early-Stage Invasions. Journal of Science and Plant Nutrition 1-11.

Romero A, Chamorro L, Sans FX. 2008. Veed diversity in crop edges and inner fields of organic and conventional dryland winter central crops in NE Spain Agriculture Ecosystems & Environment **124**.1:97-104.

Scalon MB, Heilmeier H, Rossatto DR. (2024). Plant-plant parasitism: Trends in the last 50 years and a call for papers for a special issue in Flora. Flora **310**.3:152438.

Shan Z, Zhou S, shah A, Arafat Y, Rizvi SA, Shao H. 2023. Plant Allelopathy in Response to Biotic and Abiotic Factors. Agronomy **13**.9:2358.

Slavíková J. 1986. Ekologie rostlin. Státní pedagogické nakladatelství. Praha

Smykal P. 2023. Studium dormance semen bobovitých rostlin. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. Available from www.prf.upol.cz/badatel/projekty/projekt/clanek/studium-dormance-semen-bobovitych-rostlin/ (accessed August 2023).

Smutný V, Winkler J, Klem K. 2018. Integrovaná regulace plevelů v obilninách. Mendlova univerzita v Brně. Brno.

Soukup J, Košnarová P, Hamouzová K, Hamouz P, Jursík M. 2020. Monitoring herbicidní rezistence a antirezistentní strategie. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Soulé M, Mansuy A, Chetty J, Auzoux S, Viaud P, Schwartz M, Ripoche A, Heuclin B, Christina M. (2021). Effect of crop management and climatic factors on weed control in sugarcane intercropping systems. Field Crops Research **306**:109234.

Spáčilová V. 2023. Jak se vypořádat s trávovitými pleveli. Available from www.uroda.cz/jak-se-vyporadat-s-travovitymi-pleveli/ (accesed November 2023).

Štrobach J, Mikulka J. 2021. Faktory ovlivňující dlouhodobé změny plevelových společenstev. Česká technologická platforma pro zemědělce. Available from www.ctpz.cz/media/upload/1646063714_21-plevelova-spolecenstva-5-web.pdf (accessed July 2023).

Štrobach J, Mikulka J. 2021. Historie a současnost plevelových společenstev na orné půdě. Agromanuál.cz. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/historie-a-soucasnost-plevelovych-spolecenstev-na-orne-pude (accessed Spetember 2023).

Štrobach J, Mikulka J. 2023. Biologická regulace plevelů. Česká technologická platforma pro zemědělce. Available from www.ctpz.cz/vyzkum/biologicka-regulace-plevelu-1420 (accessed November 2023).

Tyšer L, Kolářová M, Tulačka O, Hamouz P. 2021. Weed vegetation in conventional and organic farming in West Bohemia (Czech Republic). Plant Soil Environ **67**:376-382.

Van Deynze B, Swinton SM, Hennessy DA. 2022. Are glyphosate-resistant weeds a threat to conservation agriculture? Evidence from tillage practices in soybeans. Amerucan Journal of Agricultural Economics **104**:645-672.

Van Kleunen M, Essi F, Pergl J, Dawson W. 2015. Global Exchange and accumulation of non-native plants. Nature **525**:100-103.

Winkler J. 2020. Ekologické zemědělství a biodiverzita plevelů. Available from www.ctpez.cz/aktuality/publikace/clanky/vyslo-v-zemedelci-ekologicke-zemedelstvi-a-biodiverzita-plevelu/ (accessed January 2024).

Winkler J, Děkanovský I. 2021. Vegetace plevelů – pohled do minulosti. Úroda. Available from https://uroda.cz/vegetace-plevelu-pohled-do-minulosti/ (accessed August 2023).

Winkler J. 2023. Plevele v ozimé pšenici a potenciální ztráta na výnosu. Agromanuál.cz. Available from https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/plevele-v-ozime-psenici-a-potencialni-ztrata-na-vynosu (accessed July 2023).

Xu M, Galhano R, Wiemann P, Bueno E, Tiernan M, Wu W, Chung I, Gershenzon. (2012). Genetic evidence for natural product-mediated plant-plant allelopathy in rice (*Oryza sativa*). New Phytologist **193**.3:570-575.

Zajac M, Zajac A. 2010. Apophytes as invasive plants in the vegetation of Poland. Biodiversity: research and Conservation **15**:35-40.

Webové stránky:

https://www.in-pocasi.cz/archiv/archiv.php?historie=2023-04-07&region=10

https://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/

https://bpej.vumop.cz/

9 Samostatné přílohy

Obrázek 1: Pýr plazivý (Elytrigia repens) v porostu pšenici ozimé.

Obrázek 2: Heřmánkovec nevonný (Tripleurospermum inodorum) a kakost maličký (Geranium pusillum) v porostu pšenice ozimé.

Obrázek 3: Pcháč oset (Cirsium arvense) v porostu ječmene ozimého.

Obrázek.4: Porost ječmene ozimého.

Obrázek.5: Violka rolní (Viola arvensis) a heřmánkovec nevonný (Tripleurospermum inodorum) v porostu jetele nachového.

Obrázek 6: Hluchavka nachová (Lamuim purpureum), heřmánkovec nevonný (Tripleurospermum inodorum) a pryšec kolovratec (Euphorbia helioscopia) v porostu jetele nechového.

Obrázek 7: Zemědým lékařský (Fumaria officinalis) v porostu řepky ozimé.

Obrázek 8: Pryšec kolovratec (Euphorbia helioscopia), pampeliška (Taraxacum sect. *Ruderalia) a violka rolní (Viola arvensis) v porostu řepky ozimé.*