

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Možnosti regulace obtížně hubitelných plevelů v porostu máku setého**

**(*Papaver somniferum* L.)**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Petr Nouza**

**Obor studia: Rostlinolékařství**

**Vedoucí práce: Ing. Pavel Cihlář, Ph.D.**

**© 2018 ČZU v Praze**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma “Možnosti regulace obtížně hubitelných plevelů v porostu máku setého (*Papaver somniferum* L.)“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne: 13. 4. 2018

.....

podpis autora práce

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce – Ing. Pavlu Cihlářovi, Ph.D., za odborné a profesionální vedení práce, za vstřícné zodpovídání veškerých dotazů, za skvělou motivaci pracovní morálky a za veškeré rady, které byly vždy přínosné.

# Možnosti regulace obtížně hubitelných plevelů v porostu máku setého (*Papaver somniferum* L.)

## Souhrn

Cílem diplomové práce bylo zjistit co nejvíce dostupných informací o zásadních plevelech máku, mezi které patří kakost maličký (*Geranium pusillum*), mák vlčí (*Papaver rhoeas*), zemědělný lékařský (*Fumaria officinalis*) a opletku obecnou (*Fallopia convulvulus*). Mezi tyto informace a údaje patří jejich morfologie, nároky na výživu, nároky na stanoviště, vegetační doba, tvorba semen a jejich množství, šíření semen, klíčivost a dormance jejich semen.

Dále bylo cílem obsáhnout přípravky, které vykazují účinnost na tyto plevele, jejich účinky a zároveň fytotoxicitu na mák setý (*Papaver somniferum*). Cílem bylo také zjistit účinnost vybraných preemergentních a postemergentních herbicidů (a jejich kombinací) na běžně se vyskytující plevele a výdroly předplodin na pozemku v Jižních Čechách. Mezi vybrané preemergentní účinné látky patří pethoxamid, mesotrione, chlorotoluron, clomazone. Poté následovalo ošetření dvou vybraných kombinací postemergentních přípravků, a to tembotrione, fluroxypyr a pyridate.

**Klíčová slova:** kakost, mák, herbicid, fytotoxicita, plevel

# Options control the occurrence of main weeds in poppy (*Papaver somniferum* L.).

## Summary

The aim of this diploma thesis was to find out as much information as possible about the main poppy weeds, including geranium pusillum, papaver rhoeas, fumaria officinalis, and fallopia convulvulus. This information and data includes its morphology, nutrition claims, habitat requirements, growing season, seed production and their quantity, seed propagation, germination and dormancy of their seeds.

The aim was to find out which products are effective on these weeds, their effects, and phytopathogenicity on papaver somniferum. Furthermore, the aim was to find out the effectiveness of selected pre-emergence and post-emergence herbicides and their combinations on common weeds and volunteer of pre-crops on land in South Bohemia. Among the selected preemergence active substances are pethoxamid, mesotrione, chlorotoluron, clomazone. This was followed by the treatment of two selected combinations of postemergence preparations, namely tembotrione, fluroxypyr and pyridate.

**Keywords:** cranesbill, poppy, herbicide, fytotoxicity, weed

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Cíle práce</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Literární přehled</b> .....	<b>13</b>
3.1. Biologie kakostu maličkého .....	13
3.1.1. Dormance a klíčivost.....	14
3.1.2. Nároky na stanoviště .....	16
3.1.3. Konkurenční schopnost .....	16
3.1.4 Šíření .....	17
3.1.4.1. Vliv zpracování půdy na šíření kakostu .....	19
3.1.5 Zaměnitelné příbuzné druhy.....	20
3.1.6 Nárůst výskytu.....	20
3.1.7. Regulace kakostu v máku.....	21
3.2 Biologie máku vlčího .....	21
3.2.1. Dormance a klíčivost.....	22
3.2.2. Nároky na stanoviště .....	23
3.2.3. Konkurenční schopnost .....	23
3.2.4. Šíření .....	24
3.2.5. Vliv zpracování půdy na šíření máku vlčího.....	24
3.2.6. Zaměnitelné příbuzné druhy.....	24
3.2.7. Regulace máku vlčího v máku setém .....	25
3.3. Biologie opletky obecné.....	25
3.3.1. Dormance a klíčivost.....	26
3.3.2 Nároky na stanoviště .....	26
3.3.3 Konkurenční schopnost .....	27

3.3.4. Šíření .....	27
3.3.5. Vliv zpracování půdy na šíření.....	28
3.3.6. Zaměnitelné a příbuzné druhy.....	28
3.3.7. Regulace opletky v máku .....	28
3.4. Biologie zemědělního lékařského .....	29
3.4.1. Dormance a klíčivost.....	29
3.4.2. Nároky na stanoviště .....	30
3.4.3. Konkurenční schopnost .....	30
3.4.4. Šíření .....	31
3.4.5. Vliv zpracování půdy na šíření.....	31
3.4.6. Zaměnitelné a příbuzné druhy.....	31
3.4.7. Regulace zemědělního v máku.....	31
3.5. Regulace zaplevelení.....	32
3.5.1. Metody regulace zaplevelení.....	32
3.6. Využití nepřímých metod regulace zaplevelení .....	33
3.6.1. Střídání plodin .....	33
3.6.2. Regulace plevelů v ekologickém zemědělství .....	33
3.7. Integrovaná ochrana .....	34
3.8. Využití přímých metod regulace zaplevelení.....	35
3.8.1. Mechanická regulace zaplevelení.....	35
3.9. Chemické (herbicidní) metody regulace zaplevelení .....	36
3.9.1. Rozdělení aplikace podle termínu .....	36
3.10. Biologické metody regulace .....	37
3.11. Rezistence a tolerance rostlin k herbicidům.....	37
3.11.1. Rezistence k herbicidům .....	37
3.11.2. Tolerance k herbicidům.....	37

3.11.2.1. Tolerance kakostu maličkého k herbicidům.....	38
3.12. Herbicidní regulace kakostu.....	38
3.13. Regulace kakostu ve vybraných plodinách .....	39
3.13.2. V řepce .....	39
3.13.3. V ozimých obilninách .....	40
3.13.4. V cukrové řepě .....	41
3.13.5. V bramborách.....	41
3.13.6. V kukuřici a slunečnici.....	41
3.14. Pěstování máku setého .....	42
3.14.1. Historie pěstování máku v českých zemích .....	42
3.14.2. Pěstování máku setého v českých zemích.....	42
3.15. Nároky máku na stanoviště .....	43
3.17. Citlivost máku k herbicidům .....	44
<b>4. Metodika .....</b>	<b>46</b>
4.1. Charakteristika zájmového území .....	46
4.1.1. Charakteristika pozemku Hadravovy vršky .....	47
4.2. Účinné látky a jejich kombinace .....	51
4.2.1. <i>Pethoxamid</i> + <i>Clomazone</i> (aplikovaný přípravek Nero) .....	51
4.2.2. <i>Pethoxamid</i> (aplikovaný přípravek Somero).....	52
4.2.3. <i>Clomazone</i> (aplikovaný přípravek Command 36 SC).....	52
4.2.4. <i>Mesotrione</i> (aplikovaný přípravek Callisto 480 SC).....	53
4.2.5. <i>Chlorotoluron</i> (aplikovaný přípravek Lentipur 500 FW) .....	54
4.3 Stanovené pokusné hypotézy .....	55
<b>5. Výsledky .....</b>	<b>56</b>
5.1. Pozemek Hadravovy vršky.....	56
5.1.1 Hodnocení produkčních ukazatelů pokusu .....	57



5.2.2 Odpočty plevelů .....	61
<b>6. Diskuze .....</b>	<b>64</b>
<b>7. Závěr.....</b>	<b>68</b>
<b>8. Doporučení pro praxi.....</b>	<b>70</b>
<b>9. Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>71</b>
<b>10. Seznam příloh .....</b>	<b>78</b>

# 1. Úvod

V oblasti použití herbicidních přípravků se v technologii pěstování máku za posledních 5 – 10 let oproti předchozímu stavu příliš mnoho nezměnilo. Nicméně přes neustále se vyvíjející a zpřísňující legislativu ze strany EU jsou v některých případech nutné revize již dříve zavedených postupů regulace některých plevelů, resp. plevelných druhů (Roubal a Cihlář, 2016).

Od dob, kdy se pěstování máku setého přestalo spoléhat na plečkování a okopávání, musí být zákonitě regulace plevelů nahrazena jiným způsobem. Tímto způsobem se, až po druhé polovině 20. století, staly herbicidy. Mák, jako minoritní plodina, však nikdy neměl (a pravděpodobně ani mít nebude) vlastní vývoj účinných látek proti plevelům. Proto se bude muset ochrana máku setého proti plevelům smířit s účinnými látkami vyvinutými pro jiné plodiny, které byly schváleny i pro aplikaci do máku. To však bude téměř vždy znamenat balancování mezi účinností na nežádoucí doprovodné rostliny a fytotoxicitou na samotný pěstovaný kulturní mák.

Jedním z „nově“ masivně se šířícím plevelem je kakost maličký (*Geranium pusillum*). Je to plevel škodící převážně na písčitéjších půdách středních poloh. Jeho rostoucí výskyt je dáván do souvislosti s ústupem orebné technologie. Tuto teorii však vyvracejí Hanzlik a Gerowitt (2012), kteří uvádějí, že provádění bezorebné technologie obdělávání půdy před setím podporuje výrazně výskyt kakostu dvousečného a kakostu okrouhlostého, ale neměl žádný účinek na výskyt kakostu maličkého.

Důvod, proč je kakost maličký tak úspěšný, je jednoduchý. Kakost maličký je relativně náchylný k některým účinným látkám ve fázi klíčení a děložních lístků, avšak pokud začne tvořit pravé listy, stane se velice odolným a ve dvouděložných plodinách téměř neregulovatelným.

Dalším obtížně regulovatelným až neregulovatelným plevelem je mák vlčí (*Papaver rhoeas*). Jako druh patřící do stejného rodu s mákem setým, je jeho herbicidní regulace zatím nemožná. Potom zbývá pouze možnost regulovat jej agrotechnickými operacemi a volbou osevních postupů, kdy na pozemcích silně zaplevelených mákem vlčím se vyplatí mák setý nepěstovat.

Opletka obecná (*Fallopia convulvulus*) se také považuje za jeden z nejzávažnějších plevelů, v tomto případě je však k dispozici zatím účinné řešení v podobě herbicidní látky

fluroxypyr. Nicméně, při současném tempu zakazování účinných látek se může stát, že o tuto možnost regulace přijdeme, a potom nastane zásadní problém.

Další ze zákeřných plevelů šířících se do středních a vyšších poloh je zemědělným lékařským (Fumaria officinalis). Tento plevel, podobně jako kakost maličký, je po vyklíčení relativně citlivý, avšak přejde-li do generativní fáze, je téměř nezničitelný.

## **2. Cíle práce**

Stanovit možnosti regulace plevelů (zejména kakostů) pomocí preemergentní aplikace a systémů ošetření s využitím herbicidů s účinnou látkou pethoxamid.

## 3. Literární přehled

### 3.1. Biologie kakostu maličkého

Podle Hrona a Zejbrlíka (1974) je kakost maličkový jednoletý ozimý, někdy též dvouletý plevelný druh, lidově nazývaný čapí nos nebo čapí nůsek. Je drobný až středně vysoký a bývá dosti proměnlivý. Setrvává v orniční vrstvě půdy jednoduchým nebo větveným křulovým kořenem.

Mikulka (2005) uvádí, že kakost maličkový v půdě zakořeňuje tenkým křulovým větveným kořenem. Lodyha je od báze bohatě větvená, chlupatá, bývá dlouhá 20-30 cm. Listy jsou chlupaté, listy v přízemní růžici mají chlupaté řapíky někdy až 10 cm dlouhé, čepel je okrouhlá ledvinovitá, dlanitě sedmidílná, lodyžní lístky jsou většinou vstřícné. Květy vytváří dvoukvěte vidlany na 1–2 cm stopkách se žláznatými chlupy. Kakost kvete od května do září, květy jsou červenofialové. Plod je červeně hnědý, hladký a poltivý, má asi 1 cm dlouhý žláznatý zoban. Po uzrání se rozpadá na pět jednosemenných dílů obsahujících hladká, matná, hnědá, asi 1,6 mm dlouhá vejčitá semena, která z nich snadno vypadávají.

Kakost maličkový patří mezi jednoleté ozimé plevele, o kterých Mikulka a kol. (1999) uvádí, že se jedná o klíčící rostliny vzešlé na podzim, jež přezimují ve fázi listových růžic. Ve vývoji pak pokračují brzy z jara a dozrávají před ukončením vegetace kulturních rostlin. Semena a plody mohou klíčit během celého vegetačního období od časného jara až do mírné zimy.

Jursík a kol. (2011) uvádí, že rozmnožování kakostu maličkého je výhradně generativní. O pohlavním (generativním) rozmnožování rostlin uvádí Mikulka a kol. (1999), že je to základní způsob rozmnožování, které je vlastní všem plevelným druhům. Uskutečňuje se pomocí diaspor. Za diasporu je považován každý jednotlivý orgán (nebo jeho část), jenž je schopen vyrůst v novou rostlinu. V případě pohlavního rozmnožování se jedná o výtrusy, semena a plody. Obecně je však termín „semeno“ využíván i v případě, že se z morfologického hlediska jedná o plod (např. nažka nebo obilka). Semeno je relativně nejméně proměnlivý orgán rostliny a rovněž rozdílnost velikosti a hmotnosti semen úzce souvisí s ekologickými podmínkami stanoviště (půdní, klimatické a prostorové podmínky). Plevely se obecně snaží vytvořit velké množství semen a plodů, které by bylo zárukou setrvání druhu na dané lokalitě. Sell a kol. (2009) uvádějí, že kakost maličkový kvete od června

do září, květy jsou málo opylovány hmyzem a pravděpodobně se obvykle samoopylí. Klaassen a Freitag (2004) uvádí, že kakost maličkový má hladká semena barvy světlé kůže, zpravidla jich bývá 200 - 400 na každé rostlině.

### 3.1.1. Dormance a klíčivost

Podle Mikulky a kol. (1999) se zralá semena plevelů po opadnutí z mateřské rostliny hromadí na povrchu půdy a odtud pronikají různými způsoby (orbou, činností živočichů, propadáváním se do půdních prasklin) do její povrchové vrstvy. Mají – li příznivé podmínky, vyklíčí některá semena ihned, avšak většina semen setrvává v půdě bez vyklíčení po různě dlouhou dobu a vytváří tak „zásobu (banku) semen“. Některá semena neklíčí neboť v místě, kde se zrovna nacházejí, nejsou pro klíčení vhodné podmínky. Většina semen ale neklíčí z důvodu, že jsou ve stavu dormance. Dessaint et al. (1991) uvádějí, že na rozložení semen plevelů po pozemku má vliv několik faktorů. Je to velikost a vlastnosti plodů rostliny, dále velikost, tvar a hmotnost samotných diaspor, přítomnost chlupů, křídel a dalších výrůstků uschopňujících k pohybu větrem. Dále také výrůstky, háčky a trny, díky kterým mohou být diaspory šířeny faunou. Podle Roberts a Feasta (1974) obecně platí, že populace životaschopných semen se snižuje 3x rychleji v obdělávané než neobdělávané půdě

Mikulka a kol. (1999) uvádějí, že dormantní (spící) semena jsou živá, ale nejsou aktivní. K tomu, aby byla schopna opět aktivovat a mohla za vhodných podmínek klíčit, je zpravidla potřeba vystavit je po určitý čas podmínkám, jež vyvolávají ukončení dormance. Patří sem většinou vlhkostní a teplotní podmínky panující v období před nástupem hromadného klíčení v přírodě. Semena plevelů klíčící na jaře vyžadují pro ukončení dormance obvykle období prochlazení. Přitom je nutné, aby nabobtnalá a dormantní semena byla vystavena po určitou dobu (1 – 3 měsíce) teplotám v rozmezí 0 - 15 °C, což odpovídá v přírodě zimnímu období. Semena mnohých jiných rostlin však vyžadují pro vyklíčení další zvláštní podněty. Dormance je jedním ze způsobů, jak rostliny mohou přežít v nepředvídatelně se měnících podmínkách. Vyklíčení zásoby semen (vyprodukované danou rostlinou) je vlivem dormance rozděleno do několika let. Ashe a Vandeloos (2006) u kakostu maličkového uvádějí, že jeho čerstvě zralá semena mají pro vodu nepropustné osemení (fyzikální dormance). Osemení pak se stane propustné při suchém skladování během 3 - 12 měsíců. Neřeší to však problém potlačení fyzikální dormance v polních podmínkách, a proto dále uvádějí, že osemení čerstvě zralých semen ležících na povrchu půdy se může stát propustné v suchých letních měsících. Tato

semena tak klíčí až o několik měsíců později, ve chvíli, když se půda zvlhčí. Semena schovaná v hlubších vrstvách půdy mohou přežívat ve stavu dormance několik let. Ve chvíli, kdy se dostanou na povrch, se sušením na slunci poruší jejich fyzikální dormance. Také uvádějí, že se osetí všech semen stanou postupně propustné pro vodu po inkubaci v 23 °C po dobu 31 týdnů. Také Baskin (2000) uvádí, že fyzikální dormanci semen kakostu maličkého lze zrušit dlouhodobým skladováním za pokojové teploty. Dále píše, že fyzikální dormance semen kakostu maličkého lze porušit zráním při vysokých teplotách. Pokud se tak stane během léta, tak semena klíčí za optimální vlhkosti půdy na podzim, pokud se ale stala propustná pro vodu přes léto. Jursík a kol. (2007) uvádí, že semena kakostu maličkého mají poměrně dlouhou primární dormanci a vzchází proto často až v následujícím roce. Kakost maličký dokáže vzcházet téměř po celou dobu vegetace, přičemž na jaře (duben, květen) a na podzim (září, říjen) je vzcházivost nejvyšší.

Životaschopnost semen v půdě je poměrně krátká. Podle Robertse a Boddrella (1984) měl kakost maličký po pěti letech nejmenší klíčivost (0,6 %) z jedenácti zkoumaných plevelných druhů. Také zjistili, že jeho klíčení probíhá, společně se slézem přehlíženým, z velké části pouze v letních měsících. Podle Jursíka a kol. (2011) mají semena kakostu maličkého středně dlouhou primární dormanci, díky níž je umožněno částečné vzcházení již na podzim. Během zimy je umožněno další porušení dormance a následně pak vzchází téměř po celou vegetaci, přičemž na jaře (březen až květen) a na podzim (září, říjen) je vzcházivost nejvyšší. Gough (2011) u kakostu maličkého uvádí, že jeho klíčení může trvat od 6 týdnů do 13 měsíců.

### **3.1.2. Nároky na stanoviště**

Jursík a kol. (2011) uvádí, že vyhovující pro kakost kakostu maličký jsou zejména lehčí, výhřevné půdy, které jsou zároveň bohaté na dusík. Nachází se především v teplejších oblastech, maximálně do 650 - 700 m. n. m. Ve vyšších nadmořských výškách bývá nahrazen jinými druhy kakostů. Kakost maličký je svétlomilnou rostlinou, a proto špatně snáší zastínění. Proto největší problémy způsobuje na chudších písčítých půdách a v řídkých porostech ozimů. Na takových stanovištích se může kakost maličký výškově vyrovnat ozimé pšenici a hustota zaplevelení kakostem maličkým pak může dosahovat i několika stovek rostlin na metru čtverečním. Hron a Zejbrlík (1974) uvádějí, že je kakost maličký u nás po celém území obecně rozšířen jako nenáročná rostlina na všech půdních druzích, a to od nížin až do horských oblastí. Vyskytuje se na sušších stráních, mezích, úhorech, rumišťích, na pastvinách i na polích. Zapleveluje hlavně prořídle jeteloviny a ozimé plodiny. Často se nachází i v ostatních jarních plodinách a víceletých kulturách.

Podle výzkumu prováděného na pastvinách v místech velkého zatížení ovčími výkaly uvádí Novák a Slamka (2003), že vysoké koncentrace NPK v půdě tolerují především ruderální plevele, mezi něž patří i kakost maličký. Tento výzkum se dá vztáhnout i na pěstování plodin na orné půdě, kde podle Jursíka a kol. (2011) vytváří kakost v dobře hnojených okopaninách výrazně mohutnější rostliny keřovitého habitu.

### **3.1.3. Konkurenční schopnost**

Podle Mikulky a kol. (1999) bychom mohli konkurenci (kompetici) definovat jako soutěž rostlin o limitující zdroje stanoviště, tj. o sluneční záření (energii), půdní vlhkost, minerální látky v půdě a prostor. Ke kompetici dochází v případě, kdy v určitém prostoru, kde roste více jedinců jednoho nebo více druhů, je těchto zdrojů pro všechny jedince nedostatek. Nejčastěji se toto stává mezi rostlinami se shodným životním cyklem. Jedinci se schopností využít větší podíl zdrojů začnou brzdít v růstu jiné jedince, kteří jsou schopni přivlastnit si jen menší podíl zdrojů. Následkem konkurence je snížení produkce biomasy, což je někdy spojené s tvarovými změnami, kterými se rostliny vyrovnávají s nepříznivou situací. Kompeticí může být vývoj jedince ovlivněn až do té míry, že nedojde k vzniku generativních orgánů. Vlivem konkurence pak v hustých populacích často dochází k odumření slabších jedinců. Jursík a kol. (2007) uvádějí, že dochází k výraznému ovlivnění velikosti a mohutnosti rostliny kakostu



maličkého plodinou, ve které roste, a také je značně ovlivněn výživným stavem půdy. Drobnější rostliny rostou spíše na nehnojených půdách a v úzkořádkových plodinách (obilniny, řepka, vytrvalé píceiny) nebo v mezerovitých porostech, avšak v případě horší konkurenční schopnosti plodiny (chudší půdy) se mohou reprodukovat a zvyšovat půdní zásobu semen, která pak masivně vzchází v dalších letech. Mohutnější rostliny keřovitého habitu najdeme naopak v dobře hnojených okopaninách. Tyto rostliny se mohou výborně uplatnit v porostech okopanin (brambory) a zelenin, zvláště jsou-li herbicidem potlačeny konkurenčně silnější pozdní jarní plevelné druhy (obvykle více citlivé k půdním herbicidům). Rostliny kakostu v takovém případě od báze bohatě větví, doba kvetení je velmi dlouhá a plody dozrávají průběžně. Podle Jursíka a kol. (2011) kakost maličkový po vzejití vytváří drobné přízemní růžice listů, které snadnou unikají pozornosti. V ozimých obilninách další vývoj zpravidla nastává až nástupem jara, kdy se prodlužují řapíky listů. Většina plodů dozrává ještě před sklizní plodiny a z části vypadává na zem. To platí i pro časnou sklizeň řepky. Dále uvádějí velmi dobré uplatnění kakostu maličkého jako strniskového plevele. Zejména rostliny vzešlé z jara (po oslabení vlivu podzimních půdních herbicidů) nebo rostliny nedostatečně potlačené listovými herbicidy na jaře, obvykle na strništi zakončují svůj životní cyklus a zvyšují půdní zásobu semen. Hanzlik a Gerowitt (2012) uvádí, že kakost maličkový, kakost okrouhlostý a kakost dvousečný profitují z používání nových širokospektrálních herbicidů, které působí proti většině ostatních plevelů a umožní tak těmto odolným kakostům dostatečné místo pro růst a konkurenci pěstované plodině.

#### **3.1.4. Šíření**

Mikulka a kol. (1999) uvádějí, že pro přežití druhu je důležitým faktorem, aby semena a plody, případně i vegetativní rozmnožovací částice, nezůstávaly nahromaděny v blízkém okolí mateřské rostliny. Cílem rostliny je rozšířit své diaspory co nejdále a na co nejvhodnější stanoviště. V blízkosti mateřské rostliny jsou semenáčky vystaveny velké konkurenci a druh rostoucí na omezeném prostoru tak může být ohrožen vyhynutím. Šíření diaspor od mateřské rostliny probíhá různými způsoby v závislosti na jejich morfologii a charakteru. Podle Jursíka a kol. (2011) se kakost maličkový rozmnožuje výhradně generativně hnědými elipsoidními semeny 1,6 - 2 mm dlouhými s hladkým povrchem. Ing. Petr Nouza v osobním sdělení uvádí, že velmi velkým problémem je šíření kakostu maličkého pomocí sklízecích mlátiček. Ve sklízecí mlátičce je spousta prostoru, kde se mohou drobné části posklizňových zbytků zachytit společně se semeny kakostu maličkého. Semena kakostu jsou velmi drobná, asi

podobné velikosti jako semena máku setého, tudíž se jich ve sklízecí mlátičce je schopno zachytit obrovské množství. Protože se sklízecí mlátička při přejezdech nijak nečistí, může se takto kontaminovaná mlátička dostat na pozemek, kde se kakost dříve nevyskytoval, a proud posklizňových zbytků vynese semena postupně ven. Tím vzniká problém pracovně nazvaný, jako zaplevelování od vjezdů na pole. Kakost maličký se z těchto míst během několika málo let rozšíří na celý pozemek. Ing. Petr Nouza dále uvádí, že v menší míře se kakost z pozemku na pozemek šíří i pomocí půdozpracujících strojů. Tento fenomén je nazýván Mikulkou a kol. (1999) jako atropochorie. Antropochorie je rozšiřování diaspor pomocí člověka. Semena a plody různých druhů jsou tak šířena jako příměsi v osivu, materiálech, bavlně, zemině, písku, rudách nebo pytlích, bednách a dalším obalovém materiálu. Způsob popsany p. Ing. Nouzou dále uvádějí Mikulka a kol. (1999) jako ergaziochorii. Ergaziochorie je přemístování semen a plodů pomocí zemědělského nářadí a zemědělských strojů, používaných při manipulaci s rostlinným materiálem nebo obdělávání půdy. Tuto domněnku dále upřesňuje Barralis a kol. (1986), kteří uvádějí, že zemědělská technika může být nezanedbatelným šířitelem diaspor plevelů. Zvláště kombajny mohou přenášet nebo soustředit obrovské množství semen plevelů. Diaspory se mohou uchycovat v zemině ulpívající na strojích a nářadí a jsou tak roznášeny z jednoho pozemku na druhý.

V posledních letech se stává trendem provozování bioplynových stanic. I zde se setkáváme s příkladem ergaziochorie. Westerman o kol. (2012) uvádějí, že semena kakostu maličkého nalézající se ve stádiu fyzikální dormance, se nerozkládají a nebyla poškozena ani po třech týdnech ve vodě, nenabobtnala a zůstala pro vodu nepropustná. Dále uvádějí, že pro druhy s pro vodu nepropustnými semeny (možností dormance) bylo větší pravděpodobnost, že přežijí silážování (až 98 %) a mezofilní anaerobní digesci (až 58 %) ve srovnání s druhy, jejichž semena nemají pro vodu nepropustnou vrstvu ( $\leq 1$  %). Následně zjistili, že po silážování a anaerobní digesci zůstalo asi přibližně 0,1 % semen nepropustných pro vodu. To vysvětlují tím, že byla použita semena skladovaná 2 roky v suchém prostředí, u nichž tedy mohla být fyzikální dormance již porušena, tudíž v provozních podmínkách by mohlo celý tento proces přečkat větší množství klíčivých semen kakostu maličkého. Hron a Zejbrlík (1974) uvádějí, že dílčí plody mohou být roznášeny od mateřské rostliny též pomocí zobanů třeba zvířaty. To je dle Mikulky a kol. (1999) příklad zoochorie. Zoochorie je rozšiřování diaspor pomocí živočichů. Lze ji rozdělit na epizoochorii a endozoochorii. Při epizoochorii dojde k uchycení a přechodnému ulpění semen a plodů nebo plodenství na povrchu těla zvířat (hlavně srst či peří). Diaspory jsou k tomuto účelu uzpůsobeny zvláštními ostnitými nebo

háčkovitými útvary. Diaspory se mohou rovněž uchytit prostřednictvím slizu vylučovaného oplodím nebo osemením. Abraham a Elbaum (2013) uvádějí, že mnohé rostliny jako součást strategie šíření jejich semen využívají hygroskopický pohyb, a to tak, že vytváří specializované na vlhkost citlivé tkáně. Tyto tkáně se skládají zejména z buněčných stěn tvořených z tuhých mikrovláken celulózy, jež jsou uspořádány obvykle ve spirále, a vloženy v amorfní matici polysacharidů, aromatických sloučenin a strukturních proteinů. Dále uvádějí, že kakost maličkový vytváří jakýsi katapult ohýbáním osemení a oplodí. Na rozdíl od ostatních kakostovitých tento druh vystřeluje pryč od mateřské rostliny jen semena, zatímco osemení zůstává upevněno na horní části stonku. Tomu oponují Hron a Zejbrlík (1974), kteří uvádějí, že při měnící se vlhkosti je dílčí plod otáčen pomocí hygroskopického zobanu, jenž se takto zavrtává do půdy.

Podle Jursíka a kol. (2007) se původní lokalita kakostu maličkého nachází pravděpodobně v submeridionálním a zčásti v temperátním pásu Evropy a v jihozápadní Asii. Dnes je rozšířen po celém světě. Hron a Zejbrlík (1974) se s ním shodují a uvádí, že druh je původně ze Středozeří a jako kosmopolit je zastoupen ve všech světadílech. Mrázek (2010) uvádí, že kakost se nachází na severu až do Skotska, v jižní Evropě, Malé Asii, na Kypru a v Přední Asii, v severní Africe a na východ až do Střední Asie. Zdomácněl i v Severní Americe, byl zavlečen do Jižní Ameriky (Chile, Argentina) nebo na Nový Zéland. U nás je velmi rozšířený v nižších polohách celého státu. Nevyskytuje se ve výškách nad 700 m n. m.

#### **3.1.4.1. Vliv zpracování půdy na šíření kakostu**

Podle Jursíka a kol. (2011) je životnost semen kakostu maličkého v půdě dosti krátká a mělké zpracování půdy tak významně podporuje šíření této rostliny. Naopak Hanzlík a Gerowitt (2012) uvádějí, že provádění bezorebné technologie obdělávání půdy před setím řepky podporuje výrazně výskyt kakostů dvousečného a okrouhlostého, ale v podstatě by nemělo mít žádný vliv na výskyt kakostu maličkého. Diskutabilní ovšem je, jestli (Hanzlík a Gerowitt) a (Jursík a kol.) myslí totéž, když mluví o mělkém zpracování a bezorebné technologii. Za mělké zpracování se sice zpravidla považuje bezorebná technologie, ovšem samotná bezorebná technologie se může provádět dokonce hlouběji než orba, s jediným rozdílem, a to bez překlopení půdy. U bezorebné technologie dochází většinou pouze k prokypření a promíchání půdy, ale část posklizňových zbytků i se semeny plevelů může zůstat na povrchu, schopna klíčení již na podzim nebo příští jaro. Po mělkém minimalizačním zpracování zůstává ve vrchní vrstvě půdy velké množství semen plevelů, která mohou být

schopna vyklíčit v dalším roce a nebudou zlikvidována asanační schopností půdy. Při hlubším kypření sice ve vrchní vrstvě půdy nějaká semena zůstanou, ale mnohem více jich zůstane v hloubce bez možnosti vyklíčení v dalším roce. Následkem minimalizační technologie při zpracování půdy bez překlopení dochází k přetrvávání určitého množství posklizňových zbytků na povrchu půdy, a to je podle Jursíka a kol. (2013) důvod, proč zde nemusí působit preemergentní herbicidy.

### **3.1.5. Zaměnitelné příbuzné druhy**

Hron a Zejbrlík (1974) uvádějí, že kakost maličkový může být někdy zaměněn s příbuznými kakosty, zejména s pumpavou rozpukovou - *Erodium cicutarium* a kakostem holubičím – *Geranium columbium* L. Oba tyto druhy mají listy v obrysu okrouhlé, dlanitě dělené; korunní lístky překrývají při pohledu shora stejně dlouhé kališní listy, plody mají zoban srpovitě zahnutý. S tímto tvrzením se z velké části shoduje i Jursík a kol. (2007), který uvádí, že se jako plevel vedle kakostu maličkého mohou uplatnit i další méně hojně drobnolisté kakosty, se kterými bývá často zaměňován. Jde hlavně o kakost dvousečný (*G. dissectum*, syn. kakost dlanitosečný), nebo kakost holubičí (*G. columbinum*). Nejčastěji se vyskytují na okrajích polí s obilninami.

### **3.1.6. Nárůst výskytu**

Kakost maličkový je v posledních letech zaznamenáván i v lokalitách, kde se dříve nevyskytoval. Jeho regulace v některých plodinách proto působí problémy stále většímu množství zemědělských podniků. Jako názorný příklad je možné citovat Mikulku a kol. (2005), jež uvádějí, že kakost maličkový patří sice mezi méně významné plevely, ale díky skladbě pěstovaných plodin, způsobům zpracování půdy a používaným herbicidům, se v posledních letech jeho výskyt znatelně zvyšuje. Mikulka (2014) také uvádí, že kakost maličkový byl dříve považován za méně významný plevel, ale v posledních letech vzhledem ke skladbě pěstovaných plodin, způsobům zpracování půdy a používaným herbicidům, jeho výskyt postupně stoupá. Dále uvádí, že kakost maličkový zapleveluje již téměř všechny pěstované plodiny. V posledních letech v souvislosti s pěstováním zejména ozimých plodin a důsledkem používání herbicidů (vůči kterým má toleranci), četnost jeho výskytu stoupá. Bernardová (2016) uvádí, že při jarní regulaci plevelů v ozimých obilninách je velmi znepokojujícím a nepřehlédnutelným faktorem výskyt kakostu maličkého na téměř 38 % polí.

Nárůst tohoto plevelu je velmi výrazný a velmi významná je i jeho intenzita dosahující v průměru 4 ks/m<sup>2</sup>. Velice zajímavý je i výzkum z Polska, které je nám geografickou polohou, podnebím i půdními podmínkami dosti podobné. Lipecki (2004) tak uvádí zvýšení výskytu kakostu v různých zemědělských kulturách mezi lety 1984 -1987 a rokem 2003. Například v sadech se v letech 1984-1987 kakost vyskytoval na 14 % ploch, zatímco v roce 2003 se vyskytoval již na 70 % ploch. Na ostatních pozemcích se kakost vyskytoval v letech 1984-1987 na 0,3 % ploch, v roce 2003 již na 3 % ploch. Naopak pokryvnost pozemku napadeného rostlinami kakostu se z původních 6 % (v letech 1984-1987) snížila na 3,3 % (v roce 2003).

### **3.1.7. Regulace kakostu v máku**

Roubal, Cihlár (2016) uvádí, že problematickým druhem plevelů objevujícím se stále častěji v máku jsou kakosty. Z registrovaných herbicidů je doporučována postemergentní opakovaná aplikace Lentagranu WP (pyridate), případně jeho mixu s fluroxypyrem. První aplikaci je nutno provést v časném vývoji kakostů. Kakosty tuto aplikaci sice přežijí, nicméně jejich růst je poté značně inhibován a nedorůstají do své normální velikosti, zaplevelují tedy jen spodní patro máku. V případě postemergentní aplikace Lentipuru, případně jeho mixu s fluroxypyrem, kakosty v závislosti na použité dávce po aplikaci zbrzdí na čas svůj růst - vizuálním příznakem jsou okrajové nekrózy na listech. Dříve či později dojde k regeneraci a kakosty pokračují v růstu. Zpravidla pak dosáhnou svojí normální velikosti a ztěžují sklizeň. Cihlár a kol. (2016) uvádí, že ve fázi ověřování s nadějnými výsledky regulace kakostů jsou testovány některé nové preemergentní herbicidy.

## **3.2. Biologie máku vlčího**

Jursík a kol. (2011) uvádějí, že mák vlčí je jednoletý ozimý plevel, který patří do čeledi mákovitých. V počáteční fázi jsou rostliny drobné a dají se často přehlédnout. Mikulka (2014) uvádí, že mák vlčí v půdě vytváří rozvětvený křovitý kořen. Má přímou nebo jednoduše větvenou lodyhu, a dosahuje vzrůstu mezi 20 – 90 cm. Má štětinaté, podlouhlé a zpeřené dělené listy, jež mají ostře zubaté úkrojky. Mák má přízemní listy řapíkaté a horní listy přisedlé. Kazda a kol. (2010) uvádějí, že květy máku vlčího rostou jednotlivě, vrcholově na dlouhých stopkách. Jejich barva je jasně červená a jsou složeny ze 4 velkých plátků o průměru až 10 cm. Plodem je lysá makovice.

### 3.2.1. Dormance a klíčivost

Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že mák vlčí se rozmnožuje semeny, která jsou hnědá, ledvinovitého tvaru, síťovitě jamkovitá a rostlina je schopna jich vyprodukovat obrovské množství, až 20 000. Kazda a kol. (2010) uvádějí, že semena jsou po uzrání málo klíčivá a postupně se jejich klíčivost zvyšuje. Semena máku jsou schopna klíčit z hloubky až 1,5 cm a dokáží vyklíčit již za teplot okolo 1 – 2 °C. Barralis a kol. (1988) uvádějí, že přežití semen v půdě bývá většinou krátké, avšak u druhů, mezi které patří mák vlčí, hořčice rolní a merlík bílý, mohou diaspory v půdě přetrvávat roky. Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že semena tohoto plevelu si zachovávají dlouhodobou klíčivost a vzchází postupně, což je další zásadní problém.

Cirujeda a kol. (2001) uvádějí, že semena máku vlčího mohou mít až 50% klíčivost ihned po dozrání. To však znamená, že minimálně 50 % diaspor se stane dormantními a budeme se s nimi muset vypořádat v následných plodinách. Chancellor (1986) uvádí, že mák vlčí má sice dlouhodobě životná semena v půdě, ale kultivací půdy je každý rok vybudena podstatná část semen tohoto plevelu k vyklíčení. Za příhodných podmínek je to až 30% semenné zásoby každý rok. Podle tohoto zjištění jsme schopni si naplánovat smysluplný osevní postup. K podobnému výsledku se dobral i Roberts a Feast (1974) kteří uvádějí, že mák vlčí ztrácí v kultivované půdě každý rok 20-26 % své semenné zásoby. Ve svém výzkumu z předešlého roku však Roberts a Feast (1973) uvádějí, že počet životných semen máku vlčího v půdě se každoročně snižuje o 20-30%.

Podle Jursíka a kol. (2011) se mák vlčí (podobně jako ostatní druhy plevelných máků) u nás rozmnožuje výhradně generativně. Na tobolech se vytvářejí drobné otvory, kterými vypadávají semena ven. Produkce semen této plevelné rostliny je velmi významně ovlivněna rostlinou, ve které roste. Dále uvádějí, že semena máku vlčího jsou silně dormantní, zejména v suchých a horkých letech. Čerstvě zralá semena ještě nemají vyvinuté embryo, navíc jsou fyziologicky dormantní. Fyziologickou dormanci semen porušuje několikaměsíční uložení ve vlhké půdě za současného střídání teplot. Uložení semen za konstantní teploty k porušení dormance nevede. Torra a Recasens (2008) uvádějí, že diaspory vytvořené jarní generací tohoto plevelu jsou až o 25 % méně dormantnější než jedinci, kteří vzešli ve výsevech ozimých plodin. Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že pokud přes zimu leží sníh, mladé rostliny máku přezimují bez problémů. Když se v zimním období vyskytnou holomrazy, rostliny vymrznou a po skončení zimy vyklíčí jarní vlna. Podle Jursíka a kol. (2011) si semena tohoto plevelu uchovávají dlouhou životnost a jsou schopna v půdě vydržet klíčivá až 80 let.

### 3.2.2. Nároky na stanoviště

Podle Jursíka a kol. (2011) mák vlčí pochází zřejmě ze středomoří, odkud se následně rozšířil téměř po celé Evropě a dnes je tedy považován za kosmopolitní plevel. U nás je jeho rozšíření soustředěné především na teplejší oblasti a to převážně na hlinitých, bazických až mírně kyselých půdách. Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že v poslední době začal osidlovat i stanoviště sušší a lehčí. Najít se dá i na rumišťích, haldách, podél cest, na náspech, slunných stráních úhorech a na orné půdě. Jursík a kol. (2011) uvádí, že mu vyhovují především vlhčí stanoviště a ve vyšších polohách je jeho výskyt ojedinělý.

### 3.2.3. Konkurenční schopnost

Podle Mikulky a kol. (2005) je mák vlčí velmi významným plevelem s velkou konkurenční schopností. Největší škody dokáže napáchat v porostech, které mají pomalý vývoj, jsou špatně zapojeny, nebo trpí jarním podmáčením. Jursík a kol. (2011) uvádějí, že mák vlčí zapleveluje převážně ozimé obilniny a řepku, méně pak jařiny a víceleté píce. Dále uvádějí, že významněji se prosazuje především v teplých oblastech. Cirueda a kol. (2001) uvádějí, že některé populace máku vlčího jsou rezistentní k účinné látce tribenuron – methyl, která je používána k ošetření obilnin. Tato detekovaná rezistence nám dokáže znepříjemnit ošetření v předplodinách máku, tudíž může být enormní následný tlak a nepotlačitelná konkurenční schopnost tohoto plevele v máku setém.

Další indikovanou rezistenci tohoto plevele zkoumá Scarabell a kol. (2016). Je to rezistence k účinné látce 2,4-D používané též v předplodinách máku setého. Rey-Caballero a kol. (2017) uvádějí, že jsou v populacích již křížové rezistence nejen na předcházející účinné látky, ale i na účinné látky imazamox a floarsulam (používají se například u porostů vedených technologiemi clearfeald) a herbicidy používané do obilnin a kukuřice. Mikulka a kol. (2014) uvádějí, že mezi jeho hlavní konkurenční výhody patří klíčení za velmi nízkých teplot a rychlý vývoj.

### 3.2.4. Šíření

Podle Jursíka a kol. (2011) se mák vlčí šíří výlučně generativně. Podle Mikulky a kol. (2005) je výskyt tohoto plevelu na značném vzestupu, rychle se šíří především podél cest, odkud se dostává na kraje polí, a to je již pouze krok od zaplevelení celého pole. Dále uvádějí, že jeho vzestup je také zapříčiněn nevhodným používáním herbicidů, a že úspěšná regulace spočívá v likvidaci ohnisek zaplevelení. Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že pokud přes zimu leží sníh, tak mladé rostliny máku přezimují bez problémů. Když se v zimním období vyskytnou holomrazy, tak rostliny vymrznou a po skončení zimy vyklíčí jarní vlna. To je však pro šíření máku vlčího velmi nevýhodné, protože Torra a Recasens (2008) uvádějí, že jedinci máku vlčího, který vzešel po zasetí jarní plodiny, mají o 57 - 96% menší tvorbu diaspor, než jedinci vzešlí z podzimní generace.

Podle Kazdy a kol. (2010) se semena máku vlčího při sklizni dostávají na zem nebo do produktu. Pokud je produktem osivo, tak nastává zásadní problém. Jako prevence šíření máku vlčího je tedy výsev čistého osiva.

### 3.2.5. Vliv zpracování půdy na šíření máku vlčího

Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že základní agrotechnika a zpracování půdy jako takové výskyt máku vlčího potlačují, avšak tato opatření u velké části podniků bohužel chybějí. Kazda a kol. (2010) uvádějí, že masivní rozšíření plevelných máků má na svědomí i minimalizační zpracování půdy.

### 3.2.6. Zaměnitelné příbuzné druhy

Podle Jursíka a kol. (2011) je mák vlčí z rodu *Papaver* nejvýznamnějším plevelným druhem, protože jeho rozšíření a konkurenční schopnost je nejvyšší. Existují však i další plevelné máky, které se pro naše porosty mohou být hrozbou. Nejdůležitějšími z nich jsou mák pochybný a mák polní.

Podle Mikulky a kol. (2014) má mák pochybný rychlejší vývoj než mák vlčí a dozrává dříve. Jursík a kol. (2011) uvádějí, že základním rozlišovacím znakem máku vlčího a máku pochybného je jiný odstín okvětních plátků a jiný tvar makovice. Dále uvádí, že mák polní se od obou předchozích druhů odlišuje děložními listy, celkově menším vzrůstem, splihlými



okvětními lístky a výrazně štětinatými makovicemi. S tímto druhem se navíc nesetkáme ani ve vyšších polohách.

### **3.2.7. Regulace máku vlčího v máku setém**

Roubal a Cihlář (2016) uvádějí, že skutečným oříškem zůstává regulace máku vlčího, který se stále hojněji vyskytuje se v porostech máku setého. Přes všechny minulé snahy o vypořádání se s tímto plevelem v porostech máku pomocí chemických přípravků, nebyly dosaženy uspokojivé výsledky. Proto doporučujeme věnovat se pečlivě regulaci máku vlčího již v předplodinách, zejména v obilovinách. Na pozemcích zaplevelených mákem vlčím je vhodné v rámci agrotechnických opatření provést podzimní orbu co nejdříve, a poté ještě v podzimním období srovnat povrch pozemku. Toto opatření také šetří půdní vláhu. Tím se vytvoří vhodné podmínky pro vzejití tohoto plevelu často již v podzimním období, případně v brzkém jarním období. Na jaře se pozemek (nebo pouze jeho zaplevelené části) 10 – 14 dnů před setím ošetří glyphosátem.

### **3.3. Biologie opletky obecné**

Jursík a kol. (2011) uvádějí, že opletka obecná je časný jarní plevel z čeledi rdesnovitých (Polygonaceae). Je to druh mající několik synonym. Donedávna byl používán název pohanka svlačcovitá a dříve v historii také rdesno svlačcovité nebo svlačcovec popínavý. Podle Mikulky (2014) vytváří opletka obecná kulový, jednoduchý až slabě větvený kořenový systém. Má poléhavou nebo ovíjivou lodyhu, dorůstá délky 15 – 100 cm, je větvená, hranatá a na bázi načervenalá. Podle Kazdy a kol. (2010) jsou listy střídavé, dlouze řapíkaté, čepel je v obrysu trojúhelníkovitá, na bázi srdčitá až střelovitá, někdy se zašpičatělými laloky, na vrcholu též špičatá. Botky jsou krátké a lysé. Květy jsou drobné. Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že tento plevel kvete od května do června a jeho plody zrají od července do podzimních měsíců. Plodem jsou trojhranné nažky, které jsou 3-4 mm dlouhé, matné, na povrchu bradavčité, černé, obalené vnějším zaschlým okvětím. Kazda a kol. (2010) uvádějí, že opletka obecná je v květu často navštěvována včelami. Dále uvádějí, že je to častý mezihostitel virových chorob řepy.

### 3.3.1. Dormance a klíčivost

Podle Mikulky (2014) čerstvě dozrálé nažky opletky obecné špatně klíčí a klíčivost se zvyšuje až po přezimování. Klíčí obvykle až z hloubky 9 cm při minimální teplotě 2-4 °C. Jursík a kol. (2011) uvádějí, že nažky opletky dosahují maximální klíčivost v rozmezí 5-15 °C. Podle některých autorů dokáže údajně vzejít až z 20 cm hloubky a nažky vydrží životaschopné v půdě 5-10 let, v biologicky aktivní půdě však pouze 1-2 roky. Podle Robertse a Feasta (1974) je opletka obecná výjimečná tím, že leží-li její diaspory do druhého roku v nenarušované půdě, nedojde k žádné ztrátě klíčivosti a vzcházivosti. Podle Kazdy a kol. (2010) si nažky tohoto plevele v půdě uchovávají klíčivost až 6 let a v suchu až 9 let. Klíčící rostliny se mohou objevovat v březnu až květnu, ale může klíčit i jindy během vegetace. Kjær a kol. (1998) uvádějí, že klíčení semen opletky obecné je negativně ovlivňováno vysokým obsahem mědi v půdě. Při pokusech v průmyslově znečištěných půdách dospěli k závěru, že při obsahu mědi 1330 mg Cu/ kg půdy vyklíčí pouze 5% semen opletky. Zajímavé však je, že pokud semena z jedinců rostoucích na takto znečištěné půdě vytvoří další fertilní jedince, pak jejich semena (oproti diasporám jedinců z normálního prostředí) mají mnohem nižší procento dormance.

### 3.3.2. Nároky na stanoviště

Lososová a kol. (2007) uvádějí, že Opletka obecná je 4. nejrozšířenějším plevem obilnin v české republice a 6. nejrozšířenějším plevem širokořádkových kultur u nás. Podle Jursíka a kol. (2011) dává opletka obecná přednost půdám písčitéjším a písčitohlinitým, ale roste i na půdách těžších. Vyskytuje se jak na půdách zásaditých, tak i kyselých (kde je její výskyt poněkud vyšší). Na extrémně kyselých půdách vytváří menší načervenalé listy. Podle Pyška a Lepše (1991) se plevelné spektrum mění dynamicky v závislosti množství hnojeného dusíku. Celkově se při vyšších dávkách dusíku zmenšuje množství plevelných druhů a opletka obecná je jedním z druhů, který je vysokými dávkami dusíku spíše potlačována a nahrazován druhy jinými.

Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že opletka obecná je velmi rozšířený plevelný druh s výskytem od nížin do podhorských oblastí. V nižších horských oblastech se vyskytuje roztroušeně a výše jen ojediněle. Kazda a kol. (2010) uvádějí, že se opletka obecná nejčastěji vyskytuje na polích, v úhorech, zahradách, v okolí lidských sídlišť i na opuštěných místech,

rumišťích, podél komunikací a vzácněji se nachází v řídkých travních porostech. Celkově na živinami bohatších místech.

### **3.3.3. Konkurenční schopnost**

Goremykin a Dinekina (2016) uvádějí, že za úspěchem opletky obecné v kolonizaci téměř všech světových zemědělských oblastí, stojí její odolnost k suchu. Díky speciální stavbě vodivých pletiv je schopna eliminovat kavity ve vlastním xylému.

Mikulka (2014) uvádí, že díky svému popínavému charakteru růstu je opletka obecná velmi konkurenčně silnou rostlinou. Podle Jursíka a kol. (2011) často zapleveluje opletka obecná časné jařiny, ale i okopaniny nebo víceleté pícniny. Brzy z jara vzhází v ozimých plodinách, a pokud jsou prořídle, tak je jim velkým konkurentem. Mikulka (2014) uvádí, že v prořídlejších obilninách se tento plevel plazí po stéblech a způsobuje jejich polehnutí. Rostliny obilnin nehynou, ale nastává u nich k pozdržení dozrávání a pokles výnosu. Dále uvádí, že v širokořádkových kulturách má opletka prostor k rozrůstání se a vytváří tak ohniska zaplevelení. Podle Kazdy a kol. (2010) jsou rostliny opletky obecné v hustě setých porostech potlačovány.

Štolcová (2009) uvádí, že sucho, souběžně z výskytem fytofágního hmyzu, výrazně potlačuje populace plevelů, mezi které patří i opletka obecná. Hmyz, který může za těchto podmínek likvidovat až desítky procent vzešlých jedinců na jednotku plochy, tak v dalších letech výrazně ovlivňuje plevelné spektrum v následných plodinách.

### **3.3.4. Šíření**

Podle Dessainta a kol. (1991) se druhy, mezi které patří i pohanka svlačcovitá, dokáží po pozemku šířit biologickými i zemědělskými procesy, jelikož to dovoluje velikost, tvar a ostatní fyzikální vlastnosti jejich semen. Mikulka (2014) uvádí, že na jedné rostlině vyrůstá v průměru 140-200 nažek. Jiný názor na to má Jursík a kol. (2011), podle kterého někteří autoři uvádějí, že na jedné rostlině opletky obecné může dozrát až 5 000 nažek a podle jiných autorů dokonce až 30 000 nažek. To však platí pouze pro růst bez konkurence, čehož se v běžných polních podmínkách nedosahuje. U rostlin vzešlých až později na jaře nebo brzy v létě je produkce nažek mnohem nižší.

Kazda a kol. (2010) uvádějí, že opletka obecná je druh, který se šíří především vypadáváním nažek na půdu. Dále se často rozšiřuje pomocí špatně vyčištěného osiva. Podle

Jursíka a kol. (2011) dochází v posledních letech k expanzivnímu šíření tohoto plevele. A to především z důvodu jeho vysoké odolnosti k herbicidům běžně používaným v jarních obilninách a kukuřici.

### **3.3.5. Vliv zpracování půdy na šíření**

Mikulka (2014) uvádí, že je v posledních letech zaznamenána tendence mírného šíření tohoto plevele. Jako hlavní příčinu vidí nevhodné střídání plodin a technologii minimálního zpracování půdy. Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že minimální zpracování půdy způsobuje pomalejší snižování půdní zásoby semen. Podle Kazdy a kol. (2010) je jednou z hlavních příčin rozšiřování tohoto plevele zejména nevhodné střídání plodin a již zmiňované minimalizační zpracování půdy.

### **3.3.6. Zaměnitelné a příbuzné druhy**

Jursík a kol. (2011) uvádějí, že jako jediný adept na záměnu tohoto plevele by mohla být považována opletka křovištní. Roste však často na okrajích křovin, na ruderalních plochách a podobně. Tato rostlina se však uplatňuje jako plevel jen zřídka, nejčastěji v okrasných výsadbách, v jednoletých kulturách na orné půdě ale nikoliv.

### **3.3.7. Regulace opletky v máku**

Wojtowicz (2014) uvádí, že jeden z nejnebezpečnějších plevelů při pěstování máku - opletka obecná byl efektivně potlačen herbicidem Starane<sup>TM</sup> 250 EC (0,30 l·ha<sup>-1</sup>) použitým v kombinaci s herbicidy Laudis<sup>TM</sup> 44 OD (1,5 l·ha<sup>-1</sup>) a Fusilade Forte<sup>TM</sup> (1,0 l·ha<sup>-1</sup>) ve fázi 4 listů máku. Herbicid Laudis<sup>TM</sup> 44 OD použitý samostatně i v kombinaci s herbicidy Starane<sup>TM</sup> 250 EC a Fusilade Forte<sup>TM</sup> ve fázi 4 listů máku nepůsobil fytotoxicky na pěstované rostliny. Byly zjištěny rozličné reakce odrůd na ošetření. Vysokého výnosu semen odrůdy 'Lazur' bylo získáno na plochách ošetřovaných ručně a také pomocí kombinace herbicidů Laudis<sup>TM</sup> 44 OD, Starane<sup>TM</sup> 250 EC a Fusilade Forte<sup>TM</sup>.

### 3.4. Biologie zemědělního lékařského

Podle Jursíka a kol. (2011) je zemědělní lékařský jednoletým ozimým plevelem, který patří do čeledi zemědělní. Je pro něj typické modrozelené zbarvení lodyhy a listů. Vytváří většinou drobnější rostliny s menším kulovým kořenem, který je rozložen především v povrchových vrstvách ornice. Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že lodyha zemědělní lékařského je přímá nebo vystoupavá, 10-50 cm vysoká a je již v dolní části rozvětvená. Listy jsou šedozelené vstřícné, řapíkaté, dvakrát zpeřené s listky oddělenými v čárkovité úkrojky. Kazda a kol. (2010) uvádějí, že květy jsou oboupohlavné a jsou b bohatých hroznech. Kalich je zubatý, opadavý, kratší než koruna. Korunní plátky jsou růžové bělavé nebo žlutavé s temnou purpurovou koncovou částí a ostruhou. Podle Mikulky (2014) tento plevel kvete od dubna do října a plod se tvoří od června. Plody jsou jednosemenné nažky srdčitého až kapkovitého tvaru, částečně zploštělé, na vrcholu jemně vybrané, na bázi uťaté, až 2,5 mm dlouhé, drsné, šedozelené až žlutohnědé. Podle Jursíka a kol. (2011) mají vzcházející rostliny čárkovitě kopinaté, 15-30 mm dlouhé a jen 2-3,5 mm široké děložní listy. Nažky jsou kulovitě srdcovité, 1,8-2,4 mm dlouhé a 2-2,5 mm široké.

#### 3.4.1. Dormance a klíčivost

Podle Mikulky (2014) nažky zemědělní lékařského po dozrání špatně klíčí a po jejich přezimování se klíčivost zvyšuje. Roberts a Feast (1974) uvádějí, že zemědělní lékařský ztrácí v kultivované půdě každý rok 20-26 % své semenné zásoby. Životnost nažek v půdě může být i více než 11 let. Kazda a kol. (2010) uvádějí, že se klíčící rostliny objevují na jaře, následující podzimní vlna vzcházení probíhá od září do října. Jursík a kol. (2011) uvádějí, že nažky tohoto plevele klíčí od teploty 2 °C, avšak optimum je 7 °C. Rostliny zemědělní se objevují již brzy z jara a vzchází během celého roku. Nové rostliny se objeví na zaplevelené půdě po každé následující kultivaci. Na jaře a na podzim je ale vzcházejivost vyšší. Mikulka a kol. (2005) uvádějí, že nažky tohoto plevele jsou schopny vzcházet z hloubky až 4 cm.

Chancellor (1986) uvádí, že semenná zásoba zemědělní lékařského je schopna přežít nejdéle ze všech plevelných druhů. Pokud počítáme jedince vzešlé z ní, tak vzchází každý rok pouze 0,9% půdní zásoby. Tato půdní zásoba semen je navíc velmi trvanlivá, tudíž můžeme očekávat, že přibližně stejné množství jedinců bude vzcházet až po desítky let bez průběžného doplnění půdní zásoby semen. Tento názor však koliduje s výzkumem Robertse a Feasta

(1974), podle kterých zeměděm lékařský ztrácí v kultivované půdě každý rok 20-26 % své semenné zásoby. Životnost nažek v půdě může být i více než 11 let.

### **3.4.2. Nároky na stanoviště**

Jursík a kol. (2011) uvádějí, že tento plevel je původem ze Středozeří. Odtud se následně rozšířil do celé Evropy, na východ až po Západosibiřskou nížinu a Kaspické moře. Podle Mikulky a kol. (2005) je zeměděm lékařský hojným plevelným druhem na celém území našeho státu od nížin až po horské pásmo. Nejlépe se mu daří na půdách úrodných, dobře zásobených vodou a humusem, písčitohlinitých a s mírnou zásaditou reakcí. Podle Kazdy a kol. (2010) však může růst na všech půdách. Jeho výskyt je vázán na pole a úhory, zahrady, vinice, prostory kolem cest, zdí a plotů, na pustá místa a rumišť. Vyskytuje se též v Severní a Jižní Americe, Austrálii a Africe. Viggiani a Montemurro (1998) uvádějí zeměděm lékařský jako 2. nejčastěji nacházený plevel v Itálii. Bylo zkoumáno 15 lokalit a našlo se dohromady 77 druhů plevelů.

Mikulka (2014) uvádí, že zeměděm lékařský zapleveluje především okopaniny, luskoviny, zeleninu, ale i ozimé a jarní obilniny, vytrvalé píceiny a sady. Z pokusů Robertse (1962) zabývajících se vlivem rozdílného hnojení a střídání osevních postupů vyplynulo, že zeměděm lékařský nevykazoval během let rozdílné počty semen a jedinců a byl ve své populační hustotě téměř konstantní.

### **3.4.3. Konkurenční schopnost**

Kazda a kol. (2010) uvádějí, že zeměděm lékařský je méně konkurenceschopná rostlina. Ovšem konkurenceschopnost tohoto plevele se zvyšuje díky toleranci k většině používaných herbicidů. Podle Mikulky (2014) je nebezpečný především v málo konkurenceschopných porostech máku. Jursík a kol. (2011) uvádějí růst tohoto plevele jako velice rychlý, a proto je škodlivost zeměděmu lékařského v plodinách největší v počátečních fázích vývoje. V pozdějších fázích je kulturní plodinou přerůstán. Vyšší konkurenceschopnost ukazuje pouze ve vlhkých a chladných letech.

#### **3.4.4. Šíření**

Mikulka (2014) uvádí, že zemědělný lékařský se rozmnožuje generativně. Jeho plodem je jednosemenná nažka, kterých může na rostlině dozrát 300-1600. Kazda a kol. (2010) uvádějí, že rostliny se vysemeňují na lokalitě a bohatě tak doplňují půdní zásobu. Podle Jursíka a kol. (2011) se tento plevel v posledních letech se prudce šířit a v některých oblastech patří k nejhojnějším plevelům. Především díky jeho toleranci k mnoha herbicidům.

#### **3.4.5. Vliv zpracování půdy na šíření**

Pollard a Cussans (1981) uvádějí, že některé druhy plevelů jsou potlačovány minimálním zpracováním půdy až přímým setím a některé jsou potlačovány orbou. Zemědělný lékařský patří mezi plevele potlačované orbou.

#### **3.4.6. Zaměnitelné a příbuzné druhy**

Podle Jursíka a kol. (2011) zahrnuje rod *Fumaria* i další druhy, které u nás i ve světě mají mnohem menší hospodářský význam. Jednotlivé druhy tohoto rodu jsou si dosti podobné, a především v počátečních fázích růstu obtížně rozlišitelné. Významnější rozdíly se dají najít až v morfologii generativních orgánů. Na rozdíl od zemědělného lékařského jsou ostatní naše druhy zemědělných výrazně teplomilnější. V nížinách dobře zásobených vápníkem se můžeme setkat se zemědělným villantovým. Celá rostlina je zbarvena výrazně sivozeleně, bývá bohatěji větvena a celkově vypadá subtilněji. Velmi podobný předchozímu druhu je také zemědělný Schleicherův, který se liší dlouhými stopkami a jeho obsazováním kyselejší niky. Posledním významnějším druhem u nás je zemědělný zobánkatý, lišící se především zeleným zbarvením bez modrého nádechu.

#### **3.4.7. Regulace zemědělného v máku**

Regulace zemědělného může být problémem v případě jeho silnějšího výskytu na pozemku, příčinou mohou být nešvary v agrotechnice – např. hrudkovitost pozemku vlivem jarní orby nebo pozdější výsev máku (kdy vývoj zemědělného je rychlejší než vývoj máku). V případě, že víme o zaplevelení pozemku zemědělným, je ideální aplikovat ve fázi 6-8 pravých listů máku Callisto 480SC postemergentně nejlépe v kombinaci s fluroxypyrem. S tímto ošetřením se nesmí otálet, zemědělný nesmí přerůst do generativní fáze, v níž se již

zlikvidovat prakticky nedá. Přechod zemědělu do generativní fáze urychlují stresové faktory, např. sucho. V případě, že mák vzchází nerovnoměrně a není v době aplikace v požadované fázi, je nutno aplikovat nejdříve nižší dávku Callista, a v relativně krátkém odstupu (plevele si musí první dávku „pamatovat“) aplikovat druhou dávku Callista s fluroxypyrem. Tato kombinace řeší nejen regulaci zemědělu, ale velmi dobře i brukvovité a rdesnovité plevely, včetně relativně dobré účinnosti na výdrolovou řepku (max. do 2-3 pravých listů řepky).

### **3.5. Regulace zaplevelení**

Šnobl a kol. (2005) považuje za plevel vše, co roste spolu s kulturní rostlinou proti vůli pěstitelů (může to být i kulturní plodina např. z výdrolu předplodiny, ale většinou jsou to nekulturní plané rostliny). Každoročně plevely způsobují více než 10 % ztrát na rostlinné produkci. Potravináři a krmiváři musí dávat pozor i na možnost znečištění produktů jedovatými plevely (durman obecný, blín černý, lilek černý). Na odplevelování porostů jsou potřebné značné náklady. Výdaje na herbicidy představují celosvětově přes 60% veškerých nákladů na pesticidy. Regulace zaplevelení polí a luk se stává stále komplikovanější. V důsledku současných systémů hospodaření (minimální zpracování půdy, intenzivnější hnojení, jednodušší osevní postupy, vyšší zastoupení ozimů, časnější setí, sklizeň žacími mlátičkami) dochází k rozšiřování zejména odolnějších a agresivnějších plevelných druhů. Cobb a Reade (2010) uvádějí, že na globální úrovni je jen asi 250 druhů natolik nebezpečných, aby se daly nazvat plevely. Tyto představují přibližně 0,1% světové populace rostlin, přičemž 70% z nich se nachází ve 12 rodech. Je zajímavé, že 12 plodin z 5 rodů poskytuje 75% světové produkce potravin a těch samých 5 rodů poskytuje mnoho z nejhorších plevelů. To znamená, že naše hlavní plodiny a plevel sdílejí určité podobné vlastnosti a snad i společný původ.

#### **3.5.1. Metody regulace zaplevelení**

- 1) Nepřímé – prevence
- 2) Přímé
  - a) fyzikální (mechanické, chemické)
  - b) chemické
  - c) biologické



## **3.6. Využití nepřímých metod regulace zaplevelení**

### **3.6.1. Střídání plodin**

Pulkrábek a Švachula (1995) uvádí, že určitý plevel se může konkurenčně uplatnit v jednotlivých plodinách zejména ve chvíli, kdy je jeho životní rytmus sladěn s danou plodinou a technologií pěstování. Jednostranné zařazování stejných plodin za sebou způsobuje přemnožení některých druhů plevelů. Proto je důležité znát historii svých pozemků po stránce předplodin, které tedy určují doprovodné druhy plevelů. Půdní zásoba semen je dlouhodobá.

### **3.6.2. Regulace plevelů v ekologickém zemědělství**

Mák setý může být pěstován také v systému ekologického zemědělství. V ekologickém zemědělství jsou nepřímé metody regulace stěžejní a někdy i jedinou možnou variantou, jak předejít zaplevelení. Konvalina a kol. (2007) uvádí (pro nemožnost použití herbicidů v ekologickém zemědělství), že je nutná regulace plevelů jinými způsoby. Cílem není naprosté zničení plevelů, ale udržení jejich výskytu pod prahem škodlivosti. Velký význam mají zejména preventivní a nepřímá opatření zaměřená na ochranu půdy před zanášením nových rozmnožovacích orgánů plevelů (semen, oddenků ap.), očištění půdy od rozmnožovacích orgánů plevelů, vzniku příznivých podmínek pro růst kulturních rostlin a pro podporu jejich konkurenceschopnosti vůči plevelům. K preventivním opatřením řadíme zejména respektování podmínek stanoviště a nároků plodiny, pestrý a vyvážený osevní postup, pěstování meziplodin a pícnin, vhodné zpracování půdy, péče o statková hnojiva, harmonické hnojení, volbu vhodných druhů a odrůd, správné setí, zabránění zavlečení semen plevelů na pole, optimální dobu a způsob sklizně a posklizňové úpravy, i péči o ruderalní a lemová společenstva v okolí polí. Nejsou-li preventivní opatření dostatečně účinná, musí nastoupit přímé zásahy. Řadíme k nim mechanické, fyzikální a biologické metody regulace plevelů. Kuchtová a kol. (2013) uvádí, že vzhledem k pomalému počátečnímu růstu a nízké schopnosti konkurence plodiny klade zvládnutí plevelů na pěstitele máku velké nároky. Cílem není odstranit všechny plevelné rostliny, je však nezbytně nutné odstranit všechny nebezpečné vzrůstné plevele (lebedy, merlíky, laskavce). Z hlediska výskytu plevelů je podstatná i volba pozemku (předplodina), neboť např. zaplevelení pcháčem či pýrem je v ekologickém máku mechanicky neřešitelné. Divoký mák je nositelem chorob. U větších ekologických ploch

s předpokladem mechanizované sklizně se nesmí v porostu nacházet blín černý. Kakost maličká avšak není zmiňována v žádné publikaci o ekologickém zemědělství jako závažný plevel. Důvodem může být, že v konvenčních porostech využívá zejména své velké tolerance k používaným herbicidům a uvolněného místa citlivějšími konkurenčními druhy. To se v ekologickém zemědělství stát nemůže. Mezi základní metody nepřímé ochrany proti plevelům patří zpracování půdy, zejména orba. Mikulka a kol (1999) uvádí, že v oblasti regulace zaplevelení určuje systém zpracování půdy především rozmístění semen a vegetativních orgánů plevelů v orničním profilu. Semena plevelů vzchází převážně z hloubky do 3 cm, tj. přibližně hloubky seťového lůžka. Semena plevelů, která jsou podmláčkou nebo orbou zapravena hlouběji, mohou reagovat několika způsoby. Jsou znehodnocena tzv. „samočisticí schopností půdy“, jež představuje podle biologické aktivity půdy roční úbytek cca 25 – 50 % semen v půdní zásobě. Vyklíčí v takové hloubce, že již není plevelná rostlina schopna dosáhnout povrchu půdy. Zůstávají v půdě i několik let do doby, kdy jsou opět vynesena na povrch, do vhodných tepelných, světelných a vlhkostních podmínek, jež přerušují jejich dormanci a umožní jejich vzejití.

### **3.7. Integrovaná ochrana**

Petr a kol. (1988) uvádějí, že ochranná opatření proti škodlivým činitelům jsou prováděna několika způsoby, přičemž žádný z těchto způsobů, pokud je používán samostatně, není natolik účinný, aby dlouhodobě zajistil bezpečnou ochranu proti všem škodlivým činitelům, aby byl ekonomický a neměl vedlejší nežádoucí účinky. Tyto přednosti naplňuje integrovaná ochrana rostlin jako systém ekologicky, toxikologicky a ekonomicky výhodných opatření, jež zahrnují plánovité spojení agrotechnických, pěstebních, biologických, biotechnologických a chemických způsobů ochrany. Strategie integrované ochrany využívá pesticidy jako korigující faktor pro vyčerpání možností využití nebo selhání jiných způsobů ochrany. Je založena na předpovědích výskytu a pravidelném sledování a evidenci stupně škodlivého výskytu chorob, škůdců a plevelů. Podle Svítala a kol. (1986) je využití osevních metod proti škodlivým činitelům předpokladem zavádění integrované rostlinné výroby, neboť základní ochranná opatření jsou aplikována v průběhu celého osevního postupu.

## **3.8. Využití přímých metod regulace zaplevelení**

### **3.8.1. Mechanická regulace zaplevelení**

Pulkrábek a Švachula (1995) uvádějí, že mechanické metody regulace zaplevelení představují důmyslný systém hubení plevelů plečkováním, vláčením, a jinými kultivačními zásahy v průběhu vegetace a při zakládání porostů v rámci předepsané technologie pěstování určité plodiny. Tyto kultivační zásahy mají i nepřehlédnutelný nepřímý účinek, tj. podporují rychlejší vzcházení kulturních rostlin, zapojení porostů a jejich konkurenční tlak. K mechanickým metodám z preventivního hlediska řadíme i základní zpracování půdy. Dlouhý a Šarapatka (2003) uvádí, že každá kulturní plodina má určitou schopnost konkurence, která je dána hlavně rychlostí jejího růstu a schopností co nejrychleji a nejvíce zakrýt a zastínit plochu. Světlo je hlavním faktorem ovlivňujícím zaplevelení. Nejvíce plevelů je proto na prázdných plochách – cestičky, okraje, vymrzlá místa, nedosevky atd. Konkurenční schopnost rostlin je ale velmi ovlivněna vývojem počasí. Schopnost konkurence jednotlivých plodin je nutné znát a podle jejich výskytu zvolit i systém opatření a počet opakování jednotlivých mechanických zásahů. Zitta a kol. (1999) uvádí, že k mechanickým metodám z preventivního hlediska patří i základní zpracování půdy, zvláště orba.

### **3.9. Chemické (herbicidní) metody regulace zaplevelení**

Pulkrábek a Švachula (1995) uvádějí, že chemické metody spočívají v použití moderních herbicidů, aplikovaných často i v několikagramových dávkách na hektar, bez nichž se v nejbližších letech u většiny plodin nelze obejít. Při dodržení předepsaných doporučení k aplikaci je použití herbicidů ekologicky únosné. V současné době, má praktický zemědělec dostatek informací o běžně dostupných herbicidech, někdy raději volí nabízené služby kvalifikovaných aplikačních středisek dané oblasti. Jursík a kol. (2010) uvádí, že herbicidy jsou chemikálie, které brzdí nebo zcela přerušují normální růst a vývoj rostlin. Herbicidy se široce používají zejména k regulaci plevelů v zemědělství. Používání herbicidních přípravků je poměrně málo náročné na lidskou práci a většinou bývá také méně nákladné než ostatní možnosti regulace, přesto sebou nese určitá rizika. Při nevhodném používání mohou herbicidy způsobit i významné poškození pěstované plodiny (fytotoxicita), zatěžují životní prostředí a mohou mít negativní vliv na zdraví osob obsluhujících postřikovače a další osoby, které se dostávají do kontaktu s těmito látkami. A v neposlední řadě pak mohou být jejich rezidua obsažena v potravinách. Riah a kol. (2014) uvádějí, že v posledních desetiletích došlo k nárůstu používání chemických přípravků v zemědělství. Kvůli jejich tak širokému používání se mohou rezidua těchto látek nacházet v různých biosférách. Jmenovitě pak ve vodě, půdě i vzduchu.

#### **3.9.1. Rozdělení aplikace podle termínu**

Mikulka a kol. (1999) uvádí, že aplikace herbicidů se rozdělují na 3 skupiny podle termínu.

- a) aplikace pře setím se zapravením půdy
- b) aplikace preemergentní
- c) aplikace postemergentní

### **3.10. Biologické metody regulace**

Zitta a kol. (1999) uvádějí, že biologické metody představují hubení plevelů záměrným využíváním živých antagonistických organismů (hub, mikroorganismů, fytofágního hmyzu, roztočů apod.) s cílem omezit populace plevelných druhů pod ekonomický práh škodlivosti. Na rozdíl od biologické regulace chorob a škůdců rostlin (zvláště ve sklenících a sadech) je regulace plevelných rostlin přirozenými antagonisty stále v počátcích.

### **3.11. Rezistence a tolerance rostlin k herbicidům**

#### **3.11.1. Rezistence k herbicidům**

Podle Mikulky a Chodové (1996) je rezistenci rostlin možno popsat takto: „Rezistence plevelů je absolutní tolerance vůči takové dávce herbicidů, která daný druh plevelné rostliny normálně v porostu kulturní rostliny hubí“. Podstatou je, že plevelný druh byl dříve citlivým vůči používanému herbicidu, ale po jeho delším a opakovaném používání ve vysokých dávkách přežívá a je schopen se reprodukovat. Dříve byl přijímán názor, že rezistence plevelů vzniká jen v důsledku dlouholetého používání herbicidů, tedy spontánní mutací vyvolanou právě používáním vysokých dávek herbicidů. Dnes se přikláníme k názoru, že skutečně jde o spontánní mutaci, její vznik však není vyvolán bezprostředně používáním herbicidů. Tyto mutace vznikají nepravidelně v populacích plevelů s velice nízkou frekvencí. Je udáváno, že hustota mutací se pohybuje v rozmezí 10<sup>-8</sup> až 10<sup>-10</sup> jedinců v populaci. Jde tedy o velice nízkou pravděpodobnost vzniku rezistence za normálních podmínek.

#### **3.11.2. Tolerance k herbicidům**

Tolerance rostlin je oproti tomu přirozená a normální odolnost vůči používaným herbicidům. Každý plevelný druh je různě odolný vůči spektru používaných herbicidů (Mikulka a Chodová 1996).

### **3.11.2.1. Tolerance kakostu maličkého k herbicidům**

Podle Jursíka a kol. (2011) se kakost maličký se vyznačuje relativně vysokou tolerancí k řadě herbicidů (toleruje i nižší dávky glyphosatu), kromě toho dobře vzchází po zeslábnutí účinků půdních herbicidů. To je problémem zejména v porostech okopanin a zelenin. Jursík a kol. (2010) uvádí, že kakosty nemusí být dostatečně potlačeny ani dávkou herbicidu 3 l/ha. Také Mikulka a kol. (2005) uvádí, že jeho regulaci komplikuje poměrně vysoká tolerance k používaným herbicidní přípravkům.

## **3.12. Herbicidní regulace kakostu**

Kakost maličký se dá zařadit do skupiny příležitostných plevelů, o které Kohout a kol. (1996) uvádí, že jde zpravidla o plevele středního vzrůstu, které však při průměrném zaplevelení v dobře zapojeném porostu plodiny nepředstavují nijak významné nebezpečí pro pěstovanou plodinu. Nebezpečnými se stávají až tehdy, kdy se přemnoží, nebo rostou v prořídých plodinách. Potom je nutno zařadit je do skupiny „velmi nebezpečné plevele“ (plevele 1. skupiny) a zasáhnout proti nim radikálně.

Herbicidní regulace kakostu maličkého je problematická zejména v dvouděložných plodinách. Jursík a kol. (2011) uvádějí, že úspěšnost regulace kakostů spočívá v systematickém zmenšování půdní zásoby semen. Cílené zásahy by měly být prováděny zejména v obilninách, kde lze dosáhnout relativně vysoké účinnosti. Řepka by měla přicházet již na vyčištěný pozemek. Na značně zaplevelených polích je vhodné zařazování řepky omezit a snížit podíl ozimých plodin. V celém pěstitelském systému je také významným agrotechnickým opatřením k regulaci kakostu maličkého podmínka či ošetření strniště glyphosatovými herbicidy. Po zkušenostech z průběhu posledních několika mírných zim je velmi zajímavý poznatek Jursíka a kol. (2013), že mezi ozimé plevele, jež jsou citlivější k vyzimování, patří mák vlčí, kakost maličký, úhorník mnohodílný, kokoška pastuší tobolka, a další druhy. Jsou-li tyto druhy vystaveny vysoké konkurenci a působení herbicidu v podzimním období a jdou proto do zimy oslabené v růstové fázi pouze několika listů, dojde během silných mrazů k jejich masivnímu odumírání.

### 3.13. Regulace kakostu ve vybraných plodinách

#### 3.13.2. V řepce

Soukup (2010) uvádí, že z přezimujících druhů se v řepce lokálně vyskytuje kakost maličký. Zdůraznil, že nárůst jeho populační hustoty na pozemku bývá velmi rychlý. Dále uvádí, že galera podzim rozšířila účinek na některé těžce hubitelné plevely, mezi nimi je i kakost maličký. Jursík a kol. (2007) uvádí, že velmi problematická je regulace kakostovitých plevelů v porostech ozimé řepky. Účinnost většiny preemergentních herbicidů bývá za sucha nedostatečná a postemergentní herbicidy (clopypalid, picloram, metazachlor) vykazují na kakost nulovou nebo jen velmi slabou účinnost. Dostatečnou účinnost na kakost vykazují pouze účinná látka pyridate, která však v současné době není v ČR registrována. Z účinných látek, které jsou v ČR distribuovány (nikoliv registrovány do řepky), vykazují na kakost nejvyšší účinnost (70 - 80 %) acetochlor. Jursík a kol. (2013) uvádí, že sortiment herbicidů určených k postemergentnímu ošetření řepky se postupně rozšiřuje. Je však potřeba zdůraznit, že se jedná o herbicidy, které byly často vyvinuty do jiných plodin a v řepce se používají pouze díky tomu, že u nich byla následně zjištěna dobrá selektivita také k řepce. Často se však jedná o herbicidy, které vykazují uspokojivou účinnost pouze pokud je jejich aplikace přesně načasovaná. Přesto, především v aridních oblastech nebo za sucha, může tento aplikační termín vykazovat lepší účinnost na mnohé plevely, než preemergentní ošetření. Jursík a kol. (2011) uvádí, že účinnost většiny preemergentních herbicidů do řepky bývá na kakostovité plevely výrazně ovlivněna půdními a vláhovými podmínkami. V našich pokusech jsme zaznamenali dobrou účinnost pouze u přípravků obsahujících účinnou látku dimethachlor (Brasan), ovšem jen v letech s dostatečnými srážkami po aplikaci. Také herbicidy obsahující účinnou látku *dimethenamid* (Outlook, Shadows) vykazovaly na kakost maličký ve vlhčích letech dobrou účinnost, avšak tyto přípravky nejsou v ČR do řepky registrovány. Jejich výhodou je oproti herbicidu Brasan možnost použití časně postemergentně (kakost v děložních lístkách), což je vhodné především za sucha na těžších půdách. Ani postemergentními přípravky registrovanými do řepky nebývá kakost spolehlivě potlačen. Přestože růstové herbicidy Galera (picloram + clopyralid) a Galera Podzim (aminopyralid + picloram + clopyralid) vykazují na kakost maličký za vhodných teplotních a světelných podmínek uspokojivou účinnost, v případě pozdějšího ošetření (v druhé polovině září), kdy již bývá krátký den, nízké teploty a časně jsou celodenní mlhy či nízká oblačnost, bývá účinnost těchto přípravků snížena. V řídkých a později setých porostech řepky proto nemusí být

kakosty těmito přípravky dostatečně potlačeny. Jako nouzové řešení extrémně zaplevelených porostů, u nichž je předpoklad vysoké škodlivosti kakostů (mezerovité a pozdě seté porosty), může být ošetření herbicidem lentagran (pyridate), který však není v ČR zatím do řepky registrován. S ohledem na kontaktní působení tohoto herbicidu bývá nejvyšší účinnosti dosahováno při dokonalém zasažení listové plochy, nejlépe ve fázi 2 pravých listů. Jursík a kol. (2013) uvádějí, že k regulaci kakostovitých plevelů lze použít herbicidy obsahující účinnou látku dimethenamid (Butisan Duo a Butisan Max), které jsou v současné době do řepky registrovány. Dále uvádějí, že u řepky je situace o to složitější, že sortiment registrovaných herbicidů je poměrně úzký, přičemž převažují především půdní herbicidy určené zejména k preemergentní aplikaci. V posledních letech proto došlo zejména v aridnějších oblastech, kde půdní herbicidy často selhávají, k přemnožení mnoha do nedávna málo významných plevelných druhů, například kakostů.

### **3.13.3. V ozimých obilninách**

Jursík a kol. (2011) uvádějí, že základním opatřením při regulaci kakostů v ozimých obilninách by mělo být časně postemergentních herbicidních ošetření. Hlavním důvodem je relativně vysoká citlivost k herbicidům v raných růstových fázích. Velmi důležitý je však výběr herbicidů, protože dostatečnou účinnost vykazují pouze některé účinné látky. U některých přípravků je rovněž důležitá dostatečná vlhkost půdy, především u těch, u nichž je nižší listový příjem. Velmi dobrou účinnost na kakost maličký vykazují především herbicidy Sumimax (flumioxazin) a Glean (chlorsulfuron). Aplikace však musí být provedena včas, nejlépe na vzcházející plevele (kakost by neměl mít v době aplikace více, než jeden pravý list). Dobrou účinnost vykazují také herbicidy obsahující účinné látky pendimethalin (Stomp, Maraton), diflufenical (Cougar) či prosulfocarb (Boxer), nicméně za sucha nebo při vyšší intenzitě zaplevelení může být účinnost těchto herbicidů snížena. Na pozemcích s extrémním zaplevelením kakostem maličkým jsou proto vhodnější TM kombinace dvou výše uvedených herbicidů. Naopak nedostatečnou účinnost vykazují herbicidy obsahující účinné látky triasulfuron (Logran), isoproturon (Tolian, Protugan, Calipuron, atd) a chlortoluron (Lentipur, Toluron, Tolurex atd.).

Jursík a kol. (2007) uvádí, že podzimním ošetřením obilnin nemusí být kakost maličký dostatečně potlačen. Nedostatečně účinné jsou např. triasulfuron, isoproturon, chlortoluron atd. Naopak na jaře je dobře potlačován řadou sulfonylmočovín (tribenuron, iodosulfuron, atd.), ale i dalšími účinnými látkami (např. mecoprop-P). Mezi jednotlivými účinnými látkami



však existují rozdíly v následné regeneraci rostlin kakostu, která bývá častá především u konkurenčně slabších porostů a při použití nižší dávky herbicidu. Přestože zregenerované rostliny kakostu již obvykle neovlivní výnos, mohou se reprodukovat a obohatit tak půdní zásobu semen.

#### **3.13.4. V cukrové řepě**

Jursík a kol. (2011) uvádějí, že v herbicidně ošetřovaných porostech cukrovky se nemají kakosty možnost prosadit, neboť účinnost běžně používaných herbicidních kombinací (desmedipham + phemedipham) je dostatečná.

#### **3.13.5. V bramborách**

Výskyt kakostu maličkého může být v bramborách nebezpečný po více stránkách. Nejen jako konkurující plevelný druh, který v dobře hnojených okopaninách může narůst značných rozměrů, ale podle Kaliciakové a Syllera (2009) mohou kakost maličký, pumpava rozpuková, hluchavka nachová a locika kompasová být hostiteli PVY pro brambory tolik nebezpečného. Dokázali, že tyto rostlinné druhy mohou být hostiteli bez projevení příznaků viru, a dokonce může dojít k zpětné infekci bramboru hlíznatého. Jursík a kol (2007) uvádí, že v porostech brambor vzchází kakostovitě plevele mezi prvními po zeslábnutí reziduálního působení půdních herbicidů (linuron, metribuzin). Při vyšší intenzitě zaplevelení je proto účelné postemergentní ošetření (bentazone, metribuzin). Jursík a kol. (2011) uvádí, že při vyšší intenzitě zaplevelení je účelné postemergentní ošetření (Basagran, Sencor).

#### **3.13.6. V kukuřici a slunečnici**

Jursík a kol (2011) uvádí, že v porostech kukuřice a slunečnice nezpůsobují kakostovitě plevele závažnější problémy, nicméně po zeslábnutí reziduálního působení preemergentních herbicidů rostliny kakostu velmi často intenzivně vzchází.

## **3.14. Pěstování máku setého**

### **3.14.1. Historie pěstování máku v českých zemích**

Němec (1975) uvádí, že rod mák z čeledi makovitých má navzájem přibližně 100 druhů klasifikovaných v 10 sekcích, které se navzájem liší morfologickými vlastnostmi, složením alkaloidních spekter, geografickým rozšířením, karyologicky aj. Jde o takson s bipolárním areálem hlavně v mírném pásu severní polokoule. Nesporné fosilní nálezy dosud chybějí. Podle Bernatha (1998) se zdá, že mák je jedním z mála druhů, které byly pěstovány v kultivované formě už v pravěku. Nicméně jeho původ není dosud přesvědčivě objasněn a v literatuře existují různé názory na jeho původ a první vzhled. Kapoor (1995) uvádí, že mezi archeologickými nálezy doby kamenné po obyvatelích v okolí Švýcarského jezera byla nalezena 4000 let stará semena kultivované formy máku a jeho makovice. Fábry a kol (1992) uvádí, že k nejstarším historickým nálezům máku patří zbytky semen a tobolek objevené ve švýcarských kolových stavbách v jižní Francii a jinde, původem v neolitu. Spánkotvorný účinek máku znali Sumerové asi 2000 př.n.l. Dreslerová a Kočár (2010) uvádějí, že z našeho území známe jen několik ojedinělých nálezů zuhelnatělých semen. Nejstarší nález je datován do eneolitu.

### **3.14.2. Pěstování máku setého v českých zemích**

Vašák a kol. (2010) uvádí, že mák je prastarou a trvale významnou českou plodinou. Procházka, Smutka (2012) uvádějí, že mák setý je důležitou olejninou, jejíž pěstování má v Čechách dlouholetou tradici. Mák pěstovaný v České republice vykazuje dobrou kvalitu, a proto získává přednost před mákem produkovaným v jiných částech světa. Fábry a kol. (1992) uvádějí, že v Evropě se mák pro semeno a dekorativní účely pěstoval již od středověku. Původně byl zahradní rostlinou. Jako polní plodina se objevil teprve na konci 17. století. Jako olejnina se začal používat až ve století minulém, a z toho období také pocházejí první zprávy o větších plochách na území ČR. První ucelené údaje o rozloze a produkci máku v Čechách a na Moravě pocházejí ze 70. let 19. století. Vývoj osevních ploch a výnosů máku na území Čech a Moravy lze nepřetržitě sledovat počínaje r. 1895. Od konce 1. světové války jsou jeho plochy poměrně stálé, kolem 0,2% orné půdy. Dosahované hektarové výnosy se pohybují v rozmezí 0,32-0,98 t na 1 ha. Podle Procházky, Smutky (2012) je dnes Česká republika hlavním světovým producentem makového semene a je i nositelem evropských

a světových cen. Co se týče obchodu, ČR je rovněž hlavním obchodníkem s makovým semenem a to jak v Evropě, tak i ve světě. Mák je v ČR plodinou vykazující dlouhodobě vysoký podíl exportu na produkci, protože domácí spotřeba se pohybuje pouze mezi čtyřmi až pěti tisíci tunami. Významným odbytištěm našeho máku jsou evropské státy s obyvatelstvem slovanského původu. Simmonds (1976) uvádí, že podle písemných pramenů by mohlo genové centrum máku setého pocházet ze západní Asie.

### **3.15. Nároky máku na stanoviště**

Bechyně a kol. (1992) uvádějí, že mák nemá vyhraněné nároky na pěstování. Lze jej úspěšně pěstovat v řepařské i bramborářské výrobní oblasti. Kuchtová a kol. (2013) uvádí, že mák citlivě reaguje na půdní nevyrovnanost a změny, k nimž v průběhu vegetace dochází a které mohou být způsobeny počasím, nedostatky ve výživě a agrotechnikou, citlivě. Fábry a kol. (1992) uvádějí, že pro mák je nutné vybírat hlinité, středně těžké, strukturní, dostatečně hluboké a vzdušné půdy, neutrální až mírně zásadité reakce, dobře zásobené živinami. Jen v oblastech sušších je možno jej pěstovat i na půdách těžších, jílovitohlinitých, ale strukturních, a naopak jen v oblastech vlhčích se mohou využít i lehčí půdy písčitohlinité až hlinitopísčité. Podle Vašák a kol. (2010) mák z hlediska nároků na vodu nepotřebuje mák pro vyklíčení příliš mnoho vody, jen asi 90% z hmotnosti suchého semene. S ohledem na jarní kondenzaci vlhkosti z výparu podzemní vody bývá toto množství při raném setí vždy k dispozici. Dále uvádějí, že asi od poloviny května má mák již 10-15 cm dlouhý křovitý kořen a je poměrně suchovzdorný. To umožňuje jeho pěstování i v sušších nížinách. Má však vysoký transpirační koeficient – asi 800 a je tedy obecně na vodu velmi náročný, zvláště v období dlouhivého růstu a kvetení. Naše běžné srážky kolem 600 mm za rok, to je asi 250 mm za vegetaci jarního máku od poloviny března do poloviny srpna a při asi 4 tunách produkce suché hmoty z 1 ha máku včetně kořenů a nadzemní biomasy nedostačují k vysokým výnosům. Mák k vysokým výnosům potřebuje nejméně o 20 % více srážek, tedy kolem 320 mm za vegetaci. Kuchtové a kol. (2013) se nedostatek vody v období od vzejití do vytvoření listové růžice se u máku nemusí projevit snížením výnosu, k omezení tvorby listů dojde, kořenový systém je však v podmínkách nedostatku vláhy podněcován k růstu a prorůstá orničním profilem do větších hloubek, což plodině skýtá výhodu pro případ nedostatečného přísunu vláhy v pozdějších fázích růstu a vývoje. Fábry a kol. (1992) uvádějí, že mák je rostlinou dlouhodobní. Při raném setí probíhá období mezi fází klíčení až kvetení za podmínek prodlužujícího se dne, což urychluje postupně vývin stonku, kdežto kvetení, tvorba

tobolek a zrání probíhají v podmínkách dlouhého dne. Máček je rostlina světlo milná. Vašák a kol (2010) uvádějí, že nároky máku na teplo se významně mění během vegetační doby. Zpočátku do nástupu rychlého růstu rostlin snáší máček nízké teploty. Při vzcházení na jaře přetrvávají rostlinky i při  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Fábry a kol. (1992) uvádějí, že v období klíčení až do fáze růžice listů je máček otužilou rostlinou. Semeno klíčí již při teplotě  $3-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a proto se může vysévat již koncem února a v březnu. Při teplotě půdy  $4-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  vzejde porost za 14-21 dní, při teplotě  $10-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  za 7-12 dní a při teplotě  $18-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  za 3-6 dnů (Ovšem v závislosti na zásobě vláhy v půdě). Kuchtová a kol. (2013) uvádí, že úspěšný růst a tvorba výnosu je u jarního máku podmíněn sumou teplot  $2000 - 2200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . U máku z podzimních výsevů činí tepelná suma cca  $2700\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Vašák a kol. (2010) uvádějí, že půdní reakce pozemku, na němž je máček pěstován, by se měla blížit neutrálním hodnotám. Půda by měla být dobře zásobena jak základními živinami (zvláště draslíkem a fosforem), tak stopovými prvky (borem, molybdenem a zinkem). Také uvádějí, že v příliš humózních a nadměrně živinami zásobených půdách, například při dávkách dusíku kolem  $150\text{ kg/ha}$  nebo po kejďě, jsou rostliny mohutné, ale obvykle příliš rozvětvené. Tobolky, zejména na větvích nižšího řádu, jsou sice velké, ale mají silné stěny, obsahují málo semen a výnosově neuspokojí. Porosty poléhají a vyvrací se. Fábry a kol. (1992) uvádějí, že v prvních fázích růstu je nejdůležitější příjem dusíku, pak fosforu a draslíku pro tvorbu sacharidů. Ve fázi stonkování rostlina vyžaduje relativně více dusíku a méně draslíku a fosforu pro dobrý vývin hlavní lodyhy a postranních lodyh, pro vytvoření dostatečného počtu velkých listů a velkých pupat. Od fáze kvetení až do fáze plného vytvoření semen je přijímán relativně vyšší podíl draslíku a fosforu, které zajišťují dobrý průběh kvetení, tvorby tobolek a semen, ale i dostatek dalších živin, mikroelementů (zvláště vápníku, hořčíku, boru a síry), podmiňují dosažení vysokého výnosu a kvality zrna a vysokého výnosu alkaloidů.

### **3.17. Citlivost máku k herbicidům**

Fábry a kol. (1992) uvádějí, že regulace plevelů v máku spoléhající na jeho nižší citlivosti vůči herbicidům, má v ochraně proti plevelům četná rizika jak v účinku, tak i v možné fytotoxicitě. Hranice fytotoxicity se často určuje na pomezí přijatelného a nepřijatelného stupně. Její citlivostí se dosahuje rozdílnou citlivostí máku k herbicidu v závislosti na růstové fázi. Přitom se očekává, že se sníží citlivost máku k herbicidu v pozdější růstové fázi, ale klesá často i citlivost plevelů, a tím i účinek herbicidu

aplikovaného často v podúrovňové dávce. Dále uvádějí, že se také využívá fyzikálního jevu sníženého ulpívání větších kapek postřiku na listech máku s voskovou vrstvičkou. Využití tohoto jevu se napomáhá tím, že postřik se provede tryskami tvořící odpovídající velikost kapek. Při postřicích herbicidy se používají preemergentní a postemergentní aplikace. Bechyně a kol. (2001) uvádí, že mák velmi citlivě reaguje na použití některých herbicidů, hlavně pokud nejsou dodrženy podmínky správné aplikace. Vašák a kol. (2010) uvádějí, že Specifický vývoj herbicidů do máku neprobíhá a probíhat asi nebude vzhledem k celosvětově nízké rozloze pěstování máku. Proto jsou využívány herbicidy do jiných plodin a teprve dodatečně registrované do máku. To s sebou přináší řadu negativních dopadů. Dále uvádějí, že nejzávažnější jsou problémy se selektivitou vůči plodině. U jiných plodin je již procesem vývoje zajištěna vysoká úroveň selektivity a podmínky při aplikaci mohou případně ovlivňovat pouze účinnost. U máku může být nepříznivými podmínkami ovlivňována nejen účinnost, ale obvykle je zásadním způsobem ovlivněn také vznik projevů poškození porostu plodiny.

## 4. Metodika

### 4.1. Charakteristika zájmového území

Sledovaný pokus byl situován do zemědělského podniku Nouza s. r. o, jehož sídlo se nachází v Jižních Čechách 5 km jižně od Jindřichova Hradce. Je to podnik zabývající se převážně rostlinnou výrobou se zaměřením na dvouděložné plodiny, ve které je pšenice ozimá a oves považován za přerušovače sledů dvouděložných plodin, jelikož zabírají cca čtvrtinu podnikem obhospodařované plochy. Tento fakt vytváří u sledovaného subjektu ideálního podmínky pro rozvoj těžce regulovatelných dvouděložných plevelů a jsou tu tak velmi vhodná stanoviště pro provádění pokusů s jejich likvidací. Podnik hospodaří na 650 ha zemědělské půdy, ze které je 610 ha orná půda a 40 ha trvalý travní porost. Pěstují každoročně kolem 150 – 200 ha pšenice, 10-40 ha ovsa, 120 - 250 ha řepky, 100 – 130 ha máku, 40 – 80 ha kmínu, 20 – 40 ha otropeštrce a ještě několik minoritních plodin, které nejsou v osevním plánu periodicky opakovány a jsou spíše nárazovou záležitostí (většinou na zakázku pro osevářské firmy - hrách setý, lnička setá, bob setý, len setý ...). Podnik pěstuje také jahody na výměře kolem 10 ha, které jsou z většiny plochy sklíženy zákazníky, a to samosběrem. K této zemědělské rostlinné výrobě se váže živočišná malovýroba, která probíhá v rybnících používaných jako nádrže pro zavlažování jahod. Z nich jsou každoročně prodávány kapři na vánoční stůl v domovské obci.

Nadmořská výška zemědělsky obhospodařovaných pozemků je od 470 do 570 m. n. m. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 6-7 °C, suma teplot nad 10°C je 2200 – 2400 a průměrné roční srážky jsou přibližně 650-750 mm. Pravděpodobnost suchých vegetačních období je nízká (5 – 15 %), ovšem realita je jiná. Z předchozích údajů vyplývá, že obhospodařovaná půda se řadí do mírně teplého a mírně vlhkého klimatického regionu. (portál ČHMÚ).

Půda obhospodařovaná společností Nouza s. r. o spadá do bramborářské výrobní oblasti. Průměr pH půd je 5,4 (slabě kyselá půdní reakce). Zemědělský podnik hospodaří převážně na písčítých, písčitohlinitých a hlinitopísčítých půdách s mírným sklonem. Půdním typem je kambizem. Půdy jsou středně skeletovité. To je jeden z důvodů, proč je půda obdělávána

bezorebným systémem. Hloubka orničního profilu je mělká až středně hluboká. Obsah humusu obhospodařovaných půd se pohybuje v rozmezí 2 – 3 %. Podle agrochemického zkoušení zemědělských půd, které bylo provedeno v roce 2011, je průměrný obsah teoreticky přístupného fosforu je  $135 \text{ mg.kg}^{-1}$ , jedná se tedy o vysoký obsah fosforu v půdě. Průměrný obsah teoreticky přístupného draslíku je  $265 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což je uváděno jako dobrá zásobenost. Průměrný obsah teoreticky přístupného hořčíku je  $123 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což odpovídá kategorii vyhovující. Průměrný obsah teoreticky přístupného vápníku je  $1517 \text{ mg.kg}^{-1}$ , a to odpovídá vyhovujícím množství.

#### **4.1.1. Charakteristika pozemku Hadravovy vršky**

Pozemek se nachází asi 2 km severně od města Jindřichův Hradec v katastrálním území Dolní Pěna a má výměru 15,15 ha. Podle agrochemického zkoušení zemědělských půd z roku 2011 je průměrný obsah teoreticky přístupných živin u P  $194 \text{ mg.kg}^{-1}$ , u K  $322 \text{ mg.kg}^{-1}$ , u Mg  $149 \text{ mg.kg}^{-1}$ , u Ca  $1945 \text{ mg.kg}^{-1}$  a hodnota pH je 5,9. Předplodinou pro mák byla ozimá pšenice. Před touto předplodinou byl na pozemku pěstován mák setý. Tento základní nedostatek ve správné praxi pěstování máku setého byl způsoben scelováním honů. Pro pokus to bylo ale velmi vhodné, protože sled pěstovaných máků byl přerušen pouze ozimou pšenicí a na pozemku se tím vytvořila možnost výskytu více zákeřných plevelů. Po sklizni ozimé pšenice byla vyseta meziplodina - hořčice setá.

11. 10. bylo aplikováno draselné hnojivo kamex v dávce  $150 \text{ kg/ha}$ . 18. 3. následujícího roku byl proveden postřik Roundupem biaktiv v dávce  $2 \text{ l/ha}$ . Dne 14. 4. byl vyset mák odrůdy Maraton secím strojem Pronto od výrobce Horsch. Výsevek byl  $1,5 \text{ kg se } 70 \text{ kg NP}$  aplikovaného pod patu. 15. 4. byly na produkční ploše kromě pokusů aplikovány i preemergentní přípravky Callisto 480 SC  $0,25 \text{ l/ha}$  a Command 36 CS  $0,15 \text{ l/ha}$  v  $400 \text{ l}$  dávce vody na hektar. 25. 4. byl aplikován přípravek Nurell D v dávce  $0,6 \text{ l/ha}$  proti krytonosci kořenovému. 2. 5. byl aplikován přípravek Dithane DG v dávce  $2 \text{ kg/ha}$ . 3. 5. bylo aplikováno  $100 \text{ kg}$  močoviny na hektar. 5. 5. byl aplikován Laudis WG v dávce  $1,7 \text{ l/ha}$  s přípravkem Starane  $0,3 \text{ l/ha}$ . 8.5. byl aplikován přípravek Fusilade forte v dávce  $1 \text{ l/ha}$ . 18. 5. byla aplikována 2. dávka dusíku v podobě  $100 \text{ kg}$  močoviny na hektar. 29. 5. byl aplikován přípravek Amistar Xtra v dávce  $1 \text{ l/ha}$  společně s  $0,25 \text{ l/ha}$  přípravku Agrovital s  $0,5 \text{ l}$  Borosanu Forte,  $5 \text{ kg}$  močoviny na hektar a  $5 \text{ kg}$  hořké soli na hektar. 8. 6. proběhla aplikace  $0,5 \text{ l}$  Zinku 125,  $5 \text{ kg}$  hořké soli a  $20 \text{ kg}$  močoviny na hektar. 15. 6. proběhla aplikace fungicidu Caramba v dávce  $1 \text{ l/ha}$ . 8. 8. úspěšně proběhla sklizeň. Cílem pokusu bylo ověřit

předpokládanou účinnost 5 účinných preemergentních látek a jejich kombinací na plevele máku a případnou fytotoxicitu k této plodině. Následně pak 2 varianty postemergentního ošetření. Aplikace byla provedena postřikovačem CP 15 s dávkou vody 200 l/ha. Parcely variant byly 1,5 m široké, 10 m dlouhé a měly 4 opakování.



**Tabulka č. 1:** Agronomické a agrotechnické zásahy

<b>Datum zásahu :</b>	<b>Způsob zásahu :</b>
11.10.	Kamex 200 kg/ha
18.3.	Roundup biaktiv 2 l/ha
14.4.	Výsev máku odrůdy Onyx s výsevkem 1,5 kg/ha
15.4.	Založení pokusu
25.4.	Nurell D 0,6 l/ha
2.5.	Dithane DG 2 kg/ha
3.5.	Močovina 120 kg/ha
5.5	Laudis WG 1.7 l/ha + Starane 250 SC 0.3 l/ha
8.5.	Fusilade forte 1 l/ha
18.5.	Močovina 100 kg/ha
29.5.	Amistar Xtra 1 l/ha + Agrovital 0,25 l/ha + 0,5 l Borosan Forte + močovina 20 kg/ha + hořká sůl 5 kg/ha
8.6.	0,5 l zinku + 5 kg hořké soli + 5 kg močoviny na 1 hektar
15.6.	Caramba 1 l/ha
8.8.	Sklizeň

**Tabulka č. 2: Varianty ošetření**

<b>Varianta:</b>	<b>Ošetření:</b>	<b>L/ha herbicidu:</b>	<b>L/ha vody:</b>
<b>Varianta 1-5: aplikace preemergentu a následně Laudis WG + Starane Forte</b>			
1.	Kontrola	-	-
2.	Successor + Callisto 480 SC	1,5 l/ha + 0,2 l/ha	200 l/ha
3.	Lentipur 500 FW + Command 36 CS	1 l/ha + 0,15 l/ha	200 l/ha
4.	Lentipur 500 FW + Command 36 CS + Callisto 480 SC	0,8 l/ha + 0,15 l/ha + 0,2 l/ha	200 l/ha
5.	Nero	2 l/ha	200 l/ha
<b>Varianta 6-9: aplikace preemergentu a následně Lentagran WP</b>			
6.	Successor 1,5 l + Callisto 480 SC 0,2l	1,5 l/ha + 0,2 l/ha	200 l/ha
7.	Successor + Callisto 480 CS 0,2 l + Lentipur 500 FW	1,5 l/ha + 0,2 l/ha + 1 l/ha	200 l/ha
8.	Lentipur 500 FW + Callisto 480 SC + Command 36 CS	1 l/ha + 0,2 l/ha + 0,15 l/ha	200 l/ha
9.	Lentipur 500 FW 2 l + Callisto 480 CS 0,2 l + Command 36 SC 0,15 l	2 l/ha + 0,2 l/ha + 0,15 l/ha	200 l/ha

## 4.2. Účinné látky a jejich kombinace

### 4.2.1. *Pethoxamid* + *Clomazone* (aplikovaný přípravek Nero)

Přípravek je půdní preemergentní herbicid pro likvidaci trávovitých a dvouděložných plevelů. Obsahuje dvě účinné látky. Pethoxamid, systémová herbicidní účinná látka ze skupiny chloroacetamidů, inhibuje dělení buněk a biosyntézu lipidů. Zabraňuje klíčení plevelů. Má dlouhodobé reziduální působení. Clomazone, selektivní herbicidní účinná látka ze skupiny isoxazolidononů, inhibuje biosyntézu prekursorů chlorofylu a karotenoidů. Zabraňuje klíčení plevelů.

#### **Citlivé plevele:**

- chundelka metlice, jílky, lipnice, kokoška pastuší tobolka, merlíky, svízel přítula, kakosty, hluchavky, plevele heřmánkovité, pomněnka rolní, opletka obecná, hulevník lékařský, ptačinec žabinec, penízek rolní, rozrazil

#### **Méně citlivé plevele:**

- mák vlčí

(Anon. 4, 2016)

Přípravek je přijímán kořeny a výhonky. Plevelé citlivé: chundelka metlice, jílky, lipnice, kokoška pastuší tobolka, merlíky, svízel přítula, kakosty, hluchavky, plevele heřmánkovité, pomněnka rolní, opletka obecná, hulevník lékařský, ptačinec žabinec, penízek rolní, rozrazil  
Plevelé méně citlivé: mák vlčí. (<http://www.arysta.cz/>)

Clomazone je velice těkavá organická sloučenina používána jako herbicid. Má schopnost vybělovat cílové i necílové organismy a dokonce i pěstované plodiny. Je vyráběn především ve formě emulgovaného koncentrátu, který omezuje těkavost. Bylo zjištěno, že kombinace účinných látek pethoxamide a clomazone vykazuje synergický účinek. Vzájemná kombinace zlepšuje účinnost každé ze jmenovaných látek, a dokonce je snížena i těkavost clomazone.

Tato kombinace je účinnější v regulaci jednoletých a vytrvalých trav a obtížně regulovatelných dvouděložných plevelů v kulturách jako je kukuřice, hrách, sója, fazole, slunečnice, řepka, brambory atd. Tuto kombinaci je možné také používat v porostech transgenních rostlin. Dají se tak regulovat plevele jako ambrosie peřenolistá, laskavec ohnutý, kokoška pastuší tobolka. Hmotnostní poměr clomazone ku pethoxamid (dále pouze A:B) je

volen tak, aby poskytl nejvýhodnější synergický účinek. Takový poměr se nazývá synergicky účinný. Hmotnostní poměr bude záviset na různých požadavcích. Může to být způsob aplikace, cílové plevelé, kulturní rostlina atd. (Refordt a Christiansen, 2015)

#### **4.2.2. Pethoxamid (aplikovaný přípravek Somero)**

Somero je herbicidní přípravek určený k ošetření kukuřice, sóji, slunečnice, řepky olejky proti jednoletým jednoděložným a dvouděložným plevelům. Účinná látka *pethoxamid* patří do skupiny *chloracetamidů* a je přijímána především přes kořeny, hypokotyl a klíčnicí listy mladých rostlin. Somero je částečně systémový a brání syntéze lipidů. Již vzešlé plevelé jsou citlivé max. do stádia děložních listů, reziduální účinnost proti později vzešlým plevelům a dvouděložným plevelům trvá několik týdnů po aplikaci přípravku. Předpokladem dobré účinnosti přípravku je dostatečná půdní vlhkost, dobře připravený povrch půdy s drobtovitou strukturou. Při aplikaci na vysušený půdní povrch nastupuje působení přípravku teprve po následných srážkách. Při vzešení travovitých plevelů z hlubších půdních vrstev a na vysušené půdě je možné snížení účinnosti. Rovněž tak na půdách s vysokým obsahem humusu přes 3 % se účinná látka váže na organické půdní částice.

##### **Citlivé plevelé:**

- pětour malokvětý, heřmánky, pomněnka rolní, prosa, lipnice roční, bery, rosička krvavá, hluchavky, rozrazil

##### **Méně citlivé plevelé:**

- ježatka kuří noha, lilek černý, kokoška pastuší tobolka, dvouzubec trojdílný

(Anon. 5, 2017)

#### **4.2.3. Clomazone (aplikovaný přípravek Command 36 SC)**

Účinná látka clomazone proniká do vzešlých rostlin přes kořeny. V citlivých plevelných rostlinách narušuje biosyntézu prekursorů chlorofylu a karotenoidů. Přípravek působí velmi dobře na svízel pítulu a některé další plevelé. Clomazone vykazuje optimální reziduální účinnost, tj. dostatečně dlouhou pokrývající celé vegetační období. Prakticky odpadá nutnost postemergentní aplikace. Přitom však při dodržení registrovaných dávek nenarušuje oseední postup, po sklizni oseedřených plodin lze vysévat jakoukoliv následnou plodinu. Další předností této účinné látky je její aktivita i za relativně suchých podmínek, kdy

většina běžných půdních herbicidů již neúčinkuje. Tato vlastnost je dána velmi dobrou rozpustností, na druhé straně relativně silná vazba na půdní částice zabraňuje vertikálnímu pohybu účinné látky, udržuje ji v kořenové zóně vzcházejících plevelů.

**Citlivé plevelle:**

- svízel přítula, kokoška pastuší tobolka, ptačinec žabinec, hluchavky, penízeck rolní, hulevníkovec lékařský, chrpa polní, kopřiva žahavka

**Středně citlivé plevelle:**

- pětour maloúborný, heřmánky, pohanka svlačcovitá, zemědým lékařský, violka rolní, mák vlčí, pomněnka rolní, ježatka kuří noha, béry, rosičky

**Odolné plevelle:**

- rozrazil, lipnice roční, lilek černý, laskavce, pýr plazivý

(Anon. 1, 2016)

#### **4.2.4. Mesotrione (aplikovaný přípravek Callisto 480 SC)**

Účinná látka mesotrione obsažená v přípravku Callisto 480 SC patří do chemické skupiny triketonů. Mesotrione je inhibitorem p-hydroxyphenyl pyruvate dioxygenazy elementárně zasahující do metabolismu biosyntézy karotenoidů. Je přijímán listy i kořeny, v rostlinách se šíří akropetálně a basipetálně. Účinek se projevuje zbledením listů a nekrotizací meristematických pletiv zasažených plevelů. První symptomy jsou patrné za 5 až 7 dní. Zasažené plevelle odumírají po dvou týdnech.

**Citlivé plevelle:**

- laskavce, merlíky, heřmánkovité plevelle, hluchavka nachová, violky, rdesna, penízeck rolní, zemědým lékařský, konopice polní, tetlucha kozí pysk, lilek černý, ptačinec žabinec, svízel přítula, výdrol řepky olejky a slunečnice.

**Méně citlivé plevelle:**

- ježatka kuří noha, rosička krvavá

(Anon. 3, 2016).

Mesotrione je účinná látka vyvinutá pro selektivní ochranu kukuřice před. Dokáže regulovat celou škálu širokolistých a trávovitých plevelů v kukuřici. Pochází ze skupiny

herbicidů benzoylcyklohexan - 1, 3 - dionu, které jsou chemicky odvozeny z přírodního fytotoxinu získaného z kalifornské rostliny, *Callistemon citrinus*. Účinná látka působí kompetitivní inhibicí enzymu 4 - hydroxyfenylpyruvát-dioxygenázy (HPPD), což je složka biochemické cesty, která převádí tyrosin na plastochinon a  $\alpha$ -tokoferol. Mesotrione je mimořádně účinný inhibitor HPPD. Po listové aplikaci se brzy dostane do rostliny a je tam distribuován jak akropetálním, tak bazipetálním pohybem. Kukuřice je tolerantní k mesotrione v důsledku selektivního metabolismu rostlinou. Pomalejší příjem mesotrione, ve vztahu k citlivým druhům plevelů, také přispívá k jeho využitelnosti, jako selektivního herbicidu pro použití v kukuřici (Mitchell a kol., 2001).

#### **4.2.5. Chlorotoluron (aplikovaný přípravek Lentipur 500 FW)**

Chlorotoluron je přijímán kořeny i listy rostlin, kde blokuje fotosyntézu. Srážky po aplikaci, dostatečná půdní vlhkost a dobře připravený pozemek bez hrud, příznivě ovlivňují herbicidní účinnost. Vysoká hrudovitost a vysoký obsah jílovitých nebo organických částic v půdě účinnost naopak snižují. Je to herbicid určený k hubení chundelky metlice, psárky polní, heřmánkovitých a dalších dvouděložných plevelů v ozimé pšenici, ozimém ječmeni, triticales bez podsevu a máku.

##### **Citlivé plevele:**

- chundelka metlice, psárka rolní, jílky, lipnice roční, kokoška pastuší tobolka, chrpa modrák, konopice rolní, koleneček rolní, plevele heřmánkovité, rmeny, ptačinec žabinec, drchnička rolní, hluchavka nachová, rdesna

##### **Méně citlivé plevele:**

- pryšce, zemědělský lékařský, pomněnka rolní, penízek rolní, laskavec ohnutý, merlík bílý, mléč rolní

(Anon. 2, 2016)

### 4.3. Stanovené pokusné hypotézy

- **Preemergentní aplikace herbicidu s účinnou látkou pethoxamid do porostu máku účinně regulují výskyt obtížně hubitelných plevelů (zejména kakostů).**
  - Varianta s účinnou látkou pethoxamid, v pokusech 2015 a 2016, skutečně nejlépe regulovala kakosty. Oba dva roky redukovala počty kakostů přibližně o 85% a ty zbývající dokázala podržet v nižších patrech porostu. V roce 2017 se kakost na pokusných parcelách sice vůbec nevyskytl, ale pethoxamid měl z 9. variant 2. nejmenší počet jedinců plevelů vůbec.
  
- **Preemergentní aplikace herbicidu s účinnou látkou pethoxamid do porostu máku rostliny nepoškozuje a tím nesnižuje výnos semen.**
  - Po suchém průběhu jara roku 2015 by tato hypotéza musela být potvrzena, ale mokrá jara pokusů z let 2016 a 2017 jí musí vyvrátit. Na této variantě byla pro mák shledána nejvyšší fytotoxicita a měla 2. nejnižší výnos.

## **5. Výsledky**

Statistické analýzy byly provedeny programem Statgraphics centurion.

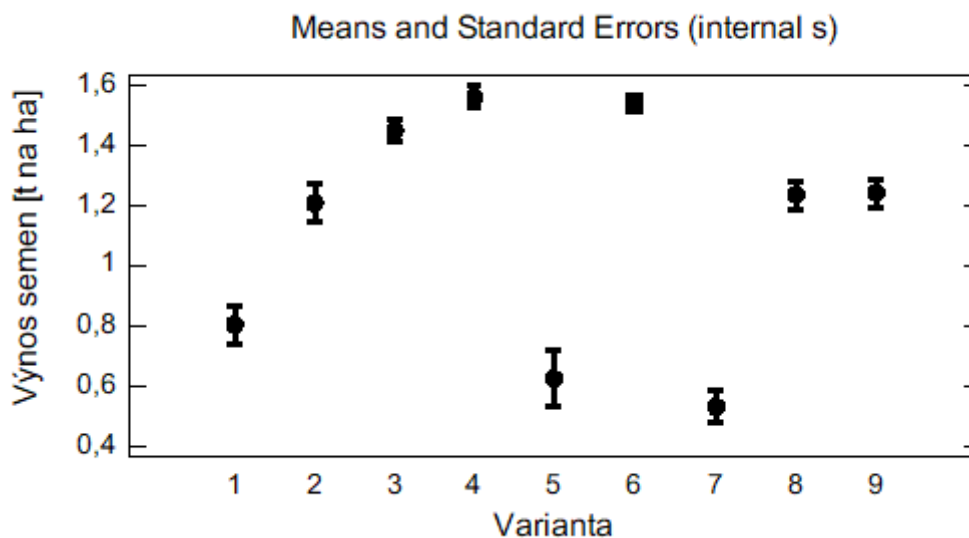
### **5.1. Pozemek Hadravovy vršky**

Pozemek Hadravovy se jevil jako ideální pro založení pokusu s regulací plevelů v máku. Díky výše zmiňované chybě v osevním postupu se mák vrátil na tento pozemek, po pouhých dvou letech a nemohlo tak dojít k uspokojivému zmenšení půdní zásoby semen plevelů. Nejvýznamnějším plevellem tohoto podniku je kakost maličký. Zapleveluje nejvíce mák a řepku a jeho regulace se některé roky daří lépe, jiné hůře, a někdy vůbec. Přírodní pochody jsou však nevypočitatelné, a proto na pozemku, kde je kakost každý rok více než běžný, se v inkriminovaný rok nevyskytl vůbec.



## 5.1.1 Hodnocení produkčních ukazatelů pokusu

**Graf 1:** Výnos makového semene



**Tab. 5:** Výsledek analýzy rozptylu znaku výnos makového semene jednotlivých variant.

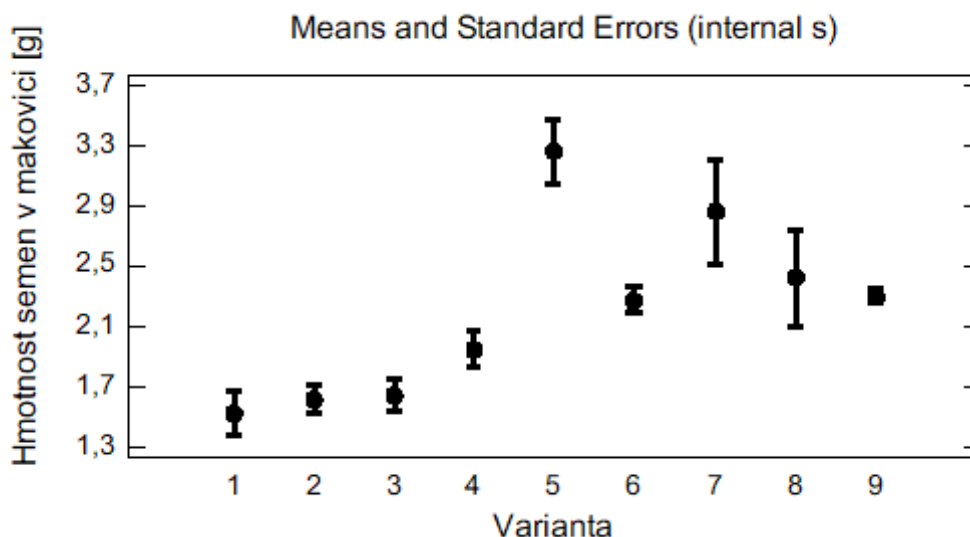
Method: 95,0 percent LSD

<i>Varianta</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
7	4	0,531	X
5	4	0,625	X
1	4	0,801	X
2	4	1,21	X
8	4	1,235	X
9	4	1,24	X
3	4	1,45	X
6	4	1,54	X
4	4	1,56	X

Po zhodnocení sledovaného znaku výnosu makového semene vidíme 300% rozdíl mezi nejméně a nejvíce výnosnou variantou. Nejlépe dopadla varianta č. 4 (Lentipur, Command, Callisto). Byl na ní pozorován absolutně nejnižší počet plevelů vzejtých po preemergentní aplikaci, při zachování standardního počtu jedinců (35) přepočteného na jednotku plochy. Nejhůře dopadla varianta č. 7 (Successor, Callisto, Lentipur). Tato kombinace způsobila máku největší fytotoxicitu a přežilo pouze několik málo jedinců na metru čtverečním. I když tato varianta dopadla po stránce zaplevelení také nadprůměrně, mák nebyl schopen takové

ztráty vykompenzovat. Varianta neošetřená kontrola byla statisticky průkazně odlišná ke všem ostatním variantám.

**Graf 2:** Hmotnost semen v makovici



**Tab. 6:** Výsledek analýzy rozptylu znaku hmotnost semen v makovici jednotlivých variant.

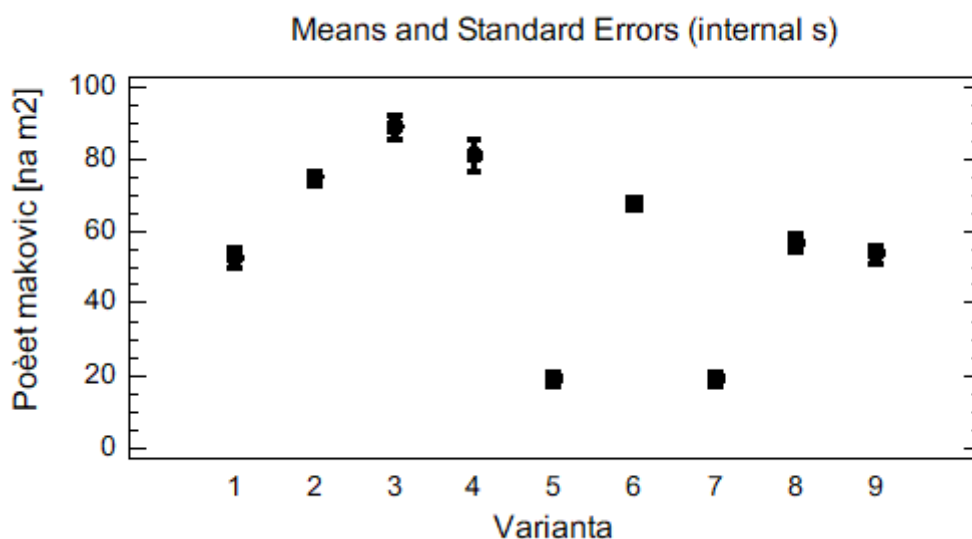
Method: 95,0 percent LSD

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
1	4	1,52	X
2	4	1,6175	X
3	4	1,6425	X
4	4	1,945	XX
6	4	2,2725	X
9	4	2,295	X
8	4	2,425	XX
7	4	2,86125	XX
5	4	3,2625	X

Po zhodnocení sledovaného znaku hmotnosti semen v makovici je zřejmé, že nejlépe dopadla varianta č. 5 (Nero), kde byl z důvodu vysoké letální fytoxicity velmi nízký počet jedinců na m<sup>2</sup>. Zbýlých pár jedinců se vzniklý prostor a přebytečné živiny snažilo kompenzovat velikostí a počtem makovic na každé rostlině. Z tohoto důvodu byla na této variantě pozorována nejvyšší hmotnost semen v makovici. Na druhé straně tabulky byla varianta č. 1 (Neošetřená kontrola). Parcely této varianty měly vysoké počty jedinců na m<sup>2</sup>,

ale konkurence plevelů v extrémně suchém roce byla natolik silná, že snížila celkový výnos i hmotnost v semen v každé z makovic. Tento sledovaný znak měl nejméně statisticky průkazných rozdílů mezi variantami.

**Graf 3:** Počet makovic na m<sup>2</sup>.



**Tab. 7:** Výsledek analýzy rozptylu znaku počet makovic na m<sup>2</sup> jednotlivých variant

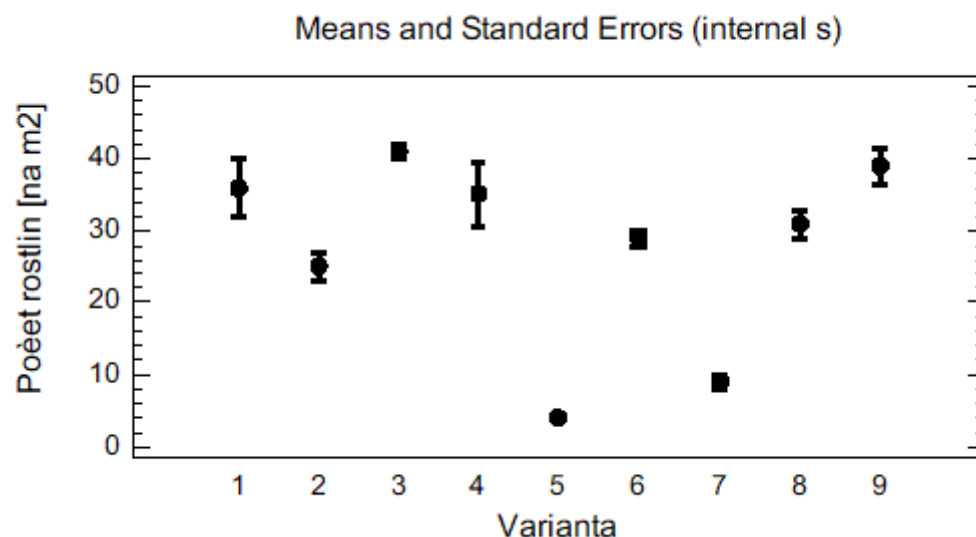
Method: 95,0 percent LSD

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
5	4	19,0	X
7	4	19,0	X
1	4	53,0	X
9	4	54,0	X
8	4	57,0	X
6	4	68,0	X
2	4	75,0	XX
4	4	81,0	X
3	4	89,0	X

Po zhodnocení sledovaného znaku počtu makovic na m<sup>2</sup> je zřejmý zásadní rozdíl mezi variantami 5 a 3. Varianta č. 5 (Nero) dopadla nejhůře. Měla pouhých 19 makovic na m<sup>2</sup>. Jako příčina se zase nabízí letální fytotoxicita, která postihla většinu jedinců z této varianty. Na druhém konci tabulky je varianta č. 3 (Lentipur, Command), která měla největší počet jedinců

přepočtený na jednotku plochy. Bylo to způsobeno relativně dobrým preemergentním účinkem na plevele a vysokým počtem jedinců máku setého na m<sup>2</sup>.

**Graf 4:** Počet rostlin na m<sup>2</sup>.



**Tab. 10:** Výsledek analýzy rozptylu znaku počet rostlin na m<sup>2</sup> jednotlivých variant

Method: 95,0 percent LSD

<i>Varianta</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
5	4	4,0	X
7	4	9,0	X
2	4	25,0	X
6	4	29,0	XX
8	4	31,0	XXX
4	4	35,0	XXX
1	4	36,0	XX
9	4	39,0	X
3	4	41,0	X

Po zhodnocení sledovaného znaku počtu makovic na m<sup>2</sup> jasně vidíme propastný rozdíl mezi nejhorší a nejlepší variantou. Nejhůře dopadla varianta č. 5 (Nero) s pouhými 4 jedinci na metru čtverečním. Nejlépe je na tom varianta č. 3 (Lentipur, Command), o které bylo již zmínováno, že vykazovala slušný preemergentní účinek na plevele a zároveň měla nejvyšší počet jedinců máku. Na m<sup>2</sup> se jich nacházelo 41, a to je 10x více než u varianty č. 4. Varianty

se nám znova rozdělily na ty, které jsou mezi sebou statisticky průkazně odlišné, a na ty, které statisticky průkazně odlišné nejsou.

### **5.2.2. Odpočty plevelů**

Odpočty plevelů proběhly ve vymezených čtvercích s největší homogenitou porostu. Odpočty probíhaly v každé variantě na jednotce plochy 0,25 m<sup>2</sup> a byly poté dopočítány na 1 m<sup>2</sup>. Odpočty proběhly ve dvou termínech, a to 28. 4. 2015 a 15. 5. 2015. Těmito odpočty byly postiženy 2 zásadní termíny. Nepočítalo se s dalšími odpočty, protože by již neměly smysl. Počty jedinců plevelů jsou poté téměř konstantní a v podstatě je můžou ohrozit už jen počasí, škůdci a konkurence mezi rostlinami.

**Tabulka č. 11:** Odpočet plevelů 2. 5. 2017

Varianta	PAPSO	BRSNN	THLAR	CAPBP	GAETE	GALAP	MATIN	VIOAR	POLCO	CHEAL	VERPE
1. Kontrola	46	1	37	4	18	4	4	7	6	6	6
2. Successor + Callisto 480 SC	26	0	4	0	4	0	0	4	6	0	0
3 Lentipur 500 FW + Command 36 CS	44	1	1	0	3	7	0	7	1	0	0
4. Lentipur 500 FW + Command 36 CS + Callisto 480 SC	42	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
5. Nero	5	1	6	0	4	0	0	2	0	0	0
6. Successor + Callisto 480 SC	32	2	2	0	3	2	0	6	4	0	0
7. Successor, Callisto 480 CS + Lentipur 500	12	3	0	0	4	0	0	6	8	0	0
8. Lentipur 500 FW + Callisto 480 SC + Command 36 CS	34	2	0	0	5	0	0	4	2	0	0
9. Lentipur 500 FW + Callisto 480 CS + Command 36 SC	46	3	0	0	6	0	0	5	3	0	0

**Vysvětlivky kódu Eppo:** PAPSO - mák setý, BRSNN - brukev řepka, THLAR - penízek rolní, CAPBP - kokoška pastuší tobolka, GAETE - konopice polní, GALAP - svízel přítula, MATIN - heřmánkoven nevonný, VIOAR - violka rolní, POLCO - opletka obecná, CHEAL - merlík bílý, VERPE - rozrazil perský

Z tabulky vidíme které varianty preemergentního ošetření jsou na tom lépe, a které hůře. Nejlépe dopadla varianta číslo 4 (Lentipur 500 FW + Command 36 CS + Callisto 480 SC), kde bylo plevelů minimálně. Nejhůře pak varianta neošetřená kontrola, kde pak podle očekávání bylo nejvíce plevelů ze všech variant.

**Tabulka č. 7:** Odpočet plevelů 18. 5. 2017

<b>Varianta</b>	<b>PAPSO</b>	<b>BRSNN</b>	<b>THLAR</b>	<b>CAPBP</b>	<b>GAETE</b>	<b>GALAP</b>	<b>MAT IN</b>	<b>VIOAR</b>	<b>POLCO</b>	<b>CHEAL</b>	<b>VERPE</b>
1. Kontrola	36	0	2	0	0	0	0	6	3	4	5
2. Successor + Callisto 480 SC	22	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
3 Lentipur 500 FW + Command 36 CS	41	0	0	0	1	2	0	5	1	0	0
4. Lentipur 500 FW + Command 36 CS + Callisto 480 SC	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Nero	4	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0
6. Successor + Callisto 480 SC	29	2	1	0	0	1	0	6	4	0	0
7. Successor, Callisto 480 CS + Lentipur 500	10	3	0	0	1	0	0	6	7	0	0
8. Lentipur 500 FW + Callisto 480 SC + Command 36 CS	30	2	0	0	1	0	0	4	2	0	0
9. Lentipur 500 FW + Callisto 480 CS + Command 36 SC	41	3	0	0	0	0	0	5	3	0	0

Z tabulky č. 7 je pak zřejmé, že po prvním odpočtu došlo ke značnému poklesu většiny druhů plevelů. Rozdíly ale nalézáme mezi variantami 1-5 a 6-9. Varianty 1-5 byly ošetřeny postemergentními přípravky Laudis 1,7 l/ha a Starane 250 SC 0,3 l/h a varianty 6-9 byly ošetřeny přípravkem Lentagran WP v dávce 2 kg/ha.

## 6. Diskuse

Kakost maličký, mák vlčí, opletka obecná a zemědělský lékařský jsou plevely, které dělají problémy ve velkém množství zemědělských plodin, a to převážně kvůli toleranci k většině používaným herbicidům. Většinou se dají regulovat v časných růstových fázích, později je už jejich regulace téměř nemožná.

Největší problémy z výše jmenovaných způsobuje kakost maličký, a to převážně na propustných půdách středních poloh. Z dlouholetých zkušeností s tímto plevelem můžeme říci, že největší problémy způsobuje na nejhorších místech pozemků. Jsou to skalnaté kopce a plochy, kde je půdotvorným substrátem pouze písek. Tato místa často trpí přísuškem, pěstované plodiny zde dorůstají menších rozměrů a kakost maličký pak vytváří až monokultury, v nichž se pěstovaná plodina jen obtížně hledá. S tímto souhlasí Hron a Zejbrlík (1974), kteří uvádějí, že kakost maličký je u nás obecně rozšířen jako nenáročný plevel všech půdních druhů po celém území. Často se nalézá na suchých stráních, mezích, úhorech, rumištích a dalších, pro něj příhodných, místech.

Z našich zkušeností vyplývá, že kakostem maličkým nejvíce utlačovanou plodinou je mák setý. Bude to pravděpodobně známou skutečností, že mák setý má v raných stádiích velmi pomalý vývoj. Kakost maličký je tak schopen udělat si „náskok“ a nedat máku šanci. Mák poté není již schopen tento „náskok“ dohnat a živoří ve vzniklé silné konkurenci. Některé roky se stává, že na nejvíce zaplevelených místech není nic ke sklizni. I Roubal a Cihlár (2016) uvádějí, že čím dál problematičtějším druhem plevelu je kakost maličký, který se objevuje stále častěji a v hojnější míře v máku setém.

Kakost maličký způsobuje největší problémy v mezerovitých porostech (Jursík a kol., 2007). Toto tvrzení se ověřilo v pokusech i praxi. Platí však spíše pro řepku a kmín. Pokud jsou tyto plodiny dobře zapojeny, tak si kakost maličký „nepustí“. Pokud ale jsou tyto plodiny mezerovité nebo slabé, tak může kakost maličký způsobit značné škody i v nich. U máku setého je sice také vhodnější větší hustota porostu, ale pokud počet jedinců kakostu na m<sup>2</sup> překročí určitou mez, tak to pro porost máku bývá fatální.

Naštěstí si semena kakostu maličkého nezachovávají příliš dlouho klíčivost v půdě. Po pěti letech byla semena kakostu maličkého klíčivá pouze z 0,6% (Roberts a Boddrell, 1984). Tento fakt vnáší do řešení problému jistou naději na úspěch, ale neřeší problém podniku, ve kterém probíhal pokus. V tomto podniku je sice docela široký osevní postup, ale skladba pěstovaných plodin přímo nahrává expanzi kakostu. Pšenice je zde pěstována jako přerušovač



sledů dvouděložných plodin. V průměru přichází na pozemek jednou za 3 roky. I když je snaha v každé z těchto dvouděložných rostlin kakost potlačovat, tak téměř vždy dojde určité procento jedinců až do generativní fáze.

Z ekonomického i ekologického hlediska by snadná regulace kakostů přinesla značný prospěch. Nemuselo by se přikračovat ke “slepým“ výstřelům, v podobě snah potlačit kakost několika dávkami přípravků s nejistou účinností. Účinek těchto přípravků bývá navíc v podobě zpomalení růstu nebo popálení listové plochy kakostu, a plevel stihne přesto vytvořit generativní orgány a diaspory. Většina těchto snah stejně nemá žádoucí efekt a každá takto aplikovaná chemická látka zbytečně zatěžuje životní prostředí. Riah a kol. (2014) uvádějí, že v posledních desetiletích došlo k nárůstu používání chemických přípravků v zemědělství. Kvůli jejich tak širokému používání se mohou rezidua těchto látek nacházet v různých biosférách. Jmenovitě pak ve vodě, půdě i vzduchu.

Mák vlčí se u sledovaného podniku vyskytuje asi na třech pozemcích. I když je schopen rozmnožit se pouze v máku setém (a to je v osevním postupu jednou za 4-5 let), tak se v něm pokaždé objevuje. I když zatím nezpůsobuje větší škody, vzniká riziko, že se rozšíří na další pozemky a výhledově se může jeho výskyt stát již škodlivým. Roberts a Feast (1973) uvádějí, že počet životných semen máku vlčího v půdě se každoročně snižuje pouze o 20-30 %, a podle Jursíka a kol. (2007) mohou semena tohoto plevele v půdě přežít i 80 let.

Za úspěchem opletky obecné v kolonizaci téměř všech světových zemědělských oblastí, stojí její odolnost k suchu. Díky speciální stavbě vodivých pletiv je schopna eliminovat kavity ve vlastním xylému (Goremykina a Dimekina, 2016). Tento fakt byl vidět na pokusech v roce 2017. Extrémně suchý průběh roku (od začátku května až do půlky července spadlo dohromady 11 mm) způsobil, že v pokusných parcelách uschnulo téměř vše. Vypadalo to, jako by zde byla použita desikace porostu a jediné, co zůstalo zelené, byly rostliny opletky obecné, které se pnuly po stoncích máku až k makovicím. Při pohledu na rostliny opletky jsem nepojal podezření, že by jim sucho způsobovalo výraznější strádání.

Zemědým lékařský je méně konkurenceschopná rostlina. (Kazda a kol., 2010) Na pozemcích sledovaného podniku se zemědým lékařský objevil až relativně nedávno, ale rychle se zde usadil. Problém způsobuje především v nižších vývojových fázích máku. Ve vyšších vývojových fázích mák již roste rychle a zanechává zemědým ve spodním patře porostu. Zemědým tak škodí převážně tehdy, jsou-li odstraněny ostatní konkurenčně silné plevele. Problémem byla také likvidace zemědýmu v pšenici, kde byl objeven až ve fázi

kvetení a žádný přípravek na něj již neúčinkoval. Větším problémem byl ale fakt, že po pšenici následoval mák, v němž následně zeměděm silně zaplevelil spodní patro porostu.

Všechny z těchto zkoumaných plevelů jsou pro podnik významnou hrozbou. Jejich stavy se průběžně zvyšují a každý rok se zavlečou na další, zatím nepostižené pozemky. Před asi 20 lety se nestávalo, aby se tyto plevele periodicky přemnožovaly. Svou roli na tom může hrát změna klimatu, protože poslední roky je výrazně tepleji a větší sucho než dříve. Zásadní vliv na narůstající problémy s těmito plevele však bude mít zavedení bezorebné technologie zpracování půdy. První roky jejího provozování se datují na přelom 90. let 20. století a její pojetí bylo vyloženě minimalizační. Půda se zpracovávala maximálně do 10 cm a silná chemizace způsobila, že se postupně navyšovala půdní zásoba semen plevelů odolných k herbicidům. Tyto druhy se tedy dají zařadit do skupiny plevelů, jež jsou potlačovány orbou a správnou agrotechnikou, protože Pollard a Cussans (1981) uvádějí, že některé druhy plevelů jsou potlačovány minimálním zpracováním půdy až přímým setím a některé jsou potlačovány orbou.

Výsledky tohoto pokusu by mohly přispět ke snižování chemizace v zemědělství, které je mezi širokou veřejností velmi neoblíbená a uvrhuje tak zemědělce do špatného světla. Navíc je snižováním spotřeby pesticidů Česká republika zavázána. Podle celkových zjištění během 3 let pokusu jsem schopen říct, že některé varianty ošetření by mohly splnit tento stanovený cíl a dala by se u nich omezit, ba za určitých podmínek úplně vyloučit, aplikace postemergentního herbicidu. Ať se nám to líbí nebo ne, tak zmenšování chemizace v zemědělství je nezbytný krok, jelikož Riah a kol. (2014) uvádějí, že v posledních desetiletích došlo k nárůstu používání chemických přípravků v zemědělství a jejich rezidua se nacházejí v různých prostředích.

Pokus byl orientován převážně na použití preemergentních herbicidů, jako první a velice důležité ochrany proti plevelům u máku setého. Například pro regulaci kakostu maličkého je to jedna z mála alespoň trochu účinných variant. Vývojová fáze kakostu maličkého je zde zásadní faktor. Nejméně je odolný ve fázi klíčení a pravých listů, a proto mohou být preemergenty efektivní. Jejich největší nevýhoda však spočívá v úzkém aplikačním okně a závislosti na vlhkostních podmínkách půdy. Na kakost maličký v generativní fázi už působí jen málokterá účinná látka, navíc je mák plodina citlivá k fytotoxicitě, takže snáší jen některé účinné látky a nejlépe za specifických podmínek. Některé roky dokonce selhávala i aplikace 2 l/ha Roundupu před setím. Po zasetí na některých místech obrážely rostliny kakostu, který vzházel předchozí podzim. To se však není překvapivé, protože Jursík a kol. (2010) uvádějí,

že na kakosty mohou být neúčinné i neselektivní herbicidy a nemusí být dokonale potlačeny ani dávkou glyphosátu 3 l/ha.

Všechny výše zmíněné plevele dříve patřily mezi méně významné. Dnes ale zemědělská výroba na polích vypadá jinak než dříve. Na nedostatek pracovníků v zemědělství a nízké výkupní ceny živočišných produktů se reaguje rušením zemědělských chovů zvířat. To přináší zužování osevních postupů a jejich ochuzování o víceleté pícniny – jeden z nejefektivnějších nástrojů snižování půdní zásoby semen plevelů. Pěstují se opakovaně tržní plodiny, ale tyto plevele se v nich stále více rozšiřují. Současně vznikají rezistence plevelů na účinné látky, ale vývoj nových je velmi pomalý a nákladný. Stále se rozšiřující minimální zpracování půdy situaci už vůbec nezlepšuje, ba naopak, je to jeden z hlavních faktorů šíření těchto plevelů. V současnosti navíc pokulhává i agrotechnika. Správně provedená a načasovaná podmítka je dnes vzácností. A plecí brány nebo plečky stojí roky v kopřivách. Dost možná však ještě přijde jejich doba.

## 7. Závěr

Cílem práce bylo ověření chemických možností regulace obtížně hubitelných plevelů v máku. Pokus spočíval v preemergentní aplikaci různých účinných látek a jejich kombinací. Následovaly 2 varianty postemergentního ošetření. Sledování vedlo k následujícím výsledkům.

- Zásadní a neovlivnitelný vliv na účinnost preemergentních herbicidů má počasí. Při suchém průběhu jara nemusí být vliv preemergentů téměř znatelný, ale při vlhkém průběhu, kdy je hypokotyl rostliny ve stálém kontaktu s ovlhčenou půdou, může dojít i k fatálnímu poškození pěstované plodiny. Rok kdy byl pokus zakládán, byl velmi suchý a preemergentní herbicidy nevykazovaly předpokládanou účinnost.
- Během třech navazujících let pokusů proběhly všechny 3 možné scénáře průběhu jara a tím i účinnosti preemergentů.
- V roce 2015 byl natolik suchý průběh jara, že občasné chvilkové zvlhčení půdy spolehlivě účinkovalo pouze na citlivé druhy plevelů. Na druhou stranu pro mák fatální kombinace preemergentů vykazovaly nakonec špičkové výnosy. Z tohoto roku se proto nedaly dělat směrodatné závěry.
- Jaro roku 2016 bylo výjimečné častými a málo vydatnými srážkami. Vyklíčené rostliny byly 3 týdny v nepřetržitě zvlhčené půdě. Proto měla běžně nedostatečně účinná kombinace (Command+Callisto) dobrou účinnost i na kakost maličký, ale herbicidy účinné rok předtím úplně pohořely. Bylo to Nero a Butisan duo. Všechny varianty těchto preemergentů měly sice výbornou účinnost na kakost maličký oproti kontrole, která měla stovky jedinců na m<sup>2</sup>, ale byla fatální pro mák, u kterého zbylo několik jednotek jedinců na m<sup>2</sup>. Tito jedinci byli dlouhé týdny zpomalováni ve vývoji působením herbicidu. Jedinci v prořídých parcelkách byli dále decimováni plísní makovou a krytonoscem kořenovým.
- Po založení pokusu v roce 2017 byl optimální vlhkostní průběh jara. Hypokotyl plevelů a máku byl od vyklíčení vystaven působení herbicidů po dobu asi jednoho týdne, což stačilo pro dobrou účinnost

a nezpůsobovalo to dále problémy máku s náročnou detoxikací herbicidních účinných látek.

- Rok 2017 byl extrémně suchý a jakýkoliv plevel v podrostu ubíral máku vodu a způsoboval velké ztráty na výnosu. Mák měl oproti jiným rokům zmenšenou schopnost kompenzace. Kompenzace zdržovala vývoj a voda pro růst a tvorbu generativních orgánů došla koncem června. Proto varianty s malým počtem jedinců dopadly výnosově špatně.
- V roce 2017 byla aplikace preemergentů naprosto zásadní pro dosažení dobrého výnosu. Varianta neošetřená kontrola (následně postemergentně ošetřena přípravky Laudis + Starane) měla poloviční výnos oproti nejvýnosnější variantě č. 4 (Lentipur, Command, Callisto,) následně ošetřené stejným způsobem).
- Varianty s následným ošetřením postemergentním přípravkem Lentagran měly sice podobný výnos jako varianty ošetřené Laudis + Starane, ale měly problém s řepkou a opletkou. Kdyby těchto plevelů vzešlo více, tak by se to výrazně projevilo na výnosech těchto variant.
- Varianty ošetření 5 (Nero) a 4 (Successor, Callisto, Lentipur) vykazovaly značnou fytotoxicitu na mák s následným nízkým výnosem kvůli omezené kompenzační schopnosti máku.
- Na pozemku, kde se rok před založením pokusu nachází kakost maličký v obrovském množství, nemusí v roce pokusu vzejít ani jeden jedinec tohoto plevele.
- V roce, který je příznivý pro účinnost preemergentů, a který vylučuje větší míru kompenzace, jsou rozdíly mezi variantami lépe znatelné.

## 8. Doporučení pro praxi

- Preemergentní ošetření herbicidem považují za zásadní pěstitelské opatření. Na kontrole s vynechaným preemergentním ošetřením herbicidem byl 3x nižší výnos, než na nejlepší ošetřené variantě.
- Nejlépe dopadly varianty č. 4 (Lentipur, Command, Callisto) a 6 (Somero, Command). Prvně jmenovaná dopadla výnosově lépe, měla vyšší počet jedinců máku, ze všech variant nejméně plevelů, ale ošetření je finančně nákladnější. Druhá jmenovaná dopadla výnosově nepatrně hůře, měla nižší počet jedinců máku a o něco více plevelů, ale potěší nižší cenou.
- Nedoporučuji variantu č. 5 (Nero), přestože v suchých letech vychází nejlépe. Při vlhčím průběhu jara nám totiž fytotoxicitou zdecimuje jedince máku a navíc nemá registraci do máku.
- Na pozemcích, kde nehrozí výskyt plevelné řepky, velký tlak svízele nebo opletky, bych z důvodu šetření finančních prostředků doporučil vynechat aplikaci herbicidu Laudis a nahradit jí aplikací herbicidu Lentagran. Varianty s tímto ošetřením vykazovaly nadprůměrný výnos a viditelně menší fytotoxicitu k máku setému.
- Po zkušenostech z pokusů bych doporučil vedení spíše hustších porostů, protože řidší porosty byly velmi náchylné k následnému zaplevelení, a to zejména opletkou obecnou. Tyto rostliny také snadněji poléhaly.

## 9. Seznam použitých zdrojů

Audus, L. J., 1964. The Physiology and Biochemistry of Herbicides. Academic press. New Yourk. ISBN 978-0120676507.

Assche, V., Jozef A., Vandeloek. F. 2006. Germination ecology of eleven species of Geraniaceae and Malvaceae, with special reference to the effects of drying seeds. Seed Science Research. 16 (4). 283-290.

Barralis, G., Chadoeuf, R. Gouet, J. P. (1986). Essai de determination de la taille de l'Hchantillon pour l'6tude du potential semencier d'un sol. Weed Research, 26, 291-297

Barralis, G., Chadoeuf, R., Lonchamp, J., P. 1988. Longévité des semences de mauvaises herbes annuelles dans un sol cultivé. Weed Research. 28. 407-418.

Bechyně, M., Novák, J. 1987. Biologie máku a systém jeho produkce. 1. Vyd. VŠZ v Praze, 94 s. ISBN 80-213-0112-0.

Bernath, J. Poppy. 1998. Poppy: The genus Papaver. Harwood Academic Publishers. Amsterdam. ISBN 9057022710.

Bernardová, M. 2016. Jarní regulace plevelů v ozimých obilninách. Agromanuál. 2. (24-25).

Caballero, J. R., Menéndez J., Osuna M. D., Salas, M., Torra J. 2017. Target-site and non-target-site resistance mechanisms to ALS inhibiting herbicides in *Papaver rhoeas*. Pesticide Biochemistry and Physiology. 138. 57-65.

Carol, C. B., Jerry, M. B. 2014. Seeds ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2. nd ed. Elsevier Science. Burlington. ISBN 9780124166837.

Chancellor, R. J. 1986. Decline of Arable Weed Seeds During 20 Years in Soil Under Grass and the Periodicity of Seedling Emergence After Cultivation. *Journal of Applied Ecology*. 23 (2). 631-637

Cihlár, P. 2016. Možnosti podpory vzházení porostu a regulace zaplevelení máku. *Agromanuál*. 2. (40-42).

Cirujeda, A., Recasens, J., Taberner, A. 2001. A qualitative quick-test for detection of herbicide resistance to tribenuron-methyl in *Papaver rhoeas*. *Blackwell Science Ltd Weed Research*. 41. 523-534.

Cobb, A., Reade, J. P. H. 2010. *Herbicides and plant physiology*. 2nd ed. Wiley-Blackwell. Shropshire. p. 294. ISBN 978-1-4051-2935-0.

Dlouhy, J., Sarapatka, B. 2003. Influence of the contemporary industrial agriculture of consumer health. *Scientia Agriculturae Bohemica* .

Dessaint, F., Chadoeuf, R., Barralis, G. 1991. Spatial pattern analysis of weed seeds in the cultivated soil seed bank. *Journal of Applied Ecology*. 28 (2). 721-730.

Dreslerová, D., Kočár, P. 2010. Archeobotanické nálezy pěstovaných rostlin v pravěku České republiky. *Památky archeologické*. 203-242.

Fábry, A. 1992. *Olejníny*. 1. vyd. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. ISBN 80-7084-043-9.

Gough, R., Cheryl, M. G. 2011. *The complete guide to saving seeds: 322 vegetables, herbs, flowers, fruits, trees, and shrubs*. Storey Pub. North Adams. ISBN 9781603425742.

Goremykina, E. V., Dinekina, E. A. 2016. Traits of Stem Anatomy of Some Herbaceous Members of the Family Polygonaceae. *Vestnik Moskovskogo Universiteta*. 71 (3). 121-125.



Hamouz, P., Kohout, V., Soukup, J. 2005. Optimalizace ochrany proti plevelům v závislosti na nerovnoměrnosti jejich výskytu na pozemku. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Katedra agroekologie a biometeorologie. Praha. 146 s.

Hron, F. 1974. Kapesní atlas: učební pomůcka pro žáky studující botaniku na středních školách. 1. vyd. Státní pedagogické nakladatelství. Obrazové atlasy pro všeobecně vzdělávací školy. Praha. 75 s. ISBN 14-510-74.

Jursík, M., Holec J., Hamouz, P. 2011. Plevel: biologie a regulace. Vyd. 1. Kurent. České Budějovice. 232 s. ISBN 978-80-87111-27-7.

Jursík, M., Soukup, J. 2010. Herbicide mode of actions and symptoms of plant injury by herbicides: Introduction to herbicide mode of action problems. Listy Cukrovarnické a Reparské. 126 (1). 14.

Jursík, M., Soukup, J., Holec, J. 2010. Herbicide mode of actions and symptoms of plant injury by herbicides: Inhibitors of amino acid biosynthesis. Listy Cukrovarnické a Řeparské. 126. 7-8.

Jursík, M., Soukup, J., Holec, J. 2007. Biology and control of another important weeds of Czech republic small-flowered cranesbill (*geranium pusillum*). Listy cukrovarnicke a řeparske 123 (11). 334-337.

Kaliciak, A., Syller, J. 2009. New hosts of Potato virus Y (PVY) among common wild plants in Europe. European journal of plant pathology. 124(4). 707-713.

Kapoor, L. D. 1995. Opium poppy : botany, chemistry, and pharmacology. Food Products Press. New York. 326 p. ISBN 1560249234.

Kjær, C., Pendersen, M. B., Elmegaard, N. 1998. Effects of Soil Copper on Black Bindweed (*Fallopia convolvulus*) in the Laboratory and in the Field. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 35 (1). 14-19.

Klassen, H., Freitag, J. 2004. Ackerunkräuter und Ackerungräser rechtzeitig erkennen. Landwirtschaftsverl. Münster-Hiltrup. 83. ISBN 9783784332802.

Konvalina, P. 2007. Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. 1. vyd. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. České Budějovice. 76 s. ISBN 978-80-7394-031-7.

Kohout, V. 1996. Herbologie: plevelé a jejich regulace. Vyd. 1. Česká zemědělská univerzita. Praha. 115 s. ISBN 8021303085.

Kuchtová, P. 2013. Pěstitelská technologie máku pro ekologické zemědělství: certifikovaná metodika. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 42 s. ISBN 9788021324299.

Lipecki, J. 2004. Orchard weeds in Lublin region twenty years on—Preliminary report. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. Special ed. 12, Lublin. 105-111.

Mikulka, J. 2014. Plevelé polních plodin. Vyd. 1. Profi press. Praha. 179 s. ISBN 9788086726601.

Mikulka, J., Chodová, D. 1996. Hubení plevelů odolných vůči herbicidům. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Praha. ISBN 80-7105-136-565.

Mikulka, J., Chodová, D., Kohout, V., Martinková, Z., Soukup J., Uhlík, J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Redakce čas - Farmář a Zemědělské listy. Praha. 160 s. ISBN 80-902413-2-8.

Mikulka, J., Kneifelová M. 2005. Plevelné rostliny. 2. vyd. Profi Press. Praha. 148 s. ISBN 80-86726-02-9.

Mitchell, G., Bartlett, D. W., Fraser, T. E. M., Hawkes, T. R., Holt, D. C., Townson, J. K., Wichert, R. A. 2001. Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. Pest Management Science. 57. 120-127.

Nemejc, F. 1975. Paleobotanika IV. Academia Ved.

Novak, J., Slamka, P. 2003. Degradation of seminatural pastures by local overmanuring with cattle or sheep excreta. *Ekologia*. Department of Forage Crop Production. 22 (2). 143-151.

Pulkrábek, J., Švachula, V. 1995. Rádce hospodáře. Pěstování rostlin. Sdružení soukromých zemědělců. Praha. 172 s.

Procházka, P., Smutka, L. 2012. Czech republic as an important producer of poppy seed. In: *Agris On-line Papers in Economics and Informatics*. 2. 13.

Pyšek, P., Lepš, J. 1991. Response of a weed community to nitrogen fertilization:

a multivariate analysis. *Journal of vegetation science*. 2 (2). 237-244.

Refard, M., Christensen, C. R. 2015. Synergistic herbicidal combination of clomazone and pethoxamid. United States Patent. 1-6.

Roberts, H. A., 1962. Studies on the Weeds of Vegetable Crops: II. Effect of Six Years of Cropping on the Weed Seeds in the Soil. *Journal of Ecology*. 50 (3). 803-813.

Roberts, H. A., Boddrell, J. E. 1984. Seed survival and seasonal emergence of seedlings of some ruderal plants. *Journal of Applied Ecology*. 21 (2) 617-628.

Roberts, H. A., Feast, P. M. 1973. Emergence and Longevity of Seeds of Annual Weeds in Cultivated and Undisturbed Soil. *Journal of Applied Ecology*. 10. 133-134.

Roubal, T., Cihlár, P. 2016. Spolek Český modrý mák informuje: 15. makový občasník Praha: sborník odborných seminářů "Mák v roce 2016". Praha: ČZU v Praze. 78. ISBN 978-80-213-2623-1.

Scarabel, L., Milani, A., Panozzo, S., Rasori, A. 2017. Suitable reference genes for accurate gene expression analysis in *Papaver rhoeas* under 2,4-D herbicide stress. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 143. 66-72.

Štolcová, J. 2009. Insect Damage to and Mortality of Seedlings of *Chenopodium album* L. and *Fallopia convolvulus*. Department of Entomology, Division of Plant Medicine. 49 (2). 59-65.

Torra, J., Recasens, J. 2008. Demography of Corn Poppy (*Papaver rhoeas*) in Relation to Emergence Time and Crop Competition. *Weed science*. 56 (6). 826.

Urban, J., Šarapatka B. 2003. *Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi*. 1. vyd. MŽP. Praha. 280 s. ISBN 80-7212-274-6.

Viggiani, P., Montemurro, P. 1988. Phytosociological analyses of weed communities [Apulia - Basilicata]. *Rivista di Agronomia*.

Vasak, J., Bechyne, M., Cihlar, P., Dobos, G., Dolezalova, J., Fejer, J., Losak, T. (2010). *Mák*. Vyd. 1. Powerprint. Praha. 336 s. ISBN 978-80-904011-8-1.

Westerman, P. R., Hildebrandt, F., Gerowitt, B. (2012). Weed seed survival following ensiling and mesophilic anaerobic digestion in batch reactors. *Weed Research*, 52(3). 286-295.

Wojtowicz, M. 2014. Optimalizace použití herbicidů u chemického ošetření máku setého. Sborník z konference prosperující olejnin (Papaver somniferum). 113-115.

Yael, A., Elbaum, R. 2013. Hygroscopic movements in Geraniaceae: the structural variations that are responsible for coiling or bending. *New Phytologist Trust*. 199 (2). 584-594.

Zitta, M., Vostal, J. 1999. *Obecná fytotechnika*. 2. upr. vyd. Česká zemědělská univerzita. Agronomická fakulta. Praha. 239 s. ISBN 978-80-213-0524-3.

## Online zdroje

Anon. 1. Command 36 CS [online]. Agromanual.cz. [cit. 2018-12-4]. Dostupné z <<https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/herbicidy/herbicid/command-36-cs>>.

Anon. 2. Lentagran 500 FW [online]. Agromanual. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z <<https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/herbicidy/herbicid/lentagran-wp>>.

Anon. 3. Mesotrione [online]. Agromanual. [cit. 2018-04-02]. Dostupné z <[https://www.agromanual.cz/cz/hledani?hledej-slovo\\_1=mesotrione](https://www.agromanual.cz/cz/hledani?hledej-slovo_1=mesotrione)>

Anon. 4. Nero [online]. Agnovachem. 2013 [cit. 2016-03-29]. Dostupné z <<http://agnovachem.cz/herbicidy/nero/>>

Anon. 5. Somero [online]. Arysta. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z <<http://www.arysta.cz/download/produkty/somero/Somero%20etiketa%202013.pdf>>

Jursík, M., Soukup, J. Regulace problematických plevelů v ozimé řepce. [online] Agromanual. 17. 7. 2013 [cit. 2016-03-22]. Dostupné z <<http://agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/regulace-roblematickych-plevelu-v-ozime-repce>>.

Jursík, M., Soukup, J. Regulace plevelů v ozimé řepce [online]. Zemědělec. 2008 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z <<http://zemedelec.cz/regulace-plevelu-v-ozime-repce/>>.

Mrázek, T. Botany.cz [online]. 2010. [cit. 2016-03-14]. Dostupné z <<http://botany.cz/cs/geranium-pusillum>>.

## 10. Seznam příloh

**Příloha č. 1:** Neošetřená kontrola

**Příloha č. 2:** Varianta Successor + Callisto 480 SC

**Příloha č. 3:** Varianta Lentipur 500 FW + Command 36 CS

**Příloha č. 4:** Varianta Lentipur 500 FW + Command 36 CS + Callisto 480 SC

**Příloha č. 5:** Varianta Nero

**Příloha č. 6:** Varianta Succesor + Callisto 480 SC

**Příloha č. 7:** Succesor + Lentipur 500 FW + Callisto 480 SC

**Příloha č. 8:** Varianta Lentipur 500 FW + Callisto 480 SC + Command 36 CS

**Příloha č. 9:** Varianta Lentipur 500 FW + Command 36 CS + Callisto 480 SC

**Příloha č. 10:** Varianty 1, 2, 5.

**Příloha č. 11:** Varianty 1, 3, 4, 5

**Příloha č. 12:** Varianty 9, 6, 7, 8

**Příloha č. 13:** Kontrola a Nero 2 l/ha

**Příloha č. 1: Neošetřená kontrola**



**Zdroj: Autor 2017**

**Příloha č. 2: Varianta Successor + Callisto 480 SC**



**Zdroj: Autor 2017**

**Příloha č. 3: Varianta Lentipur 500 FW + Command 36 CS**



**Zdroj: Autor 2017**

**Příloha č. 4: Varianta Lentipur 500 FW + Command 36 CS + Callisto 480 SC**



**Zdroj: Autor 2017**



**Příloha č. 5: Varianta Nero**



**Zdroj: Autor 2017**

**Příloha č. 6: Varianta Successor + Callisto 480 SC**



**Zdroj: Autor 2017**

**Příloha č. 7:** Varianta Successor, Callisto 480 CS + Lentipur 500



**Zdroj:** Autor 2017

**Příloha č. 8:** Varianta Lentipur 500 FW + Callisto 480 SC + Command 36 CS



**Zdroj:** Autor 20117

**Příloha č. 9:** Varianta Lentipur 500 FW + Callisto 480 CS + Command 36 SC



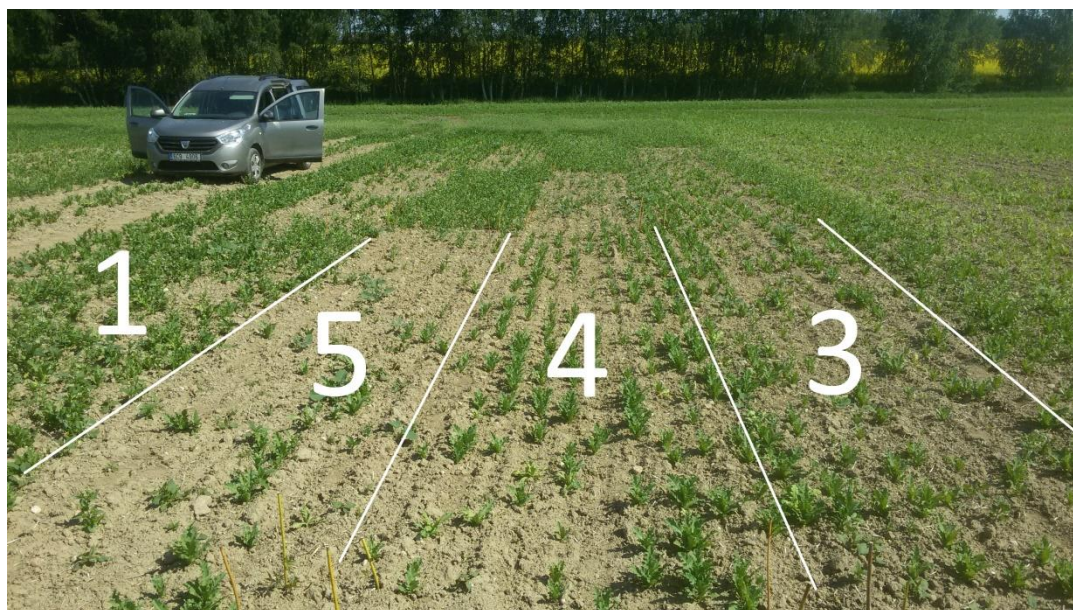
**Zdroj:** Autor 2017

**Příloha č. 10:** Pohled na varianty č. 1, 2, 5



**Zdroj:** Autor 2017

**Příloha č. 11:** Pohled na varianty 1, 3, 4, 5.



**Zdroj:** Autor 2015

**Příloha č. 12:** Pohled na varianty č. 6, 7, 8, 9



**Zdroj:** Autor 2017

**Příloha č. 13: Vliv ošetření přípravkem Nero 2 l/ha na masivní výskyt kakostu v roce 2016.**



**Zdroj: Autor 2016**