

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Vliv rozdílného způsobu založení porostu máku setého na
výskyt houbových chorob, počet rostlin a výnos semen**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Tomáš Voršilka

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

© 2013 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv rozdílného způsobu založení porostu máku setého na výskyt houbových chorob, počet rostlin a výnos semen" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4.2013

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval především Ing. Pavlu Cihlářovi Ph.D. za odborné vedení, podporu během celého studia, nespočet předaných zkušeností a rad na poli akademickém, ale především na tom reálném, a dále za nezpochybnitelný podíl na mém odborném charakteru. Poděkovat chci také Ing. Petru Vlažnému za přátelskou podporu a kolegiálnítu během útrap v makových pokusech ale i mimo ně. Tato práce by nevznikla bez dlouhodobé podpory a trpělivosti mé přítelkyně Radky, za což jí chci také poděkovat. Poděkování za podporu patří i mé rodině.

Vliv rozdílného způsobu založení porostu máku setého na výskyt houbových chorob, počet rostlin a výnos semen

Impact of different modes of sowing poppy on the incidence of fungal diseases, number of plants and seed yield

Souhrn

Pěstování máku má v ČR dlouholetou tradici. Donedávna jsme byli největším pěstitelem legálního máku na světě. Je pravdou, že v posledních letech se u nás máku příliš nedařilo a jeho výměra v roce 2012 prudce klesla. Jeho cena se ale v průběhu roku výrazně zvýšila, a proto lze předpokládat návrat máku na česká pole, což ale nemusí být tak snadné z důvodu rostoucích cen i ostatních komodit. S pěstováním máku je spojena řada rizik. Zásadním faktorem limitujícím úspěšnost produkce je způsob založení porostu. Mák je plodina přímo charakteristická zvýšenou náročností na kvalitu provedení založení porostu od precizního zpracování půdy za optimálních podmínek, přes kvalitní setí, až po perfektně vzešlý a zapojený porost. S přihlédnutím k těmto faktům byla založena tato práce s odpovídajícím poloprovozním pokusem. Jejím cílem bylo ověřit vliv odlišného způsobu výsevu máku nejen na výnosové parametry, ale také na charakter a změny v porostu během vegetace a dále na výskyt houbových chorob, protože jak je známo, tak právě houbové choroby máku mohou být také jednou z příčin neúspěšného pěstování. Na různých variantách se porovnávaly odlišné secí stroje s různou hloubkou setí, šířkou řádků, výsevkem a především byly varianty rozdílné z hlediska způsobu hnojení, kdy se zkoumalo přímé podpovrchové hnojení „pod patu“ do různých úrovní při výsevu, v porovnání s běžným povrchovým hnojením. Předmětem sledování byla procentuální polní vzcházivost na jednotlivých variantách, počty rostlin, jejich úbytek během vegetace a procentuální výskyt sledovaných houbových chorob s očekáváním, že rozdílná organizace porostu (hustota) změní nejen konkurenční vztahy mezi rostlinami, ale také mikroklimatické podmínky v porostu, a tím i podmínky vhodné pro rozvoj houbových patogenů. Dále byl také očekáván vliv rozdílného způsobu výživy na sledované parametry včetně napadení chorobami. U všech variant byly pak po sklizni určeny výnosové parametry, které zahrnovaly výnos semen, hmotnost tisíce semen a hmotnost semen v jedné makovici. Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že způsob setí z hlediska organizace porostu a způsobu hnojení má vliv nejen

na výnosové prvky, ale především na polní vzcházivost, kdy bylo dosaženo výrazných rozdílů. Z hlediska chorob máku nebyl vliv způsobu založení porostu prokázán, kromě možnosti ovlivnění sekundární infekce plísně makové a infekce helmintosporií v pozdějších fázích vývoje porostu sírou obsaženou ve sledovaném hnojivu. Nejúspěšnější varianta měla výsevek 0,8 kg/ha, šířku řádků 35 cm, hloubku setí 0,5 cm a hnojení do hloubky 10 cm vícesložkovým hnojivem. Tato varianta vykazovala vyšší výnos semene, vyšší počet makovic/rostlinu, vyšší hmotnost semen/makovici, ale především vyšší procentuální polní vzcházivost, a to vše při nižším počtu rostlin i makovic/m². Naproti tomu kontrolní varianta s výsevkem 2 kg/ha, šířkou řádků 25 cm, hloubkou setí 1,5 cm a běžným hnojením na povrch půdy dopadla ve sledovaných parametrech o poznání hůře i přes to, že měla vyšší počet rostlin i makovic/m². Získané výsledky napovídají o vhodnosti snižování výsevku a využití metod cíleného hnojení pod povrch půdy při setí u máku setého.

Klíčová slova: mák setý, založení porostu, setí, podkořenové hnojení, počet rostlin, houbové choroby

Summary

Poppy cultivation has a long tradition in the Czech Republic. Until recently, we were the largest grower of legal poppy in the world. It is true that in recent years in the Czech Republic poppy too failed and its acreage in 2012 plummeted. Its price, however, during the year increased significantly, and therefore can be expected to return of poppy to the Czech fields, but this may not be so easy due to rising prices of other commodities. The cultivation of the poppy is associated with numerous risks. A major factor limiting production success is the mode of growth establishment. Poppy crop is directly characterized by increased seriousness on the quality of the execution of growth establishment from precision tillage under optimal conditions, through quality sowing, to perfectly sprout and stable integrated growth. In view of these facts, this work was established with the corresponding practical experiment. The aim was to test the effect of different modes of sowing poppy not only to the seed yield but also to the parameters of the character and changes in the growth during the growing season and to the incidence of fungal diseases, as it is known, so just fungal diseases poppy may also be one of the causes of failure of cultivation. In different variants were compared different seeders with different sowing depth, row width, seed quantity and especially the different options in the mode of fertilization, when examined direct subsurface fertilization during seeding “under roots” into different levels at sowing compared with conventional surface fertilization. The subject of monitoring was percentage field sprout ability in individual variants, number of plants, their loss during the vegetation and the percentage incidence of fungal diseases monitored with the expectation that different organizations of growth (density of plants) changes not only competitive relations between plants, but also microclimate in the growth, and the conditions suitable for the development of fungal pathogens. Next was also expected impact of different modes of nutrition on the monitored parameters, including disease infestation. In all variants were then determined after harvest yield parameters, which included seed yield, thousand seed weight and seed weight per poppyhead. Based on the obtained results it can be stated that the method of sowing in terms of organization of growth and method of fertilization has an effect not only on the yield components, but also on field sprout ability, when there were marked differences. In terms of diseases of poppy was not influence of growth establishment proved, besides possibility of affect of sulfur contained in the reference fertilizer to secondary infection of downy mildew and helminthosporium infection in the later stages of crop development. The most successful

variant had a seed rate of 0.8 kg/ha, row width 35 cm, seeding depth 0.5 cm and fertilizing to a depth of 10 cm by multicomponent fertilizer. This variant showed higher seed yield, more of the number of poppyheads/plant, higher seed weight/poppyhead, but also a higher percentage of field sprout ability, and it's all at a lower number of plants and poppyheads/m². In contrast, the control variant with sowing density 2 kg/ha, line width 25 cm, seeding depth 1.5 cm and conventional fertilization on soil surface fell in the monitored parameters considerably worse even though it had a higher number of plants and poppyheads/m². Obtained results indicate the suitability of sowing rate reduction and utilization methods of targeted direct fertilization below the surface of the soil during seeding of poppy.

Keywords: poppy, growth establishment, sowing, underroot fertilization, number of plants, fungal diseases

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce	12
3. Přehled literatury	14
3.1. Mák setý - charakteristika a požadavky	14
3.1.1. Botanická charakteristika a dělení.....	14
3.1.2. Morfologie	15
3.1.3. Požadavky na vnější prostředí	16
3.2. Agrotechnika - zpracování půdy a založení porostu	17
3.2.1. Způsoby základního zpracování půdy	17
3.2.2. Vliv zpracování půdy na další faktory.....	22
3.2.3. Předseťová příprava půdy a zakládání porostu - setí.....	28
3.2.4. Používané technologie přípravy půdy u máku setého	37
3.2.5. Používané technologie výsevu u máku setého	41
3.3. Výživa a ochrana proti škodlivým činitelům	48
3.3.1. Výživa a regulace máku setého	48
3.3.2. Ochrana proti plevelům a škůdcům máku setého	50
3.3.3. Ochrana proti chorobám máku setého	52
3.4. Vliv některých agrotechnických opatření na výskyt chorob	63
3.4.1. Integrovaná ochrana rostlin	63
3.4.2. Zpracování půdy a jeho vliv na choroby	64
3.4.3. Založení porostu a jeho vliv na choroby	68
3.4.4. Výživa rostlin a její vliv na choroby	69
3.4.4. Integrovaná ochrana máku	71
4. Materiál a metody	76
4.1. Charakteristika pokusného stanoviště	76
4.2. Agronomický popis vegetačního roku 2012	77
4.3. Meteorologická charakteristika stanoviště v roce 2012	78
4.4. Pokusný materiál	79
4.5. Metodika	80
5. Výsledky	84
5.1. Počty rostlin a napadení chorobami	84
5.1.1. Počet rostlin během vegetace	84
5.1.2. Počet napadených rostlin chorobami.....	87
5.1.3. Počet rostlin před sklizní	90
5.2. Výnosové ukazatele	91

6. Diskuse	94
7. Závěr.....	100
8. Seznam literatury	102
9. Přílohy	113

1. Úvod

Kulturní mák je prastarou, historií opředenou, lidem velmi prospěšnou plodinou. Pro nezaměnitelnou chuť semen je užíván v potravinářství (Vašák a kol., 2010). Semeno máku má významnou roli pro lidskou výživu, zvláště pro vynikající dietetické vlastnosti (Bechyně, 2001). Spotřeba makových semen je poměrně stabilní a pohybuje se v rozmezí 3000 - 4000 t v českých zemích a 2000 t ročně na Slovensku (Havel a kol., 2010).

Od roku 2008 již ČR není největším producentem máku na světě. V tomto ohledu jí překonalo Turecko s malovýrobní technologií (Vašák, 2013). V roce 2012 produkce máku v ČR výrazně klesla a to jednoznačně jako důsledek snížení pěstelské výměry meziročně 2011/2012 o 41,7 % (o 13132 ha) (Vašák, 2013). Dle ČSÚ bylo v roce 2012 vyseto pouze 18363 ha. Mimo to mák, hlavně jeho ceny a odbyt začaly devastovat importy máku ze západu EU a Tasmánie, kde je semeno bráno jako odpad. Toto semeno se zhruba za polovinu ceny dováží do ČR, míchá se s českým mákem a dále vyváží (Vašák, 2013). Máku se ale po třech letech cenové a zčásti i odbytové krize začalo opět dařit. Oproti průměru roku 2011 stoupla farmářská cena máku v listopadu 2012 o 120 % a mák se prodával podle ČSÚ za 48 Kč/kg (Vašák, 2013).

Přestože se podařilo v pěstelské technologii velmi mnoho - mák se pěstuje jako velkovýměrová plodina bez ruční práce - stejně jako v registraci řady pesticidů, jeho výnosy stagnují. Ve skutečnosti jsou nižší než před rokem 1938 či za dob Rakouska Uherska. Výnosy zcela mimořádně závisí na ročníku a primárně je ovlivňuje počet makovic. Ten zdaleka v průměru nedosahuje optimálních 80-100 kusů/m², ale nejčastěji činí jen asi polovinu tohoto počtu. Primárně jde o počet rostlin, protože z jedné rostliny mají s ohledem na nutnost stejnoměrného zrání pro mechanizovanou sklizeň vyrůstát jedna, výjimečně dvě makovice. Dále se jedná o hmotnost semen v makovici. Ta může být 1, ale i 5 gramů, nejčastěji v praxi 1,5 - 2 g (Vašák, 2012).

Počet rostlin u máku není dán počtem vysetých semen. Tam totiž přímo hýříme, protože při nejčastějším výsevku, cca 1,6 kg/ha a hmotnosti tisíce semen 0,55 g, vyséváme skoro 300 semen/m², když semena mají skoro 100 % klíčivost. Rozhodující je redukce počtu rostlin, nebo špatná polní vzcházivost (Vašák, 2012). Mák je zpočátku velmi málo vitální. Navíc se vysévá brzy na jaře, kdy klíčení a růst ztěžuje řada stresů. Z asi 250 semen/m² vzejde a uplatní se jen asi jedna čtvrtina až třetina. Z nich je řada rostlin slabých a v porostu škodí

(Kosek a Pšenička, 2010). Založení porostu a následné vzejití je kritickým bodem agrotechniky máku (Cihlár a kol., 2013).

Dosažení rovnoměrného vzcházení dostatečného počtu makových rostlinek na jaře je základem pro dosažení dobrého výnosu. I když na makový porost číhají v dalším průběhu vegetace četné překážky ve formě plevelů, škůdců, chorob, krupobití atd., je známo, že proti většině se již dokážeme nějakým způsobem bránit. Ale špatný mezerovitý porost, který navíc vzešel na etapy, je bezednou dírou na náklady a téměř jistotou, že se vložené náklady nevrátí. Mák má navíc tu nevýhodu, že má málo kompenzačních možností, které by vyrovnaly špatně založený porost (Spitzer a Svoboda, 2004).

Mák postihuje několik bakteriálních, plísňových a virových chorob, z nichž je plíseň maková způsobená houbou *Peronospora arborescens* jednou z nejzávažnějších a nejrozšířenějších onemocnění způsobujících vážné poškození rostliny (Dubey a kol., 2009). Celkové ztráty se při zanedbání ochrany mohou pohybovat od 50 % výše a spolu s působením helmintosporií dokážou tyto choroby způsobit škody i 100 %. Navzdory její důležitosti toho víme velmi málo o epidemiologii a o vlivu místních podmínek na šíření a stupeň napadení porostu (Vlažný a Cihlár, 2010).

Zakládání porostů má zcela zásadní význam pro následný stav porostu a výnos. Je tedy nutné věnovat velkou pozornost výběru vhodné techniky, ale i technologie. Díky vývoji a především širšímu používání moderních technologií zpracování půdy vzrostly nejen požadavky na kvalitu práce strojů pro zakládání porostů, ale rostou také požadavky na odbornost pracovníků (Mašek, 2009). Stanovení optimálního sponu, v němž budeme rostliny pěstovat v určitých podmínkách, patří k rozhodujícím předpokladům, jež musí splňovat biologické požadavky rostlin a zároveň přihlížet k technologickým možnostem výsevu. Vhodná organizace porostu musí zajistit optimální růst a vývoj rostlin od samotného počátku, jejich výhodný vzájemný vztah a co největší konkurenceschopnost vůči plevelům a ostatním nežádoucím vlivům (Kadlec a Zehnálek, 2001). Počet rostlin přepočtený na hektar, jejich vzájemný vztah během vegetace a nakonec počet rostlin, které skutečně sklídíme, bude mít nejvyšší vliv na hospodářský výnos a výsledek celého pěstování (Kadlec a Zehnálek, 2001).

2. Cíl práce

Cílem této práce bylo posoudit vliv rozdílného způsobu založení porostu máku setého na kvalitu porostu, jeho zdravotní stav, změny v porostu během celé vegetace a dále také zjistit vliv na výnosové parametry. K dosažení cílů byl zřízen poloprovozní pokus v lokalitě Stehelčeves se čtyřmi pokusnými a dvěma pomocnými variantami založení porostu. Rozdílné varianty založení porostu byly odlišné jak z hlediska organizace porostu (výsevek, šířka řádků), tak ve způsobu výživy porostu, kdy se zkoumal především moderní způsob přímého hnojení při setí do různých úrovní.

Tato práce tedy měla za cíl posouzení, zda může mít rozdílný způsob založení porostu vliv na vzcháživost osiva, posouzení vlivu organizace porostu a způsobu hnojení na počet rostlin a jejich úbytek během vegetace a zjištění rozdílů na variantách před sklizní z hlediska počtu rostlin a makovic.

Dalším cílem bylo zjištění vlivu výsevu do širokých řádků na výskyt houbových chorob v souvislosti se změnou mikroklimatického prostředí v porostu (snížení vlhkosti, zvýšení proudění vzduchu) vhodného pro rozvoj chorob a také vlivu některých živin na výskyt chorob. K tomu sloužilo monitorování infekcí a určování relativního množství napadených rostlin během vegetace.

Na závěr měla práce potvrdit nebo vyvrátit stanovené hypotézy, vyvodit závěry a případná doporučení ze získaných výsledků.

Stanovené hypotézy:

- Organizace porostu ve smyslu výsevku a šířky řádků bude mít zásadní vliv na průběh vegetace a tvorbu výnosu, kdy se očekává podle obecných předpokladů u hustšího porostu vyšší výnos.
- Větší spon s širšími řádky a nižším výsevkiem bude vykazovat nižší konkurenci jednotlivých rostlin, které budou více větvit a tvořit více makovic na jednotlivých rostlinách, což ale nedokáže nahradit množství semen na jednotce plochy a tím celkový výnos semene.
- Předpokládá se, že rozdílný způsob založení porostu, především tvorba hrůbků u pokusných variant může chránit vzcházející rostliny před nepříznivými

povětrnostními vlivy, takže vzejití může být na těchto variantách vyšší a redukce rostlin z počátku vegetace nižší.

- Organizace porostu ve smyslu výsevku a šířky řádků bude mít vliv také na výskyt houbových chorob máku a stupeň napadení porostu, kdy u širších řádků a nižšího výsevku bude toto napadení nižší z důvodu méně příznivých podmínek pro patogeny (nižší vlhkost v porostu).
- Způsob hnojení bude mít vliv na vývoj porostu, výnos a také na výskyt chorob, kdy se předpokládá, že přímé hnojení při setí se zapravením pod povrch půdy zvýší vzcháživost, kvalitu porostu, jeho odolnost a výsledný výnos semen.
- Nehnojená varianta a varianta hnojená jednostranně (kontrola) může vykazovat vyšší napadení houbovými chorobami za předpokladu vlivu výživy rostlin na výskyt chorob.

3. Přehled literatury

3.1. Mák setý - charakteristika a požadavky

3.1.1. Botanická charakteristika a dělení

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) z čeledi mákovitých (*Papaveraceae*) patří do rodu *Papaver* (Havel a kol., 2010). Do rodu mák (*Papaver*) se dnes řadí asi 120 druhů (Bechyně a Vašák, 2001). Bechyně a kol. (2010) uvádí, že máky rostou hlavně v mírném pásmu severní polokoule, v tropické zóně chybějí. Na území ČR roste planě nebo se pěstuje asi 12 druhů máku, z toho je 6 považováno za taxony původní. Havel a kol. (2010) dodává, že významným plevelným druhem je mák vlčí, ostatní druhy mají jen okrajový význam.

Doložené nálezy máku pocházejí z neolitu, mladší doby kamenné, hlavně v kolových stavbách předhůří Alp. Jsou datovány asi 2 tis. let př. n. l. (Vašák a Vlk, 2010). Podle Griffitha (1993) mák pěstovali 4 tis. let př. n. l. Summerové. Mák setý, správněji snodárný či spánkodárný (*Papaver somniferum* L.) pochází z východoasijského (Čína, Nepál) a předoasijského (Malá Asie, Zakavkazí, Írán, vysočiny Turkmenie) genového centra (Schwanitz, 1969).

Mák pro produkci alkaloidů se nazývá **opiový mák**. Tento typ má velmi dobře vyvinutý systém cévních svazků, v jejichž floémové části se nacházejí mléčnice s vysokým obsahem alkaloidů v latexu (Havel a kol., 2010). Zneužívá se pro produkci opia a z něj získaného morfinu až heroinu (Vašák a Vlk, 2010). Obsah morfinu u těchto máků je až 5 krát vyšší než u semenných (Havel a kol., 2010).

Naproti tomu **semenný** typ máku (někdy se nazývá též mák olejnatý) má mléčnice vyvinuté slaběji, v latexu má jen malý obsah alkaloidů, zato poskytuje vyšší výnos kvalitních semen. Tento typ se pěstuje v mírném pásmu. Sem patří všechny máky pěstované v současnosti ve střední Evropě (Havel a kol., 2010). Semeno olejného máku se užívá jako pochutina v potravinářství (Vašák a Vlk, 2010). Vašák a Vlk (2010) tento typ máku dále dělí na máky potravinářské - s obsahem morfinu v makovině okolo 0,3 - 0,7 % a průmyslové s 1,5 - 2,5 % morfinu v suché makovině. S ohledem na genetický základ ozimosti se dají členit na jarní - 90 - 100 % výměry a ozimé - především odrůda Zeno 2002.

3.1.2. Morfologie

Popis

Semena máku jsou ledvinovitá a dlouhá asi 1 - 1,5 mm, lehce zploštělá se zbrázděným povrchem v polygonální pole nebo smyčky, poměrně měkká (Bechyně a Novák, 1987). Naše pěstované odrůdy mají modré nebo bílé osemení (Bechyně a Vašák, 2001). Semena jsou náchylná na mechanická poškození. Při poškození se na povrch snadno dostane olej, který pak žlukne (Havel a kol., 2010). Průměrná hmotnost tisíce semen u dnes pěstovaných odrůd máku se pohybuje kolem 0,55 g (Bechyně a kol., 2010). Bechyně a Novák (1987) uvádějí, že zralé semeno obsahuje asi 45 % polovysychavého oleje, 18 - 26 % dusíkatých látek, 16 - 24 % glycidů, celulózu, lecitin, anorganické látky a vodu.

Kořenová soustava je tvořena hlubokým kúlovým kořenem s několika silnými postranými kořeny a velkým množstvím vláskčitých kořínků (Bechyně a kol., 2010).

Lodyha máku dorůstá u našich odrůd výšky od 1 m až do 1,8 m (Bechyně a kol., 2010). Bechyně a Vašák (2001) pak poukazují na to, že její výška a rozvětvení je odrůdovou vlastností, avšak je velmi ovlivněna podmínkami prostředí a agrotechnickými zásahy.

Listy máku jsou bifaciální, jejich tvar je značně variabilní. První listy v listové růžici jsou podlouhle vejčité, řapíkaté, na lodyze jsou listy vejčité až srdčité, přisedlé až poloobjímavé, jejich okraj je nepravidelně zubatý, barva tmavě zelená, na povrchu listů je voskový povlak. Listy jsou tenké a jemné, mechanicky se snadno poškodí (Havel a kol., 2010).

Květ máku je oboupohlavní (Havel a kol., 2010), má dva lístky kališní a čtyři korunní plátky. Korunní plátky mohou být různě zabarvené. Některé odrůdy mají květy celé bílé, ale ve většině případů se na bázi korunních plátků objevuje velká skvrna. Korunní plátky jsou buď celokrajné nebo zubaté, nebo i silně roztřepené. Tyčinek je mnoho, od 150 do 250. Také pylu se tvoří velké množství. Pylová zrna jsou životná asi týden. Mák je samosprašný, ale protože vytváří velké množství pylu je vyhledáván včelami (Bechyně a kol., 2010).

Tobolka zvaná makovice je kolénkem připojena ke stonku. Má proměnlivý tvar – kulovitý, vejčitý, srdčitý, ledvinovitý. Tvar a velikost tobolky jsou znakem genotypu, současně jsou ale silně ovlivňovány i pěstitelskými podmínkami. Povrch může být hladký nebo žebrovaný. Terč (korunka) se vyvíjí z blizny. Pod korunkou mohou být štěrbinové otevřené (hled'ák), polootevřené nebo uzavřené (slepák). Výskyt hled'áků je nežádoucí. Uvnitř tobolky je nejčastěji 9 - 15 neúplných přehrádek (plodolistů) (Havel a kol., 2010).

Celá rostlina je ve floémové (lýkové) části prostoupena dlouhými trubicovitými mléčnicemi, které jsou vyplněny viskózní koloidní suspenzí mléčné barvy – latexem. Největší koncentrace mléčnic je v tobolce. Semena alkaloidy neobsahují. Stopová množství alkaloidů zjištěná při analýze semen pocházejí z příměsí a prachu z rozdrcených tobolek při sklizni (Havel a kol., 2010).

Růst a vývoj

Klíčící rostlina proráží za asi 15 - 20 dnů po výsevu povrch půdy ohnutým hypokotylem, který se narovná a úzké, na vrcholu zašpičatělé děložní lístky se vidlicově rozevírají. V tomto stadiu jsou rostlinky velmi útlé a snadno zranitelné (Bechyně a Vašák, 2001). V půdě mák klíčí již při teplotě 3 - 4 °C. Do období pozvolného růstu náleží růstové fáze klíčení semen, vzcházení rostlin a vytváření pravých listů. Větší přírůstky sušiny lze zjistit přibližně až po čtyřech týdnech po vzejití rostlin. Období největší asimilace je hlavním obdobím růstu rostlin. Od počátku tvorby osy začíná rychle přibývat organická hmota a to až do fáze vývoje zelených tobolek. Později už začínají postupně odumírat listy a asimilační plocha se zmenšuje. Do období největší asimilace spadá i kvetení máku (Bechyně a kol., 2010).

3.1.3. Požadavky na vnější prostředí

U nás pěstovaný mák jarní je plodinou bez ostře vyhraněných nároků na přírodní podmínky. Dá se úspěšně pěstovat ve všech oblastech ČR i SR až do asi 700 m. n. m. Nemá dlouhou vegetační dobu: 125 - 140 dnů a velmi dobře snáší jarní mrazíky do - 8 °C (i více), v dlouhivém růstu do - 3 °C (Bechyně a kol., 2010). V dalších fázích růstu a vývoje je již mák velmi náročný na vyšší teploty (Bechyně a Vašák, 2001). Bechyně a Novák (1987) pak doplňují, že mák však velmi citlivě reaguje na nevyrovnanost a odchylky v půdě, výživě a povětrnostní podmínky. Proto jsou někdy výnosové výsledky v jednotlivých ročnících značně odlišné.

Požadavky na půdu jsou u máku velmi vyhraněné (Bechyně a kol., 2010). Nejlépe mu vyhovují nezaplevelené pozemky se středně těžkými, hlubokými, hlinitými až písčitohlinitými půdami, dostatečně provzdušněnými a strukturními. Mladým rostlinkám, zvláště při vzcházení, velmi škodí půdní škraloup (Bechyně a Novák, 1987). Naopak nevhodné jsou půdy výsušné a mělké. Těžké, jílovité půdy rostlinám máku rovněž nevyhovují (Bechyně a kol., 2010). Mák vyžaduje také příznivé pH půdy 6,2 - 6,8 s tím, že na lehčích

půdách mohou být hodnoty nižší, a naopak na těžkých půdách hodnoty pH okolo 7 (Vaněk a kol., 2007).

Bechyně a Vašák (2001) uvádějí, že je mák náročný i na vláhu, a to prakticky od samého vzejití až do rozkvetu. Největší nároky na vodu jsou 2 - 3 týdny před rozkvetem prvních máků. Celková spotřeba vody se během vegetace odhaduje na 250 - 300 litrů na m² při jarním výsevu.

Nejčastěji se mák zařazuje po obilnině, která následovala po organicky hnojené okopanině, nebo olejnině, jetelovině případně luskovině tj. na pozemcích ve „staré půdní síle“ (Schreier a Škoda, 2001). Havel a kol. (2010) uvádějí, že v oblastech, kde se pěstuje cukrovka, bývá po ní mák často zařazován. Cukrovka je pro mák velmi vhodná předplodina, mohou zde ale nastat problémy v místech enormně utužených těžkou mechanizací. Nevhodnou předplodinou pro mák je ozimá řepka.

3.2. Agrotechnika - zpracování půdy a založení porostu

3.2.1. Způsoby základního zpracování půdy

Rozdělení technologií

Hůla (2008) uvádí, že pro označení postupů zpracování půdy, které zahrnují různou hloubku, intenzitu i odlišný způsob kypření půdy a zacházení s rostlinnými zbytky, se v nedávné minulosti používalo více termínů. V současné době lze akceptovat následující rozdělení způsobů zpracování půdy:

- technologie s orbou (konvenční, tradiční zpracování) - půda je každoročně zpracována radličným pluhem, rostlinné zbytky předplodin, biomasa meziplodin a nadzemní část plevelů jsou zapravovány do půdy.

- technologie bez orby (minimalizační)

Hůla (2008) dále doplňuje, že v ČR můžeme pod pojem minimalizační technologie zařadit následující postupy:

- minimalizace s kypřením půdy do zvolené, zpravidla malé hloubky, v případě

potřeby lze ornici jednorázově hlouběji prokypřit bez obracení,

- půdoochranné zpracování - způsoby zpracování půdy, u kterých zůstává nejméně 30 % povrchu po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny,

- přímé setí (setí do nezpracované půdy) - půda se po sklizni předplodiny nezpracovává, seje se speciálními secími stroji.

Jasa a kol. (2001) pak rozdělují systémy zpracování půdy na: 1) Konvenční, 2) Konzervační (No-till, Strip-till, Ridge-till, Mulch-till), 3) Minimální, 4) Redukované.

Dle Kvěcha a Škody (1985) předchází základnímu zpracování půdy podmínka. Podmínkou se rozumí mělké zpracování půdy po předplodině, která zanechává půdu ve slehlém stavu a se strništěm. Smysl podmínky je třeba spatřovat v zlepšení hospodaření s půdní vláhou, ničení plevelů, zlepšení podmínek pro další zpracování, provzdušnění půdy a zlepšení podmínek pro aerobní mikroflóru, omezení škodlivých činitelů aj.

Konvenční technologie (technologie s orbou)

Konvenční systém zpracování půdy je používán nejčastěji. Série operací v konvenčních systémech obvykle zanechají na pozemku méně než 30 % rostlinných zbytků předplodiny (Jasa a kol., 2001). U konvenčního zpracování půdy je hlavní pracovní operací orba radličným pluhem a tomu potom odpovídají další pracovní operace (Mašek, 2009). Kvěch a Škoda (1985) uvádějí, že správná orba musí půdu: dostatečně nakypřit, dobře rozdrobit, obracet a mísit. Jasa a kol. (2001) také uvádějí, že způsob konvenčního zpracování půdy, kdy je povrch pozemku prostý posklizňových zbytků předplodiny se nazývá „Clean tillage“, a používají se při něm radličné pluhové. Tento systém se oproti jiným systémům liší nejen používaným náradím, ale i intenzitou zpracování půdy

Konvenční (tradiční) zpracování půdy, které se v podstatě vyznačuje konzervativním způsobem obdělávání půdy, tj. lpícím na stávajících zvyklostech, již dnes na mnoha stanovištích zcela nesplňuje požadavky pěstovaných plodin především na rychlé a kvalitní založení porostu (Šimon a kol., 1999).

Vzhledem k počtu pracovních operací je konvenční technologie časově náročná a zejména po plodinách s delší vegetační dobou nelze kvalitně založit porosty ozimů, a pokud ano, pak je to na úkor nedodržení agrotechnických lhůt (Javůrek, 2008). Javůrek (2008) dále uvádí, že na kamenitých a štěrkovitých půdách se orbou zvyšuje obsah kamenů v povrchových vrstvách ornice. Javůrek (2008) pak ještě zmiňuje, že zejména na těžších půdách dochází často při orbě k vytváření těžko zpracovatelných hrud a ke ztrátám půdní vláhy, což při zakládání ozimů působí komplikace při předset'ové přípravě půdy a setí.

Půdoochranné (konzervační) technologie zpracování půdy

Ochranné zpracování půdy je definováno jako technologie, která v době vzcházení rostlin zajišťuje nejméně 30 % pokrytí povrchu půdy rostlinnými zbytky (Procházková, 2008a). Mulč z rostlinných zbytků je lokalizován na rozhraní půdy a atmosféry, čímž ovlivňuje ochranu půdy, půdní prostředí, výnosy plodin a zemědělské externí efekty (Procházková, 2008a). Procházková (2008a) dodává, že mulč poskytuje ochranu vrchní vrstvě půdy, což je velmi účinné pro redukci půdní eroze a také pro zlepšení půdního prostředí.

Funkce rostlinných zbytků na povrchu půdy jsou: fyzikální ochrana půdy před sluncem, deštěm, větrem, podpora půdních organismů a mikrobiálního života v půdě, který přebírá funkci orby, zlepšování hospodaření s vláhou a živinami v půdě (Kolektiv autorů, 2001).

Filosofie ochranného zpracování půdy vychází v podstatě z následujících hlavních aspektů: konzervovat, tj. uchovat v půdě vše, co je z hlediska půdní úrodnosti příznivé (struktura půdy, voda, aj.), vyloučit nebo zmírnit nepříznivé působení povětrnosti a negativní vlivy člověka (eroze, utuženost a poškozování půdy nevhodnými zásahy apod.), uspořít finanční prostředky a pracovní čas a tím snížit náklady na jednotku produkce (Šimon a kol., 1999).

Půdoochranné technologie jsou v podstatě minimalizační způsoby zpracování půdy s různým stupněm redukce hloubky a intenzity zpracování doplněné o využívání organické hmoty, a to buď z posklizňových zbytků rostlin, nebo z biomasy meziplodin (Javůrek, 2008). Také Šimon a kol. (1999) uvádějí, že ochranné obdělávání půdy se hlavně vyznačuje dvěma podstatnými znaky: redukce intenzity běžného (konvenčního) zpracování půdy co do hloubky a počtu zásahů, a ponechání zbytku rostlin na povrchu půdy.

Konzervační zpracování půdy se používá jako důsledek ztrát úrodnosti půdy v důsledku půdní degradace (např. eroze, zhutnění aj.) (Kolektiv autorů, 2001). Šimon a kol. (1999) potvrzují, že uplatňováním ochranných způsobů zpracování půdy by se mělo dosáhnout přínosů, jako je redukce vodní a větrné eroze, omezení utužení půdy, snížení evaporace a celkové zlepšení půdních vlastností. Jasa a kol. (2001) dále uvádějí, že cílem konzervačních systémů je snížit náklady a zároveň minimalizovat erozi půdy, přičemž je kladen důraz na ochranu půdy. Ziskovost rostlinné výroby využívající systému konzervačního zpracování půdy má v čase tendenci růstu v porovnání s konvenčním zemědělstvím (Kolektiv autorů, 2001).

Rozdíl mezi konvenčním a konzervačním zemědělstvím se často potírá při využívání postupů typických pro konzervační zemědělství v konvenčním (Kolektiv autorů, 2001). Jasa a kol. (2001) rozdělují konzervační (půdoochranné) systémy zpracování půdy na: No-till, Strip-till, Ridge-till a Mulch-till

No-till

Dle Šimona a kol. (1999) se jedná o setí do nezpracované půdy, kdy je půda neporušena od sklizně předplodiny do setí následné plodiny. Po zasetí zůstává 80 - 90 % povrchu půdy pokrytých rostlinnými zbytky.

Strip-till

Jasa a kol. (2001) uvádějí, že se jedná o způsob systému No-till, s tím rozdílem, že je půda před setím zpracována hlouběji v páscích, kde později bude uloženo osivo, za účelem dosažení vláh a optimální struktury půdy. Obvykle je tento způsob ještě doplněn o přihnojení minerálními hnojivy do těchto pásků.

Ridge-till

Podle Šimona a kol. (1999) se jedná o zpracování půdy do hrůbků. Je to technologie především pro plodiny pěstované v širokých řádcích. Výsev se provádí na vrchol hrůbků. Posklizňové zbytky jsou umístěny většinou ve spodu hrůbku a kryjí ze 40 - 70 % povrch půdy.

Jasa a kol. (2001) pak doplňují, že hrůbky se tvoří každým rokem při základním zpracování půdy.

Mulch-till

Dle Šimona a kol. (1999) jde o povrchové zpracování půdy s mulčem, kdy po sklizni předplodiny zůstávají na povrchu posklizňové zbytky na povrchu půdy (sláma) a jsou mulčovačem rozprostřeny po povrchu. Pak následuje mělké zpracování kypřiči, talířovými podmítači aj. Po tomto zpracování je 30 - 60 % povrchu půdy pokryto mulčem. Šimon a kol. (1999) ještě dodávají, že se sem dá řadit i způsob výsevu do např. vymrzajících meziplodin.

K půdoochranným metodám můžeme zařadit i technologii založení porostu kukuřice, slunečnice nebo cukrové řepy do vymrzající meziplodiny i tehdy, jestliže meziplodina byla vyseta bezprostředně po orbě (Hůla, 2008).

Půdoochranné technologie zpracování půdy jsou nejvíce používány v sušších a teplejších podmínkách (tropické a subtropické oblasti), kde převažují jejich příznivé vlivy na půdní prostředí i na výnosy plodin. V oblastech mírného pásma s lepším vláhovým zabezpečením jsou používány již v menším rozsahu. Více se zde uplatňují minimalizační technologie s využitím různých forem kypření půdy (Procházková, 2008a).

Minimalizační (redukované) technologie zpracování půdy

Jasa a kol. (2001) uvádějí, že pojem minimalizace je široký a mění se v průběhu let i místo od místa. Nejvhodnější je přirovnání k redukovanému zpracování půdy. Redukované zpracování půdy je jakýkoliv systém, kde bylo dosaženo snížení intenzity a agresivity zpracování v porovnání s konvenčním systémem zpracování půdy (Jasa a kol., 2001). Jasa a kol. (2001) dále upozorňují, že v tomto systému je snížen i počet operací za účelem snížení potřeby energie na jednotku plochy. To znamená i spojování pracovních operací.

Podle autorů Jasy a kol. (2001) je redukované zpracování něco mezi konvenčním a konzervačním, kdy nemusí dojít ke splnění požadavku na množství posklizňových zbytků na povrchu půdy, ale dochází k redukci počtu operací a snížení intenzity a hloubky zpracování.

Používané stroje

V konvenčních systémech je hlavním nářadím pro zpracování půdy pluh s odhrnovačkou pracující na plnou hloubku ornice (Lanča, 1990).

V postupech minimalizačního a půdoochranného zpracování půdy se uplatňují skupiny kypřičů s různým konstrukčním řešením, z nichž některé se vyznačují určitou univerzálností. Některé kypřiče je možné využívat jak v systémech zpracování půdy s orbou, kde se uplatňují jako podmítače, tak u technologií bez orby pro mělké kypření (Hůla a Kroulík, 2008). Mašek (2009) píše, že zde zcela odpadá zpracování půdy pomocí pluhu.

Hůla a Kroulík (2008) uvádějí, že pro operace v minimalizačních a půdoochranných technologiích se pro mělké zpracování půdy používají talířové a radličkové kypřiče, a pro hlubší zpracování kombinované a dlátové kypřiče. Pro předseťovou přípravu se pak většinou používají kombinátory a stroje s poháněnými pracovními nástroji.

3.2.2. Vliv zpracování půdy na další faktory

Utužení půdy

Degradace fyzikálních vlastností půdy se projevuje jako utužení půdy, někdy též označované jako půdní kompakce, nebo zhutnění. Jde o nepříznivé změny (rozpad) půdní struktury, mající za následek změny pórovitosti, objemové hmotnosti, schopnosti infiltrace a propustnosti, snížení retenční kapacity. Utužením je v ČR ohroženo kolem 49 % zemědělských půd z toho 70 % je vystaveno tzv. technogennímu utužení podorničí a spodiny a to zvláště na těžkých půdách (Vopravil a kol., 2009).

Utužení půdy i podorničí a spodin není nevratné. Do značné míry se tento degradační jev ruší přirozeným přírodním procesem - totiž hlubokým promrznutím půdy až do hloubek 0,6 - 0,8 m, kdy led svým vyšším objemem než voda utužení uvolní. Příčiny utužení půdy tím ovšem nemizí, ruší se jen následky (Vopravil a kol., 2009).

Četná zjištění objemové hmotnosti půdy prokazují, že při porovnání hodnot penetrometrického odporu půdy jsou v orničním profilu u konvenčního zpracování půdy po obdělání hodnoty nižší oproti nezpracované půdě, avšak během vegetace se mezi různými způsoby zpracování vyrovnávají. V podorničním horizontu je však u konvenčního zpracování půdy penetrometrický odpor převážně vyšší než u ochranných způsobů. Ukazuje se, že způsoby ochranného zpracování mohou přispět k omezování utužení půdy především v podorničí (Šimon a kol., 1999). Utužení podorničí a spodiny je důležitým degradačním faktorem protože: zmenšuje účinnou hloubku půdního profilu pro plodiny, omezuje infiltraci, podněcuje vodní erozi, snižuje retenční vodní kapacitu půdy, zvyšuje deficit kyslíku pro kořeny rostlin a omezuje biologický život půdy atd. (Novák a Vopravil, 2009). Pěstitelé jako nejzávažnější důsledek utužení půdy pociťují snížení výnosu pěstované plodiny (Arvidsson, 1997). Dlouhodobé polní pokusy s půdoochrannými technologiemi přinesly poznatky, že při jejich víceletém používání dochází ke snižování půdního zhutnění v podorniční vrstvě (Neudert, 2008).

K prevenci proti utužení se počítají zásady správné agrotechniky: Minimalizace zpracování, omezení pojezdů zvláště ve vlhkém stavu, volba lehčích strojů, užívání kolejových řádků, dvojitá montáž kol a užívání širokých a nízkotlakých pneumatik, vápnění, organické hnojení, orba na různou hloubku a především také střídání plodin (Novák a Vopravil, 2009). Neudert (2008) uvádí, že i pěstitelé využívající minimalizační technologie by měli měnit hloubku zpracování půdy.

Objemová hmotnost a pórovitost

Z fyzikálních vlastností se změny vyvolané různým zpracováním půdy nejvíce dotýkají její objemové hmotnosti, která pak ovlivňuje celý komplex dalších fyzikálních vlastností půdy. S objemovou hmotností úzce koreluje pórovitost půdy. Objem a zastoupení jednotlivých velikostních skupin pórů významně ovlivňují vodní a vzdušný režim půdy. Obecně se s nižší intenzitou zpracování dochází ke zvyšování objemové hmotnosti a snižování celkové pórovitosti. Mění se poměr kapilárních a nekapilárních pórů, to se promítá ve zvyšování vododržnosti (Procházková, 2008b). U bezorebných technologií je obecně vyšší objemová hmotnost, ale do sklizně se konvenčnímu zpracování přibližuje, tedy klesá (Neudert, 2008).

Pórovitost je další velmi důležitou fyzikální vlastností půdy. Mezi pevnými částicemi a jejich shluky (agregáty) jsou volné prostory - póry. Póry jsou cesty, kterými vnikají do půdy voda a vzduch. Vzájemný poměr vody a vzduchu v půdě je dán zejména velikostním zastoupením pórů tj. poměrem hrubých (nekapilárních) pórů, v nichž je obsažen převážně vzduch a které umožňují rychlý průchod srážkové vody půdním profilem, a jemných (kapilárních) pórů, ve kterých je obsažena převážně voda pod vlivem kapilárních sil (Neudert, 2008). Pórovitost půdy má mimořádný význam nejen z hlediska fyziky půdy (infiltrace, provzdušňenost, aj.), ale i chemických, biochemických procesů a biologie půdy (Šimon a kol., 1999).

Orbou se v porovnání s nezpracovanou půdou v orniční vrstvě do 0,15 m výrazně zvyšuje objem nekapilárních pórů (větších než 0,03 mm) oproti kapilárním, v hloubce 0,15 - 0,40 m se poměr mezi velikostí pórů obrací a na půdě bez obdělání naopak dochází ke zvýšení pórů kapilárních (Šimon a kol., 1999). Změny objemové hmotnosti a pórovitosti vlivem různého způsobu zpracování půdy jsou rozdílné v závislosti na půdních a klimatických podmínkách (Neudert, 2008).

Hospodaření s vodou

Zpracováním půdy ovlivňujeme vodní režim půdy, tj. infiltraci vody na povrchu půdy, ale i redistribuci a uchování vody v půdním profilu. Ovlivňujeme také přímo či nepřímo evaporaci a transpiraci. Zpracováním půdy lze výrazně zlepšit vodní režim půdy nebo naopak zvýšit ztráty vody z půdy (Badalíková a Kňákal, 2000).

K největšímu úbytku vody dochází v orničním horizontu, a proto je třeba zvažovat, jakou technologii zpracování půdy zvolíme, zejména v oblastech s nedostatkem vláhy a v obdobích, kdy zásoba vody v ornici klesá pod dostupnou hranici (Badalíková a Kňákal,

2000). Úprava vodního režimu půdy režimu půdy je jedním z podstatných úkolů obdělávání půdy (kvalita obdělávání, omezení výparu z povrchu půdy apod.) (Badalíková a Kňákal, 2000).

Ochranné zpracování půdy má příznivý vliv na uchování půdní vody. Působí na zvýšení retenční a akumulační schopnosti půdy, zvyšuje infiltraci dešťové vody, zmenšuje odtok vody z povrchu půdy a redukuje ztráty vody evapotranspirací. Výsledkem je vyšší obsah vody v půdním profilu a lepší vláhové zabezpečení pěstovaných plodin (Procházková, 2008).

Na uchování půdní vody má při půdoochranných technologiích příznivý vliv rovněž mulč ze zbytků rostlin na povrchu půdy, především tím, že zmenšuje odtok vody z povrchu a redukuje neproduktivní výpar (Procházková, 2008b). Čím je vyšší procento pokryvu povrchu půdy (mulč, rostlinný kryt), tím je nižší výpar. To platí především na začátku vegetace před zapojením porostu, zejména v oblastech, kde je vyšší teplota vzduchu. Rostlinné zbytky ponechané na povrchu půdy nejenže omezují vypařování a zpomalují odtok povrchové vody, ale i zvyšují infiltraci vody do půdy a tím zlepšují hospodaření s půdní vodou (Šimon a kol., 1999).

Snížení hloubky a intenzity zpracování půdy je vhodné uplatňovat především v sušších a teplejších podmínkách a na půdách lehčího zrnitostního složení, kde je potřeba usilovat o zlepšení vodního režimu půdy a vláhového zabezpečení rostlin v průběhu vegetace. Naopak u půd druhově těžších a ve vlhčích a chladnějších podmínkách je třeba usilovat o udržení potřebné pórovitosti, zejména pak objemu nekapilárních pórů, které rozhodují o propustnosti a aeračních schopnostech půdy (Procházková, 2008b).

Vzhledem k tomu, že trend snižování množství srážek a zvyšování průměrné roční teploty může pokračovat, lze konstatovat, že varianty ponechané bez zpracování půdy s přímým setím působí příznivěji na půdní vlhkost než varianty orané, zvláště v sušším období (Badalíková a Kňákal, 2000). Hlubší zpracování půdy sice zmenšuje povrchový odtok vody na jaře a zabezpečuje větší zásoby vláhy v půdě, ale naproti tomu snižuje zásobu produktivní vláhy (Badalíková a Kňákal, 2000).

Hospodaření s teplotou

Mulč ochraňuje povrch půdy proti slunečnímu záření, a tím vyrovnává kolísání půdní teploty. To může vést ke zmírňování teplotního stresu v horkých podmínkách, ale stejně tak i zpomalování potřebného zahřívání půdy v chladnějším prostředí (Procházková, 2008a). Údaje v literatuře, ale i výsledky z pokusů ukazují, že minimalizační technologie, zvláště

technologie přímého setí, se vyznačují nižší teplotou půdy, a to hlavně v jarním období (Neudert, 2008). U variant přímého setí je vykazováno pomalejší vzcházení než u variant s orbou (Neudert, 2008).

Eroze půdy

Erozi lze charakterizovat jako přírodní proces, při kterém působením vody, větru, ledu příp. jiných činitelů dochází k rozrušování půdního povrchu, transportu půdních částic a jejich následnému usazování (Vopravil a kol., 2009). Eroze půdy ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část - ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv, a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje. Důsledkem eroze půdy je změna fyzikálních vlastností půdy, zejména struktury, zrnitostního složení, objemové hmotnosti, vodní kapacity, pórovitosti, infiltrační schopnostmi, atd. (Vopravil a kol., 2009).

Rozsah ztráty erozí závisí na mnoha faktorech, jako je množství deště a jeho intenzita, povaha půdy, stupeň a délka svahu, způsob a intenzita zpracování půdy, množství rostlinných zbytků atd. (Wolf a Snyder, 2003).

Jedním z nejdůležitějších agrotechnických protierozních opatření je zpracování půdy. To se vyznačuje hlavně ochranným obděláváním půdy (konzervační zpracování půdy) (Badalíková, 2008). Důležitým požadavkem protierozní ochrany půdy je, aby co nejméně docházelo k porušování její drobtovité struktury, aby bylo podporováno vsakování vody do půdy, a tím se snižoval povrchový odtok a jeho smývací působení (Badalíková, 2008). Je důležité omezit počet obdělávacích úkonů na nezbytně nutnou míru, neboť časté zásahy do půdy mění drobtovitou strukturu na nepříznivý prašný sloh, a to tím rychleji, čím chudší je půda na organické látky (Badalíková, 2008).

Bezorebné zpracování má průkazný vliv na zvýšení infiltrace než konvenční zpracování půdy, což je způsobeno větší stabilitou půdní struktury a příznivějším rozložením a velikostí pórů (Badalíková, 2008). Javůrek (2008) proto dodává, že na svažitých pozemcích je po orbě větší nebezpečí vodní eroze se všemi negativními důsledky.

Infiltrace je přímo úměrná stabilitě půdní struktury, objemu a struktuře pórů a obsahu organické hmoty. Zpracování organické hmoty do půdy působí velmi dobře protierozně pro svůj vliv na stabilitu agregátů, které jsou odolnější vůči rozplavování a mechanickému rozrušování účinkem dešťových kapek (Badalíková, 2008). Na lehčích půdách bez kompaktní

vrstvy je díky dostatečné pórovitosti infiltrace vody rychlejší a tím jsou tyto půdy na odnos půdních částic odolnější (Wolf a Snyder, 2003). Půdy s nedostatečným množstvím organické hmoty jsou na erozi nejnáchylnější (Wolf a Snyder, 2003).

Větrná eroze může také způsobit vážné ztráty půdy. Většinou k tomuto typu poškození dochází na lehčích písčitéch a hlinitých půdách. Kromě ztráty půdy, může tento druh eroze způsobit vážné škody na mladých vzcházejících rostlinách (Wolf a Snyder, 2003). Davies a kol. (1993) uvádějí, že na větrnou erozi je mnohem více citlivý hladký a suchý povrch půdy, než vlhké velké hroudy po čerstvé orbě. Proto se dá použít opatření, kdy se při větrném počasí půda zpracovává pro dosažení vyšší vlhkosti.

Všechny systémy ochranného zpracování půdy omezují vodní a větrnou erozi. Stupeň ochrany závisí na množství posklizňových zbytků, které zůstanou na povrchu půdy a na množství půdních částic, které se uvolní během zpracování půdy (Šimon a kol., 1999).

Tab. č. 1: Vliv různých způsobů zpracování půdy na odtok vody a odnos půdy (svah 12°)

Způsob zpracování půdy	Odtok vody (mm)	Ztráta půdy (t/ha)
Konvenční	6,0	2,3
Kypření	2,7	0,2
Talířový podmítač	0,1	stopy
Bez zpracování	0	0

(Zdroj: Šimon a kol., 1999)

Bilance uhlíku

Půda je obrovskou zásobárno organického uhlíku. To spolu s biologickým oživením půdy umožňuje neustálé přeměny půdních organických látek - humifikaci (Procházková, 2008b). Jedním z produktů humifikace je CO_2 , který se hromadí v půdním vzduchu (Procházková, 2008b). Vysoký rozdíl koncentrace CO_2 v půdním a atmosférickém vzduchu je hnací silou difuzního přesunu CO_2 z půdy do atmosféry, což závisí mj. na pórovitosti a vlhkosti půdy (Procházková, 2008b).

Kahlon a kol. (2013) v pokusech prokázali, že způsob zpracování půdy má vliv na poutání a uvolňování uhlíku v půdě. Varianty bez zpracování měly prokazatelně vyšší množství uhlíku poutaného a nižší množství uhlíku uvolněného oproti variantám s orbou. Hůla a kol. (2010) také publikují, že výsledky sledování ukazují na příznivý vliv snížené hloubky a intenzity zpracování na zvýšení organického uhlíku do půdy a na snížení uvolňování z půdy do ovzduší. Hůla a kol. (2010) dále uvádějí, že u varianty bez zpracování

půdy byly v době mimo vegetaci (V časném jaru a pozdním podzimu) většinou zjišťovány nižší hodnoty produkce CO² z půdy.

Různá intenzita zpracování má tedy poměrně výrazný vliv na ukládání uhlíku (jako humus) v půdě a jeho uvolňování (jako CO²) do atmosféry (Procházková, 2008b). Konzervační zpracování půdy pomáhá v izolaci uhlíku, a snížení obsahu CO₂ v atmosféře, a tím pomáhá tlumit změny klimatu (Kolektiv autorů, 2001). Výměna plynů mezi půdou a atmosférou je důležitým faktorem, který ovlivňuje uvolňování skleníkových plynů do ovzduší (Procházková, 2008b). Odhaduje se, že půdním dýcháním se dostává do atmosféry desetkrát větší množství CO², než spalováním fosilních paliv (Procházková, 2008b).

Organická hmota

Při různém zpracování půdy dochází k různé distribuci posklizňových zbytků a jejich kontaktu s půdou. Největší rozdíl mezi konvenčními technologiemi zpracování půdy s orbou a minimalizačními technologiemi je v obsahu a rozložení organické hmoty v půdním profilu (Procházková, 2008a). Po orbě se organická hmota homogenizuje v celém profilu, při vynechání orby je zvýšen její podíl v horní vrstvě půdy (Procházková, 2008a). Z dlouhodobých polních pokusů vyplynulo, že při používání ochranného způsobu zpracování několik let po sobě mají půdy vyšší obsah organické hmoty oproti orbě, zejména v povrchových vrstvách (Šimon a kol., 1999).

Při větším množství posklizňových zbytků plodin ve vrchní vrstvě a na povrchu půdy však mohou vznikat problémy s kvalitním založením porostu a zajištěním vhodných podmínek pro růst a vývoj následných plodin. Vyšší koncentrace organických látek ve vrchní vrstvě půdy může být překážkou pro zajištění požadované hloubky rovnoměrnosti uložení semen do půdy. Dále se může projevat inhibiční vliv posklizňových zbytků (zejména slámy obilnin) na klíčení a vzcházení a počáteční růst následných plodin (Procházková, 2008a).

Je prokázáno, že různými způsoby obdělávání půdy se ovlivňuje také půdní zoedafon. Především při intenzivním obdělávání půdy dochází k redukci populace žížal a naopak v půdě bez zpracování nastává jejich rozmnožování. V půdě bez zpracování se zvyšuje i aktivita dalších drobných půdních živočichů (Šimon a kol., 1999).

Škodliví činitelé

Redukované zpracování půdy, zvláště vynechání klasické orby a náhrada orby kypřením, se u hluboce kořenících plodin projevuje poruchami v růstu křovitého kořene (Šedivý, 2002).

Dosavadní zkušenosti upozorňují na to, že v provozech s redukováním zpracováním půdy dochází ke zvýšenému výskytu hluboko kořenících a lipnicovitých plevelů (Šedivý, 2002). Ochrana proti plevelům je u konzervačních technologií zajišťována pouze chemicky (Šimon a kol., 1999). Zjednodušené zpracování půdy hromadí v povrchové vrstvě organickou hmotu, která může absorbovat účinné látky kořenových herbicidů a snižovat jejich účinnost (Šedivý, 2002). Obecně platí, že redukované systémy zpracování půdy podporují přemnožování slimáků, plzáků, hraboše polního a vytvářejí příznivé podmínky pro výskyt původců chorob a škůdců, kteří přežívají celý rok na orné půdě (Šedivý, 2002).

3.2.3. Předset'ová příprava půdy a zakládání porostu - setí

Předset'ová příprava půdy

Cílem zpracování půdy před setím a sázením je urovnat povrch půdy po základním zpracování půdy a připravit podmínky pro uložení osiva do požadované hloubky (Mašek, 2009). Při předset'ové přípravě dochází k mělkému kypření, drobení a urovnání povrchu půdy a podle potřeby k jejímu přiměřenému utužení, zvláště po podzimní orbě (Mašek, 2009). Při předset'ové přípravě se připravuje tzv. osivové lůžko, jež je charakterizováno utuženou vrstvou půdy, na kterou má být uloženo osivo a kyprou vrstvou půdy, kterou má být osivo zahrnuto (Mašek, 2009).

Spodní utužená část má být ulehlá nejlépe přirozeným způsobem nebo upravena podle potřeby tak, aby vykazovala hodnoty objemové hmotnosti 1,3 - 1,45 g/cm³. Tím je usnadněno i rovnoměrné zapravení osiva do požadované hloubky a umožněn kontakt s kapilární vodou, která má hlavně za suchého počasí zajistit dostatek vláhy pro nabobtnání, klíčení a vzejití semene (Šimon a kol., 1999). Vrchní, kyprá vrstva půdy set'ového lůžka má být zpravidla do hloubky setí s objemovou hmotností okolo 1 g/cm³. Toto nakypření je potřebné pro přístup vzduchu k zasetému osivu a usnadňuje pronikání klíčku semene povrchovou vrstvou půdy při vzcházení. Po zasetí plní i funkci ochranné izolační vrstvy pro omezení ztrát vody z půdy (Šimon a kol., 1999). Set'ové lože by mělo být tím jemnější, čím menší jsou semena (Lanča, 1990).

Pečlivá příprava set'ového lože je zvláště na jílovitých půdách důležitá proto, že může i při omezeném obsahu vlhkosti přispět k jednotnému vzcházení. Odpovídající uložení osiva vyžaduje, aby secí botky byly přitlačovány ve vhodné hloubce na dno pevného a rovného

seťového lože (Lanča, 1990). Předseťová příprava musí v daných podmínkách vytvářet správnou hustotu půdy, poréznost, zajistit uchování vlhkosti z vypařování, dobrý kontakt semen s půdou, jednotné klíčení, dobrý vývoj rostlin a vysoké výnosy. Vedle toho je nutné přihlížet k produktivitě práce a minimalizaci energetické náročnosti (Lanča, 1990).

U konvenčního zpracování půdy je hlavní pracovní operací orba radličným pluhem a tomu potom odpovídají další pracovní operace při předseťové přípravě (Mašek, 2009). Při zabezpečení parametrů seťového lůžka při konvenčním způsobu zpracování půdy nastávají často problémy. Ozimé plodiny se mnohdy vysévají buď do čerstvě zorané půdy, nebo do značně hrudovité či prachové povrchové vrstvy ornice. Tyto nedostatky se projevují ve špatném a nevyrovnaném vzcházení porostu, při mělkém setí, nebezpečím poškození rostlin mrazem, nebo na jaře tvorbou půdního škraloupu rozmělněné povrchové vrstvy půdy (Šimon a kol., 1999). Při setí jařin konvenčním postupem především dochází k poškození struktury půdy utužením a vytvářením kolejových stop apod. Je to způsobeno především tím, že se na pozemek vstupuje v době, kdy půda není ještě dostatečně „zralá - dospělá“ (Šimon a kol., 1999). Pod pojmem půdní zralost (garé) se rozumí především stav půdy, který lze charakterizovat zejména vhodnými fyzikálními a biologickými vlastnostmi. Zralá půda se prakticky posuzuje podle vnějších znaků, což se na jaře vyznačuje tím, že povrchová vrstva je kyprá, drobivá, mírně vlhká, pružná, má typickou vůni ze začínajícího rozvoje mikrobiální činnosti. Tohoto stavu půda dosahuje na jaře při přiměřené vlhkosti a teplotě půdy od 8°C (Šimon a kol., 1999). Protože přejezdy po nakypřené půdě způsobují nepříznivé zhutnění půdy, je snaha zajistit předseťovou přípravu půdy s co nejmenším počtem přejezdů po pozemcích nejlépe tak, aby se požadovaná kvalita přípravy půdy zajistila při jednom přejezdu (Mašek, 2009).

Nové technologie zakládání porostů dbají na to, aby se především snižovalo utužování půdy, omezovaly přejezdy traktorů a dalších strojů po poli a to hlavně na jaře, kdy je půda na utužení velmi citlivá. Také časté a nadměrné obdělávání půdy působí destruktivně na strukturní výstavbu půdy, vede k jejímu rozbití, následnému přesychání apod. Jak je zřejmé, vytvoření správného lůžka pro osivo nespočívá v maximálním obdělávání půdy, ale v optimálně a kvalitně provedených operacích (Šimon a kol., 1999).

Ještě před několika lety převládaly při zakládání porostů polních plodin metody vycházející z klasického zpracování půdy s orbou a následnou předseťovou přípravou prováděnou v oddělených pracovních operacích. S rozvojem minimalizačních technologií, které jsou charakteristické především sdružováním několika pracovních operací, došlo samozřejmě ke změně používaných technologií i strojů pro zakládání porostů (Mašek, 2009).

Stroje pro předset'ovou přípravu půdy

Pro přípravu set'ového lůžka při předset'ové přípravě půdy se používají kombinátory s pasivními pracovními nástroji (Hůla a Kroulík, 2008). Moderní kombinátory umožňují sestavit sled pracovních nástrojů podle požadavků na intenzitu urovnání a mělkého kypření půdy, drobení hrud a utužování set'ového lůžka. Jednotlivé sekce rovnacích smyků, drobicích válců, různých druhů radliček a utužovacích válců jsou uchyceny na společném rámu (Mašek, 2009). Kombinátory nahrazují jednoduché stroje na předset'ovou přípravu půdy, při jednom přejezdu kombinátorem se povrchová vrstva půdy urovná, prokypří do zvolené hloubky, rozdrobí se hroudy a utuží se set'ové lůžko (Hůla a Kroulík, 2008). Typické pro moderní kombinátory je přesné dodržení hloubky předset'ové přípravy půdy (Mašek, 2009).

Kombinátory nacházejí uplatnění při předset'ové přípravě půdy v konvenčních technologiích s orbou i v technologiích minimalizačních (Hůla a Kroulík, 2008). Šimon a kol. (1999) naproti tomu uvádějí, že moderní kombinátory s pasivními pracovními nástroji se využívají pro kvalitní předset'ovou přípravu půdy po orbě, kdy na povrchu půdy není větší množství rostlinných zbytků.

Ve zjednodušených technologiích zakládání porostů plodin, založených na náhradě orby mělkým kypřením, se mohou uplatnit také některé stroje, které se využívají i v konvenčních technologiích s orbou. Jedná se o kypřiče s aktivně poháněnými pracovními nástroji, které jsou běžně spojovány se secími stroji (Šimon a kol., 1999). Mašek (2009) také uvádí, že pokud zhoršená zpracovatelnost půdy a zvýšená tvorba nesnadno rozdrobitelných hrud vyžaduje opakovanou přípravu, ukazují se výhody použití strojů s poháněnými pracovními nástroji.

Setí

Zakládání porostů má zcela zásadní význam pro následný stav porostu a výnos (Mašek, 2009). Pro rostliny představuje dobře provedené setí optimální rozmístění semen v půdě ve vodorovné (vzdálenost řádků, spon) i svislé (hloubka) rovině. Cílem je vytvořit rostlinám prostředí s dostatkem světla, vzduchu, vody a živin bez vzájemné konkurence. Jedině v takových podmínkách jsou rostliny schopny plně využít svého výnosového potenciálu a přinést maximální výnos kvalitní produkce (Pulkrábek, 2013, osobní sdělení).

Termín setí dnes při intenzivním pěstování plodin velmi významně ovlivňuje výši a jakost dosahovaných výnosů. Dodržení optimální doby výsevu plodin je však závislé na mnoha faktorech a to jak zcela nezávislých na vůli člověka (počasí, druh půdy apod.), tak i na

řadě pěstitelem ovladatelných faktorů (Šimon a kol., 1999). Stále více se optimální termíny setí některých plodin posouvají do časného období, což je možné realizovat uplatněním nových způsobů zakládání porostu (Šimon a kol., 1999). Včasně a kvalitně založený porost plodiny také dokáže zmírnit např. nepříznivé dopady nevhodné předplodiny, omezit výskyt plevelů, snížit i zabránit vyplavování nitrátů z orniční vrstvy půdy do spodních vrstev apod. (Šimon a kol., 1999).

Velmi důležité je také dodržení hloubky výsevu (Hofman a kol., 2000). Všeobecně je rozšířen názor, že by hloubka výsevu měla být o to mělčí, čím menší jsou semena (Lanča, 1990). Čím mělčí setí, tím je větší náchylnost semen na sucho. Naopak příliš hluboký výsev může způsobit velmi pomalé vzcházení a znatelné snížení výnosu (Hofman a kol., 2000).

V půdoochranných systémech může dojít mělkým zapravením většího množství slámy k narušení kontaktu osiva s půdou a k následnému omezení přívodu vody potřebné k vyklíčení semen (Javůrek, 2008). Při přímém zakládání porostů do nezpracované půdy je třeba dbát na to, aby mulč, tedy vrstva organické hmoty na povrchu půdy, nebyl vytvořen z příliš silné vrstvy slámy a plev. Při výsevu může být sláma zatlačována do rýh, což se negativně projevuje při klíčení a následně je pak snížena vzcháživost rostlin (Javůrek, 2008).

Secí stroje

V klasické technologii zpracování půdy se používají secí stroje buď s individuálním výsevním mechanismem, kdy pro každý vysévaný řádek je pod průběžným zásobníkem osiva umístěný výsevní váleček na průběžné hřídeli, anebo secí stroje s centrálním výsevním mechanismem, pracujícím na principu přetlaku vzduchu (Mašek, 2009). U secích strojů s větším pracovním záběrem se uplatňují přednosti pneumatických výsevních ústrojí nad výsevními ústrojími s gravitační dopravou osiva do půdy (Mašek a Hůla, 2008). Pneumatická doprava semene k výsevním botkám umožňuje řešit umístění a tvar výsevní skříně se zásobníkem tak, aby byla minimalizována velikost klopného momentu stroje vůči traktoru a bylo umožněno plně mechanizované plnění zásobníku osivem. Pneumatické secí stroje jsou tedy velmi dobře agregovatelné s různými druhy nářadí na zpracování půdy. Další jejich výhodou oproti klasickým secím strojům je, že rám s výsevními botkami může být řešen jako sklopný (Lanča, 1990).

Secí stroje v půdoochranných systémech

Při zakládání porostů zejména v půdoochranných technologiích představuje zvýšený podíl rostlinných zbytků na povrchu půdy nebo v její povrchové vrstvě problém, pokud se

nevhodně použije technika pro setí. Když se dostane sláma do rýhy pro osivo, dochází ke snížení kontaktu osiva s půdou s řadou nepříznivých doprovodných jevů (Mašek a Hůla, 2008). Dalším faktorem je rozdílný odpor povrchové vrstvy půdy vůči vnikání secích botek při zakládání porostů bez klasické předseťové přípravy půdy (Šimon a kol., 1999). V zásadě platí, že při poklesu intenzity zpracování půdy před setím jsou obtížnější podmínky k dosažení dobrého uložení osiva v půdě (Mašek a Hůla, 2008).

Při zakládání porostů v podmínkách se zvýšeným množstvím rostlinných zbytků na povrchu půdy a v povrchové vrstvě ornice se v našich podmínkách prosadily v zásadě dva druhy secích strojů: stroje s kotoučovými secími botkami a stroje s radličkovými secími botkami (šípové a dlátové radličky). Secí stroje pracující na těchto principech mohou dosahovat vysokou výkonnost za jednotku času, což je předpokladem včasného založení porostů (Šimon a kol., 1999).

Secí stroje v konvenčních systémech

Jelikož secí stroje v konvenčních technologiích pracují s připravenou půdou, jsou zde použity secí botky radličkové s tupým úhlem vnikání do půdy nebo jednokotoučové s omezovači zahloubení kotouče. U některých typů lze na základní radličkovou botku umístit adaptér pro páskový výsev (Mašek, 2009).

Rozdělení secích strojů

Stroje s kotoučovými secími botkami

Soudobé secí stroje s jednokotoučovými a dvoukotoučovými secími botkami se uplatňují v minimalizačních a půdoochranných technologiích, lze je však využít i v technologiích s orbou (Mašek a Hůla, 2008). Používají se stroje s botkami ve více řadách, u kterých nedochází k technologickým poruchám vlivem ucpávání botek rostlinnými zbytky (Mašek, 2009). Secí stroje vybavené kotoučovými botkami jsou charakteristické vyšší pracovní rychlostí (Hofman a kol., 2000). Konstrukce některých strojů umožňuje centrální nastavení přítlaku s individuální korekcí u každé výsevni botky. Tato konstrukce dokáže dokonale kopírovat povrch půdy a zajistit stejnou hloubku setí i na nerovném pozemku. Přítlačné kolečko utuží povrch půdy a zajistí dobré spojení osiva s půdou (Vlk a Michalíček, 2010).

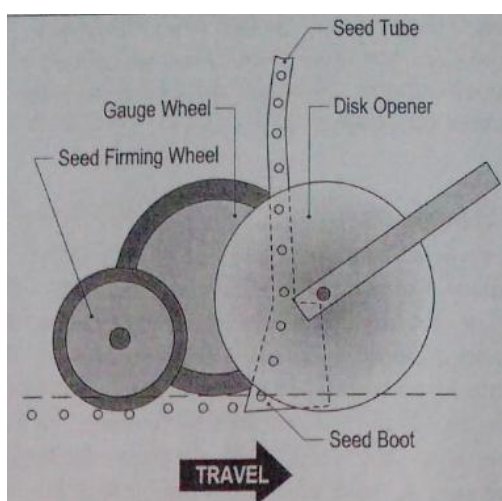
Jednokotoučové secí botky s omezovači hloubky setí, které jsou určeny k výměně za klasické botky secích strojů pro setí do zpracované půdy, je možné využít pro setí po kypření s ponechanými rostlinnými zbytky na povrchu půdy i pro setí po konvenční předseťové

přípravě půdy, ale nejsou určeny pro přímé setí do nezpracované půdy (Šimon a kol., 1999). Kotouče jsou postaveny šikmo ke směru řádků a odsunují rostlinné zbytky stranou a omezují zatlačování slámy či jiných rostlinných zbytků pod osivo (Šimon a kol., 1999). Pro zajištění požadované hloubky setí slouží kopírovací kolo u každé botky. Jedná se o široká kopírovací kola s pryžovým pásem po obvodu, která spolu s regulací přítlaku na botky spolehlivě zabrání „utopení“ osiva při kypřejší svrchní části ornice (Šimon a kol., 1999).

Dalším konstrukčním řešením pro ukládání osiva do půdy ve ztížených podmínkách minimalizačních a půdoochranných technologií jsou dvoukotoučové secí botky (Mašek a Hůla, 2008). U dvoukotoučových botek, kde jsou kotouče vedle sebe, je osivo ukládáno mezi tyto dva šikmé kotouče (Hofman a kol., 2000). Botky jsou vybaveny omezovači hloubky výsevu (Mašek, 2009). Rostlinné zbytky v set'ové rýze jsou častějším problémem u dvoukotoučových botek než u jednokotoučových (Hofman a kol., 2000). Hofman a kol. (2000) dále uvádějí, že tento problém je výraznější, pokud jsou rostlinné zbytky vlhké. Šabatka (2007) zmiňuje, že nevýhody dvoukotoučové botky se omezují na setí za extrémních podmínek. Například při přímém setí do mokré nebo do velmi suché těžké půdy - tehdy může docházet k otevírání vytvořené drážky s osivem, protože oba boky drážky jsou hladké.

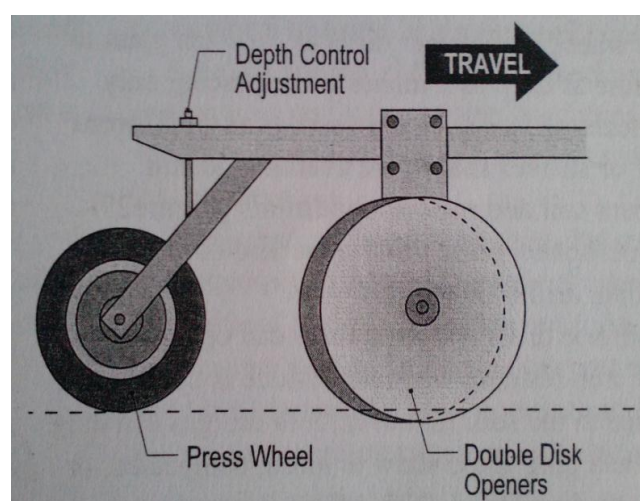
Před těmito secími botkami mohou být umístěny předřazené prořezávací kotouče. Prořezávací kotouče mohou mít obvod hladký, ozubený nebo zvlňený. Kotouče se zvlňeným obvodem mohou půdu nakypřit se současným drobným odklízecím efektem v dráze secí botky, takže rostlinné zbytky nejsou zatlačovány do hloubky setí (Mašek a Hůla, 2008).

Obr. č. 1: Schéma jednokotoučové botky



(Zdroj: Hofman a kol., 2000)

Obr. č. 2: Schéma dvoukotoučové botky



(Zdroj: Hofman a kol., 2000)

Stroje s šípovými řeznými radličkami

Při tomto způsobu je osivo pneumaticky dopravováno k secím radličkám a je rozprostíráno pod proud podříznuté zeminy na rovné lůžko, zavlačovače a válce upraví zeminu a rostlinné zbytky nad osivem (Šimon a kol., 1999). Při setí těmito stroji se odřezává svrchní část ornice do hloubky setí (Šimon a kol., 1999). Rostlinné zbytky proudí kolem slupic a nejsou vnášeny do místa uložení osiva (Mašek a Hůla, 2008). Radličky bývají šípové s plochým tvarem. (Šimon a kol., 1999). Hofman (2000) uvádí, že z důvodu nutné větší průchodnosti musí být mezery mezi radličkami poměrně široké, proto jsou v několika řadách. Vpředu i vzadu secího stroje pak bývá řada opěrných kol a radličky jsou umístěny v řadách mezi nimi.

Obecně lze říci, že radličkové secí botky půdu kypří, případně promíchávají intenzivněji než secí botky kotoučové. V oblastech s dobrou zásobou půdní vláhy porosty založené secími stroji s radličkovými secími botkami dosahují zpravidla dobrých výsledků, neboť díky většímu nakypření a promísení se zlepšuje prohřívání vrchní vrstvy půdy, infiltrace a provzdušnění půdy (Mašek a Hůla, 2008). Hofman a kol. (2000) pak uvádějí, že radličkové botky mají oproti kotoučovým nevýhodu v suchých podmínkách.

Mašek a Hůla (2008) pak ještě dodávají, že pro setí do nezpracované půdy se využívají dlátovité secí botky, které dobře vnikají i do tvrdého povrchu půdy.

Secí stroje pro přímé setí

Setí se provádí uložení osiva do půdy speciálními secími stroji s rozrušením povrchu půdy do 25 % plochy (Šimon a kol., 1999). Secí stroje musí být schopny svými botkami proříznout vrstvu posklizňových zbytků předplodiny a proniknout do nezpracované půdy, kde uloží osivo (Jasa a kol., 2001). Většina secích strojů pro přímý výsev je vybavena speciálními kotoučovými secími botkami, některé stroje jsou však vybaveny radličkovými nebo dlátovitými secími botkami (Mašek a Hůla, 2008). Kotoučové secí botky se zpravidla neucpávají ani při silnější vrstvě slámy na povrchu půdy (Mašek a kol., 2008). Pro setí do nezpracované půdy jsou vhodné speciální jednokotoučové secí botky, protože běžné dvoukotoučové do takové půdy obtížněji pronikají (Hofman a kol., 2000). Stroje pro přímé setí mají půdu kypřit a promíchávat co nejméně, proto se radličkové botky k tomuto účelu příliš nehodí (Mašek a Hůla, 2008). Protože při setí do nezpracované půdy je zpravidla nutný vysoký tlak na botky, je přítlak na botky hydraulicky nastavitelný až do hodnoty například 250 kg na jednu botku (Šimon a kol., 1999). Tento způsob se využívá především pro obilniny

(Mašek, 2009). Z hlediska spotřeby nafty a potřeby práce se jedná o velmi příznivou technologii (Mašek, 2009).

Secí kombinace

Spojení přípravy půdy se setím vyloučí nutnost opakované předseťové přípravy v důsledku srážek, jak se často stává u postupů s oddělenými pracovními operacemi (Mašek, 2009). Při spojování předseťové přípravy půdy se setím se v současnosti využívají ve větší míře kombinace strojů pro přípravu půdy s pasivními pracovními nástroji a secí stroje s pneumatickou dopravou osiva do secích botek (Mašek a Hůla, 2008).

V postupech zjednodušeného zakládání porostů plodin nacházejí uplatnění i tzv., secí kombinace, tedy spojení strojů na zpracování půdy s aktivně poháněnými pracovními nástroji, a secích strojů vybavených nejčastěji šikmo postavenými jednokotoučovými secími botkami, které zajistí dobré uložení osiva i při nezapravení všech rostlinných zbytků do půdy (Šimon a kol., 1999). Dle Maška a Hůly (2008), jsou tyto stroje vhodné především na menší pozemky. Vlk a Michalíček (2010) dodávají, že konstrukce secích kombinací umožňuje nastavit hloubku přípravy nezávisle na hloubce setí - zahloubením přípravy neovlivníme hloubku setí. Hloubku setí regulujeme nastavením přítlaku výsevních botek (disků) a seřízením opěrného (přítlačného) kolečka.

Aplikace hnojiv při setí

Přenos rozpustných forem dusíku ke kořenům, je v půdoochranných technologiích obtížnější, protože tyto formy mohou kořeny obcházet velkými póry v půdě (Baker a kol., 1996). Nejen u dusíku, ale především u málo pohyblivých živin, jako jsou draslík, fosfor nebo zinek, je nejefektivnější, když se tyto živiny dostanou do půdy, aby byly přístupné v kořenové zóně. Nevhodné je hnojiva nechávat na povrchu (Rehm, 2000). Šimon a kol. (1999) ještě dodávají, že jestliže se u technologií přímého setí zříkáme zpracování půdy, odpadá možnost zapravení průmyslových hnojiv do půdy při její předseťové přípravě.

Secí stroje jsou pro použití v technologiích redukovaného zpracování půdy často vybaveny zařízením pro ukládání minerálních hnojiv pod lůžko osiva (Mašek a Hůla, 2008). Aplikace hnojiva pod lůžko je převážně využívána u secích strojů s pneumatickou dopravou osiva (Mašek a Hůla, 2008). Může se používat hnojivo granulované, ale velice často se používá i možnost hnojení kapalným hnojivem (Mašek, 2009).

Při tzv. podkořenovém hnojení tuhými průmyslovými hnojivy je hnojivo zapravováno 30 - 50 mm hlouběji než osivo, přičemž osivo je ukládáno stranově posunutou secí botkou na

pevnou část drážky, kterou vytvořila radlička pro aplikaci hnojiva (Šimon a kol., 1999). Mašek a Hůla (2008) pak ale uvádějí, že hnojivo se při setí pomocí radliček nebo kotoučů zapravuje ve vzdálenosti 50 až 100 mm od setíového řádku a 50 až 70 mm pod úroveň osivového lůžka. Minerální hnojivo je však možné aplikovat do půdy i několik centimetrů pod osivo, je-li osivo ukládáno do pásů.

Základním znakem je uložení hnojiva do větší hloubky, než je hloubka setí (Mašek a Hůla, 2008). Baker a kol. (1996) upřesňují, že hnojivo může být vůči osivu umístěno ve třech geometrických variantách. Buďto přímo pod osivem, vedle osiva na stejné úrovni a šikmo pod a stranou. Hnojivo nemá být umístěno nad úrovní osiva (Baker a kol., 1996).

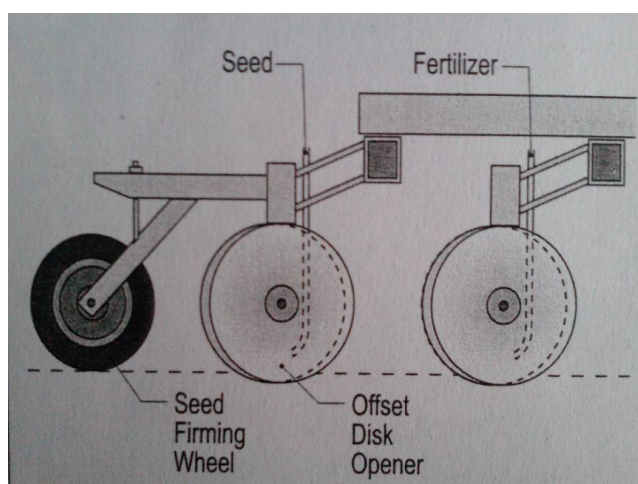
Vytvořená rýha je zahrnuta zeminou, zemina je přitlačena na osivo vodícím kolem. Hnojivo tak nepříjde v půdě do styku s osivem, ale je v půdě k dispozici od raných růstových fází rostlin (Šimon a kol., 1999). Přímý kontakt osiva s hnojivem by měl inhibiční účinky na vzcházení rostlin (Mašek, 2009). Baker a kol. (1996) doporučují ve zpracované půdě dodržet minimální vzdálenost mezi osivem a hnojivem 5 cm a v nezpracované půdě 2 cm.

Většina secích strojů využívá dvou druhů botek, zvláště pro hnojivo a zvláště pro osivo, aby nedošlo ke vzájemnému kontaktu (Baker a kol., 1996). V případě, že secí botky jsou tvořeny dvojicemi kotoučů, jsou pro každý řádek použity dva páry kotoučů. Jeden pár o větším průměru kotoučů ukládá hnojivo do větší hloubky, než je hloubka setí, druhý pár kotoučů je secí botka (Mašek a Hůla, 2008). U radličkových secích botek může být osivo ukládáno plošně a hnojivo do středové rýhy pod osivo (Mašek a Hůla, 2008).

Nejmodernějším způsobem hnojení při setí je pak hnojení do více úrovní, kdy je možné hnojit jak do hloubky pod osivo, tak do stejné úrovně, kde je osivo, nebo na povrch půdy, díky předřazeným pracovním orgánům (Cihlár, 2012, osobní sdělení). Hnojivo nahromaděné v povrchu je asimilováno rostlinami v prvním období vývoje, zatímco zbytek, uložený v hloubce podrývák, tvoří substrát výživy pro následnou fázi vývoje kořenové soustavy (Lanča, 1990).

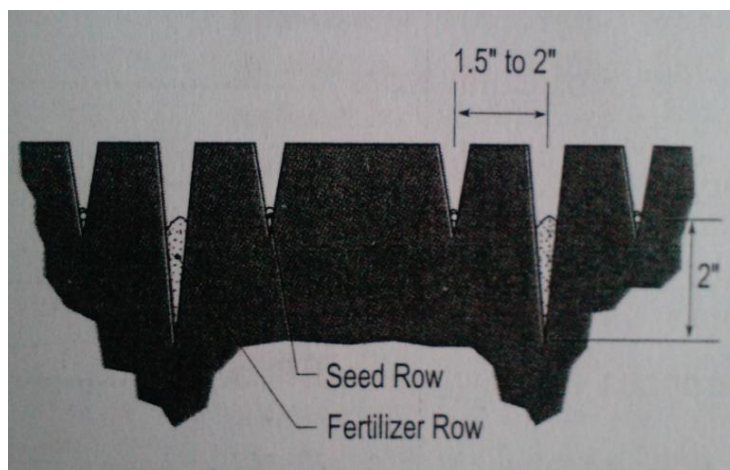
Lokalizace hnojiv podél řádku ve vrstvách o odlišné hloubce je nesmírně cenný agrotechnický zásah, neboť umožňuje lépe racionalizovat absorpci aktivních látek ze strany rostlin během celého cyklu pěstování (Lanča, 1990). V půdách, kde se používají půdoochranné technologie, dochází k výrazně pomalejší mineralizaci dusíku, a proto je hnojení pod patu velice výhodné a nutné (Baker a kol., 1996).

Obr. č. 3: Schéma dvoukotoučového výsevního ústrojí s přihnojením



(Zdroj: Hofman a kol., 2000)

Obr. č. 4: Hnojení při výsevu - schéma při hnojení radličkovými botkami mezi výsevní rýhy



(Zdroj: Hofman a kol., 2000)

3.2.4. Používané technologie přípravy půdy u máku setého

Zakládání porostu je jedním z nejnáročnějších procesů agrotechniky máku (Cihlár a Roubal, 2011). Je nutno mít na zřeteli, že mák jako speciální olejnína velmi citlivě reaguje na podmínky prostředí, půdní i klimatické, i když jeho nároky nejsou zvláště vysoké. Je to zvláště citlivost na nevyrovnanost ve výživě, odchylky v půdní vyrovnanosti, zaplevelení a organizace porostu (Cihlár, 2001). Zpracování půdy, předseťová příprava a setí musí vytvořit podmínky pro maximální vzcházivost máku (Škoda, 2001). U drobnosemenných plodin jako

je mák, jde o jednu z nejdůležitějších pracovních operací. Na přípravě záleží, zda půda dokáže udržet vodu a vytvořit dobré seťové lůžko pro semena máku (Vlk a Michalíček, 2010).

Vlk a Michalíček (2010) rozdělují způsoby přípravy půdy pro mák na:

- orební (tradiční či klasická) s hloubkou orby kolem 18 - 25 cm,
- bezorební (minimalizační) s hloubkou přípravy do 10 - 12 cm,
- bezorební (minimalizační) s hloubkou přípravy kypření kolem 20 cm,
- přímé setí do nezpracované půdy (pro zakládání porostů máku není vhodné).

Pro mák je vhodná jak orebná technologie zpracování půdy, tak i bezorebná (Cihlář a Roubal, 2011). Klasická technologie s orbou je vhodná do podmínek intenzivního zemědělství v humidním klimatu. Naopak bezorebné postupy vyhovují spíše klimatu aridnímu (Vlk a Michalíček, 2010). Podniky, které při pěstování máku již dlouhodobě používají minimalizační technologie, dosahují zcela srovnatelných výnosů s podniky, které pěstují mák s použitím klasických technologií (Dovrtěl, 2008).

U všech technologií zahajujeme přípravu půdy mělkou podmínkou do hloubky 8 - 10 cm. Po plošném vzejití plevelů a výdrolu následuje hluboké kypření či orba (Vlk a Michalíček, 2010). Podmítka má rozhodující odplevelovací význam jednak v zaklopení semen plevelů, jejich vyklíčení a pak zničení následným podzimním zpracováním. Podmítkou se též hlouběji uložená semena v půdě dostávají k povrchu, udržuje se více kapilární vody v půdě, vnesená semena rychle klíčí a podzimní orbou se likvidují. Včasnou podmínkou se rovněž zamezí dozrání semen některých plevelů, což vše přispívá k oplevelování (Škoda, 2001). Vlk a Michalíček (2010) pak zmiňují, že podmínka zabrání neproduktivnímu výparu, zajistí nařezání a rovnoměrné promísení slámy předplodiny s půdou a obnoví půdní strukturu v mělkém horizontu. Vlk a Michalíček (2010) ještě doplňují, že je vhodné podpořit rozklad slámy a vyrovnat poměr C:N aplikací dusíkatého hnojiva a dále vzešlý výdrol a plevele je vhodné zničit použitím totálních herbicidů.

Klasický (konvenční - orebný) způsob

Podle Škody (2001) se jedná o způsob, kdy po podmínce následuje středně hluboká podzimní orba. Cihlář a Roubal (2011) doporučují při orebném zpracování v závislosti na druhu půdy podzimní urovnání povrchu, abychom omezili jarní přípravu na minimum a zabránili ztrátě vláhy. Škoda (2001) doplňuje, že se osvědčuje orbu provádět s namontovaným drobcím zařízením na rámu pluhu, aby povrch ornice nebyl hrudovitý zejména na těžších slévavých půdách, které snadno kornatí a na jaře se pod suchým povrchem půda „maže“, na

což je mák velmi citlivý. Vlk a Michalíček (2010) pak uvádějí, že pokud nebyl pozemek urovnán současně s orbou, je na některých typech půd možné použít klasické hřebové brány a zorané pole nakoso převláčet. Podzimní smykování je vhodné na lehkých půdách. Na těžkých půdách dojde k utužení povrchu půdy, které omezí vsakování vody a přístup vzduchu do půdy, a tím zpomalí rozklad posklizňových zbytků. Na jaře dochází k pozdějšímu vysychání a oddálení termínu výsevu. Vlk a Michalíček (2010) dále píše, že orba je použitelná i při mokřím podzimu, kdy v rozbahněné půdě kypřiče nedokážou uspokojivě pracovat. K dalším výhodám patří dobrý odplevelovací účinek, možnost pěstovat strniskové mezplodiny a dobré zapravení posklizňových zbytků do půdy.

Podle Vlka a Michalíčka (2010) nesmí být předseťová příprava půdy u tohoto způsobu příliš intenzivní. Také podle Dovrtěla (2008) není vhodné přílišné rozdrobení půdních agregátů, které může vést v případě deštivého počasí až k vytvoření nežádoucí půdní krusty, nerovnoměrnému vzcházení máku a vzniku mezerovitých porostů. Škoda (2001) ještě doplňuje, že klíčící osivo máku tak nemůže proniknout zkoratělým půdním škraloupem a důsledkem je značná mezerovitost porostu.

Škoda (2001) uvádí, že se předseťová příprava půdy provádí ve správné půdní zralosti, kdy je povrch půdy oschlý a je první příležitost ke zpracování půdy. Podle Škody (2001) pak dbáme zásadně na to, aby příprava půdy byla jednoduchá a aby bylo vytvořeno mělké seťové lůžko: hloubka přípravy max. do 50 mm - tj. na „půl prstu“. Hlubší příprava seťového lůžka hrozí tzv. „utopením“ semínka máku, což má za následek nestejně vzcházení a mezerovité porosty. Vlk a Michalíček (2010) uvádějí, že abychom nenarušili kapilárně aktivní seťové lůžko, měla by být hloubka přípravy co nejmělkčí, cca 2 - 4 cm. Škoda (2001) také uvádí, že určitá hrboлатost nevádí. Hrudky jsou předností - v noci hřejí a chrání klíčící mák.

Na pozemcích urovnaných již na podzim, obvykle není nutná jarní předseťová příprava. Secí kombinací je možné zaset mák i bez přípravy půdy (Vlk a Michalíček, 2010). I zde však toto nářadí musíme nastavit na minimální hloubku zpracování (Cihlář a Roubal, 2011). Cihlář a Roubal (2011) pak uvádí, že jinak na jaře přípravu redukuje na jeden přejezd středními branami nebo mělce kompaktorem.

Použití kombinátoru je vhodné pouze na těžších půdách, a to pokud možno bez drobných válců. Pro jarní přípravu je vhodné i radličkové nářadí a stroje s aktivním pohonem (vibrační brány, rotační brány aj.), a to buďto samostatně, nebo v kombinaci se secím strojem (Škoda, 2001). V některých případech je vhodné půdu před setím utužit cambridge válci (Vlk a Michalíček, 2010). Vlk a Michalíček (2010) dále doplňují, že nevhodné je smykování na

jaře. Ornice nahnutá do nerovnosti se nestačí propojit s podloží, dojde k přerušení kapilarity a mák vzchází nerovnoměrně.

Bezorebný (minimalizační) způsob

Příprava půdy u bezorebného systému spočívá v zapravení hnojiv a posklizňových zbytků do horní části ornice bez obracení půdy - tzn. vytvoření mulče (Vlk a Michalíček, 2010). Dovrtěl (2008) uvádí, že při používání minimalizačních technologií je podzimní orba nahrazena hlubším zpracováním radličkovými nebo talířovými kypřiči s urovnáním pozemku. Cihlář a Roubal (2011) doporučují při výběru redukovaného zpracování půdy kypřit na hloubku minimálně 15 cm. Při mělkém zpracování a na utužených těžších půdách se zhutnělým podorničím je omezen dlouhý růst hlavního křovitého kořene, v důsledku čehož jsou rostliny náchylné k poléhání a nemají schopnost čerpat živiny a vláhu z hlubších vrstev půdy.

Při výskytu většího množství přezimujících plevelů, respektive výdrolu, je výhodné zajistit jejich úplnou likvidaci zařazením postřiku totálním herbicidem. Při ponechání slámy předplodiny na poli je potřebné její kvalitní rozdrčení a rozmetání po poli. Po opakovaném zpracování kypřiči by nemělo zůstat na povrchu větší množství nerozložené slámy (Dovrtěl, 2008).

Pro hlubší zpracování půdy (15 - 20 cm) se používají těžké radličkové kypřiče. Ty dosahují tak intenzivního zpracování, že dojde k zaklopení většiny rostlinného materiálu. Plošná výkonnost oproti pluhu je vyšší, půda je zároveň utužena opěrným válcem, který současně rozdrťí hroudy. Kypřič může být doplněn diskovou sekcí, která hmotu nejprve nařeže, takže se snadněji zapraví a rychleji rozkládá v půdě. Průchodnost organických zbytků u těžkých kypřičů je větší, než u radličného pluhu vzhledem k výšce rámu a velké rozteči radlic. Užívají se kypřiče, které spirálovitě zapraví slámu do půdy (Vlk a Michalíček, 2010). Vlk a Michalíček (2010) dále uvádějí, že cílem druhého hlubšího zpracování půdy je: vytvoření dostatečného podílu jemné zeminy, rovnoměrné kypření půdy do potřebné hloubky, promíchání a rozdrčení rostlinných zbytků a zničení vzešlých plevelů a výdrolu.

Jarní zpracování půdy je obdobné jako u konvenční technologie - mělké nakypření půdy do hloubky asi 5 cm a setí. V případě použití bezorebných secích strojů na lehčích půdách je obvyklé provést jarní přípravu pouze převlácením branami, které jen naruší půdní krustu po zimě, podpoří prosychání povrchové vrstvy a umožní provést časné setí secími stroji s kotoučovými nebo radličkovými botkami při maximální úspoře půdní vláhy (Dovrtěl, 2008). Jarní předset'ová příprava půdy se provádí v době, kdy je povrch pozemku oschlý a

půda se již nelepí. Cílem je urovnání povrchu, vytvoření optimální drobtovité struktury a šetrné zacházení s vláhou (Vlk a Michalíček, 2010).

Půda, která byla na podzim kvalitně zpracovaná a po zimě rovnoměrně vyzrává, se již nemusí před setím připravovat a může se do ní přímo zasít. Tento postup však nelze uplatnit na pozemcích s výskytem problematických plevelů, jako je například vlčí mák. V takovém případě je třeba zvolit jeho mechanickou likvidaci při předset'ové přípravě, nebo i likvidaci chemickou s následnou přípravou (Šabatka, 2012).

Pro jarní předset'ovou přípravu půdy je možné použít jednak pasivní radličkové kypřiče a jednak stroje s aktivním pohonem. Předset'ová příprava těmito stroji by neměla být příliš intenzivní. Nesmí se rozbít půdní agregáty vytvořené během zimy, neboť rozhodujícím požadavkem je drobtovitá struktura půdy (Škoda, 2001). V nakypřených půdách je vhodné před setím pozemek zaválet cambridge válci. Utužením mrazem nadzvednuté půdy se zlepšují podmínky pro práci secího stroje a nedochází k nadměrnému zahlubování výsevních jednotek, zvláště u diskových secích strojů. Cambridge válce podporují půdní kapilaritu, neničí půdní strukturu a příznivě ovlivňují vytváření set'ového lůžka. Použití hladkých válců není vhodné, neboť ničí drobtovitou půdní strukturu (Vlk a Michalíček, 2010). Nezbytnou podmínkou pro použití minimalizačních technologií je urovnaný pozemek, který umožní secím strojům uložit osivo do stejnoměrné hloubky (Dovrtěl, 2008).

3.2.5. Používané technologie výsevu u máku setého

Doba výsevu

Termín setí závisí na průběhu předjarního počasí (Bechyně a Kadlec, 2001). Vyséváme do prohráté a strukturní půdy. Setí nelze uspěchat. Hrozí zamazání, a tím faktická jistota navzejití. Vhodné je po přípravě nechat půdu alespoň den oschnout a pak sít. Mák je lépe zaprášit než zamazat (Cihlár a Roubal, 2011). Výsev by měl ihned navazovat na přípravu set'ového lůžka (Bechyně a Kadlec, 2001).

Cihlár a kol. (2010) uvádějí, že výsevy z konce února a začátku března jsou ještě stále vystaveny riziku ulití vodou, škraloupu, výsušných mrazů pod -6°C . Přibližně po 5. - 10.3. není v podmínkách ČR, pokud je ovšem půda vyzrálá a nemaže se, na co čekat. Bechyně a Kadlec (2001) doporučují vysévat nejpozději do konce dubna, ale v posledních termínech již s rizikem snížených výnosů. V mnohaletých pokusech se ukázalo, že s postupem času květnové výsevy podstatně omezují výnosy semen i makoviny a jsou málo rentabilní. Cihlár a

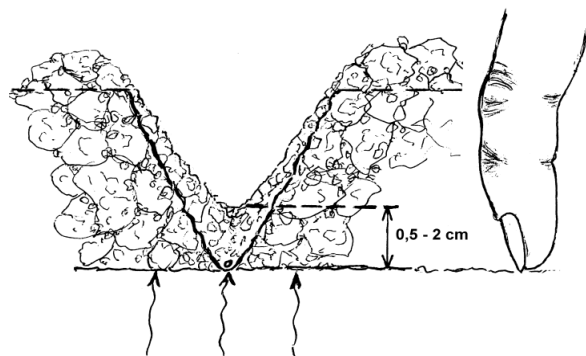
kol. (2010) také uvádějí, že pozdě i včas setý mák vykvétá přibližně stejně, kolem 10. - 20.6., a také se shodně sklízí od počátku srpna obvykle do konce měsíce.

Hloubka setí

Při seřizení hloubky se snažíme, aby osivo leželo na seťovém lůžku. Takto uložené osivo dokáže využít kapilární vztlínavost spodní vody a bez problémů klíčí a vzchází (Cihlář a Roubal, 2011). Hloubka setí nesmí být větší než 2 cm a lůžko musí být kapilárně aktivní. To platí i při setí do seťové rýhy. Optimální hloubka by sice neměla s ohledem na velikost semínka převýšit 0,5 - 1 cm, ale nutnost zajištění vody a ochrana před větrem, suchým mrazem, sluncem je důležitější, než optimální hloubka (Cihlář a kol., 2010). Platí pravidlo, že čím těžší půda, tím sejeme mělčeji (Cihlář a Roubal, 2011).

Cihlář a kol. (2010) doporučují výsev do tzv. seťové rýhy. Ta se vytvoří po šetrné včasné přípravě půdy rychlým pojezdem secího stroje. Vlk a Michalíček (2010) dále dodávají, že secí stroj vytvoří brázdičku, v které je vzcházející mák chráněn před mrazem a větrnou erozí. Vzcházející rostliny jsou chráněny i před výsušnými větry a na dně seťové rýhy se déle drží vláha. Bechyně a Kadlec (2001) také potvrzují, že správně připravené seťové lůžko má umožnit secí botce uložit osivo na dno rýhy asi 5 cm hluboké, aby bylo v kontaktu s kapilární vodou. Semeno máku má být zasypáno z boků rýhy asi 0,5 - 2 cm hrudkami a jemnozemi, aby se vytvořil kyprý polštář, jenž tlumí výpar z půdy, udržuje vláhu v půdě, dostatek vzduchu pro klíčení osivo. Bechyně a Kadlec (2001) pak dále dodávají, že jestliže po vytrvalém dešti po zasetí se vytvoří na povrchu škraloup, soustava seťová rýha, hrůbek, rýha a hručky na hrůbcích způsobí pnutí půdy, rozpraskání škraloupu a uvolnění růstu máku. Naproti tomu Cihlář a kol. (2010) uvádějí, že setí do rýhy má nevýhodu při silných deštích, zvláště na slévavých půdách a v minimalizacích. Voda vytvoří na dně rýhy jemnozemi - škraloup. Ten omezí vzcházení máku.

Obr. č. 4: Hloubka seťové rýhy (dle Shreiera)



(Zdroj: Bechyně a Kadlec, 2001)

Při setí má za secím strojem vzniknout hnědý pruh země. Jde o to, aby se půda promísila s hnědou - vlhkou částí země. Mělce setý mák se tak dostane do vlahé a chladné půdy, na které se v noci srazí rosa. To postačí k naklíčení máku. Také pokud se seje do brázdiček - seťové rýhy - musí mít rýha hnědavou barvu z vlhké půdy (Vlk a Michalíček, 2010). Cihlář a kol. (2013) uvádějí, že vlhkost půdy při setí by měla být taková, že se půda na pracovní orgány secího stroje nelepí, netvoří hrudky, ale po přejezdu secího stroje je patrná „vlhká stopa“. Jestliže je půda, například po jarním zpracování, hrudovitá nebo proschlá hlouběji než 5 cm, zasejeme mák hlouběji a po zasetí pozemek uválíme nejlépe rýhovanými válci. Bechyně a Kadlec (2001) pak ale uvádějí, že malé hrudky do průměru 50 mm máku nevadí, ba naopak chrání vzcházející rostlinky máku před přízemními mrazíky a půdu před kornatěním. Před setím neválíme. Cihlář a kol. (2010) dodává, že zavlačovače jsou možné, zásadně ale ne při setí do seťové rýhy. Zavláčení bránami se neprovádí. Dovrtěl (2008) uvádí, že se na jaře obvykle nezařazuje válení výsevů, z důvodů přílišného rozdrobení půdních agregátů a možnosti tvorby škraloupu. Cihlář a kol. (2010) ale uvádějí, že po zasetí za sucha je pro zajištění lepšího vzejití na lehčích půdách vhodné uválet kroužkovými válci. Cihlář a Roubal (2011) dále upřesňují, že válení zcela vynecháme na těžkých půdách se sklonem k tvorbě půdního škraloupu.

V posledních letech často docházelo k problematickému vzcházení máku způsobenému suchem v měsíci dubnu. Velký důraz je proto již v rámci předseťové přípravy nutno klást na zabránění ztrát půdní vlhkosti a docílení optimální struktury půdy (Cihlář a Roubal, 2011). Jaro se dosti často projevuje nečekanými vysokými teplotami a suchem. To nepřeje vzcházení máku, který je set velmi mělce a vrstvička půdy, která kryje semínka pak snadno prosychá, nebo dochází k tomu, že mák rozklíčí, když využije zimní vláhu v půdě, ale pak zaschne (Spitzer a Svoboda, 2004). Semeno totiž při klíčení přijímá asi 90 % vody vlastní hmotnosti a tak střídající se vlhké a suché periody počasí mohou podstatně omezit vyrovnanost vzcházení už i tím, že se obvykle vytváří málo propustný půdní škraloup. To platí, zvláště když mák ulijí silné deště (Cihlář a kol., 2010). Nepřímo může půdní vlhkost ovlivnit vzcházení při aplikaci preemergentních herbicidů. Jejich vyšší dávky mohou mít na vzcházející mák ve vlhké půdě negativní účinky. Naopak za sucha pak nemusí být jejich účinnost dobrá (Cihlář a kol., 2010).

Výsevek

Výsevek obvykle činí 1,5 - 1,75 kg/ha osiva. To znamená, že vyséváme asi 250 - 300 klíčivých semen/m². Pro dobrý porost požadujeme asi 70 - 100 rostlin (100 - 120 makovic,

v době sklizně asi 70 - 100) na 1 m² (Cihlář a kol., 2010). Redukce z počtu vysetých klíčivých semen je mimořádná a tak někteří pěstitelé vysévají až 3 kg osiva/ha (Cihlář a kol., 2010). Správnou cestou je ale výsevek snižovat. Proto dbáme o výběr vhodných pozemků a zcela zásadně také o kvalitu osiva. Na Tasmánii u nejúspěšnějších pěstitelů nepřesahuje výsevek 0,75 kg (Cihlář a kol., 2010).

Výsledky pokusů potvrzují obecné zákonitosti tvorby hospodářského výnosu u máku setého. Rozdílné výsevky poukazují na schopnost autoregulace výnosových prvků i zákonitosti kompenzace v dynamice tvorby jednotlivých výnosových prvků. Projevuje se to ve větvení rostlin, kdy v řídkých porostech rostliny více větvíly – 1,85 větví na jednu rostlinu, v hustých jen ojedinele, 0,27 větví na jednu rostlinu. Rozdílná organizace porostu se projevovala i na počtu makovic na plošnou jednotku, který stoupal s rostoucím výsevkem. Stoupající počet makovic se podle zákona kompenzace projevil snížením počtu semen v jedné makovici a hmotností semen v makovici. Pozoruhodná je však stabilita hmotnosti tisíce semen (HTS), která poklesla jen mírně (Roubal a kol., 2009).

Roubal a kol.(2009) dále v pokusech potvrdili, že počet rostlin v souvislosti s výsevním množstvím ovlivnil zásadním způsobem dynamiku tvorby výnosových prvků. Počet makovic na m² odpovídá stupňovanému výsevku, přičemž zvýšené větvení a vyšší tvorba tobolek na nízkém výsevku 0,5 kg nestačí kompenzovat počet tobolek zejména z nejvyššího výsevku 1,5 kg. Hmotnost semene v tobolce je dána počtem semene a hodnotou HTS. Pozoruhodná je skutečnost, že při stoupajícím počtu makovic se zákon kompenzace projevil sice snížením počtu semene v makovici a hmotností semene v makovici, ale při stabilní hodnotě HTS, která poklesla jen mírně. Nejvyšší výnos semene v průměru tříletých pokusů byl dosažen na nejvyšším výsevku 1,5 kg (1,87 t/ha).

Tab. č. 2: Vliv výsevku na výnosové prvky a výnos semene máku (3-letý průměr 02 -04)

Výsevek	0,5 kg/ha	1,0 kg/ha	1,5 kg/ha
Počet rostlin/m ²	19,5	40,6	62,8
Počet semen v tobolce	5938	5425	4869
Počet tobolek/m ²	58,9	73,9	80,9
HTS (g)	0,484	0,48	0,483
Výnos semene t/ha	1,61	1,81	1,87

(Zdroj: Roubal In: Cihlář a kol., 2010)

V den setí si také založíme na ploše asi 1 m² signální body, kde výsevek máku zvýšíme asi 100 násobně. Na tomto signálním bodě sledujeme vzejití máku a také poškození (nálet) brouků krytonosce kořenového (Cihlár a kol., 2010).

Meziřádková vzdálenost

Stanovení optimálního sponu, v němž budeme rostliny pěstovat v určitých podmínkách, patří k rozhodujícím předpokladům, jež musí splňovat biologické požadavky rostlin a zároveň přihlížet k technologickým možnostem výsevu. Vhodná organizace porostu musí zajistit optimální růst a vývoj rostlin od samotného počátku, jejich výhodný vzájemný vztah a co největší konkurenceschopnost vůči plevelům a ostatním nežádoucím vlivům (Kadlec a Zehnálek, 2001). Počet rostlin přepočtený na hektar, jejich vzájemný vztah během vegetace a nakonec počet rostlin, které skutečně sklídíme, bude mít nejvyšší vliv na hospodářský výnos a výsledek celého pěstování (Kadlec a Zehnálek, 2001).

Se zvětšující se výživnou plochou (sponem) vzrůstá počet makovic na rostlině, počet listů, tloušťka lodyhy i výška porostu. Hmotnost tobolek, jejich objem a hmotnost semen z jedné rostliny se rovněž zvyšují. Avšak průměrná hmotnost jedné tobolky se semeny se snižuje (Kadlec a Zehnálek, 2001). S větší hustotou porostu ubývá výnos z jednotlivých rostlin, avšak srovnáme-li výnosy z celé plochy, pak je velmi evidentní, že výnosy z hustších porostů jsou vyšší než z porostů s velkým sponem. Hustší spon, s větším počtem rostlin na plošné jednotce je tedy z praktického hlediska mnohem výhodnější, protože větší počet makovic na jedné rostlině nemůže vyrovnat výnos většího počtu méně rozvětvených rostlin (Kadlec a Zehnálek, 2001).

Ze stávajících možností se jeví jako optimální meziřádková vzdálenost 75 až 150 mm, někdy až 250 mm při dodržení výsevku 0,8 - 1,2 kg/ha tj. dosažení 50 - 70 rostlin/m² (Bechyně a Kadlec, 2001). Nejvíce přitom vyhovuje čtvercový spon, nebo výživná plocha, která se čtverci co nejvíce blíží (Kadlec a Zehnálek, 2001). Cihlár a kol. (2010) uvádějí, že by meziřádková vzdálenost u velkovýrobně pěstovaného máku neměla být větší než 25 cm. Cihlár a kol. (2010) dále uvádějí, že v příliš širokých řádcích např. v ekologickém pěstování okolo 45 cm mák velmi větví a sklizeň je potom problematická, současně velmi vážně hrozí zaplevelení, zvláště pozdními plevely jako jsou laskavec a merlík.

Kadlec a Zehnálek (2001) dále uvádějí, že v pokusech při počtu 65 - 70 rostlin na m² vytvářely rostliny v dlouhodobém průměru z různých stanovišť 1,77 tobolky na jedné rostlině s průměrnou hmotností jedné makovice se semeny 5,11 g a průměrnou hmotností semene v makovici 2,35 g. Teoretický výnos odpovídal při těchto parametrech 2,8 tunám na hektar.

Praktický výnos byl přirozeně nižší a činil 1,82 t/ha. Kadlec a Zehnálek (2001) dále píše, že pro srovnání v pokusech, které využívaly počty rostlin dřívějších technologií - pěstování v širších řádcích ve sponu přibližně 450 x 125 mm, bylo na jednom m² 17,7 rostlin a průměrný počet makovic na jedné rostlině 3,11. Při průměrné hmotnosti semene z jedné makovice v množství 2,18 g, odpovídá teoretický výnos semene pouze 1,2 t z ha, avšak praktický výnos byl 0,96 t.

Málo rozvětvené rostliny z hustších sponů poskytují makovice vyrovnané ve velikosti i tvaru a hlavně rovnoměrně vyzrálé, protože doba kvetení a zrání je ve srovnání s rostlinami s velkým počtem makovic významně kratší (Kadlec a Zehnálek, 2001). Kadlec a Zehnálek (2001) dále uvádějí, že na rostlinách s velkým rozvětvením je velký podíl malých, nestejně dozrávajících tobolek vyvinutých z pozdních květů. Při příliš malém sponu s nedostatečnou výživou, tvoří mák malé makovice nežádoucího, velmi protáhlého tvaru.

Tab. č. 3: Vliv vzdálenosti a počtu rostlin jarního máku na vybrané ukazatele

(dle Popovce, 2000)

Vzdálenost rostlin od sebe (cm) v řádku 25 cm širokém	Výnos semen v t/ha (%)	Počet rostlin při sklizni (ks/ m ²)	Redukce rostlin (ks/ m ²) od jednocení do sklizně	Hmotnost semen v 1 makovici (g)	Počet makovic na 1 rostlinu (na 1 m ²)
6	2,33 (100%)	48	18	3,4	1,4 (67)
10	2,09 (90%)	36	8	3,7	1,6 (58)
12,5	1,81 (78%)	29	3	3,5	1,7 (49)
15	1,75 (75%)	252	2	3,7	1,9 (47)

(Zdroj: Cihlář a kol., 2010)

Změny v počtu rostlin

Roubal a kol. (2009) provedli pokusy a uvádějí, že počet rostlin sledovaný během vegetace se snižoval a byl závislý na průběhu počasí v pokusném roce. Při různém výsevu byl vzešlý počet rostlin odstupňován podle množství výsevu. U výsevu 0,5 kg bylo v průměru tří let 30 rostlin na 1 m², u výsevu 1,0 kg 54 rostlin, a u výsevu 1,5 kg 81 rostlin na 1 m². Do sklizně se tento počet snížil, v prvním roce o 57 %, v druhém roce o 20 %, a ve třetím pokusném roce o 12 %. Podle poznatků Schreiera (1980) je ale možno považovat úbytek rostlin okolo 10–20 % jako normální.

Dle Roubala a kol. (2009) bylo v jejich pokusech příčinou vysoké redukce počtu rostlin v období vzcházení máku v roce 2002 spolupůsobení přisušku v kombinaci s přízemními mrazíky, ojedinělými srážkami, tvorbou půdního škraloupu a následným vysokým výskytem spálové formy helmintosporiózy. V roce 2003 a 2004 byla redukce počtu rostlin nižší. Roubal a kol (2009) dále uvádějí, že nízký výskyt houbových patogenů lze přičíst pozdějšímu termínu setí oproti roku 2002, lepším půdním podmínkám a průběhu počasí, které výskyt chorob eliminovalo. Na redukcii rostlin do 6 pravých listů kromě vlivu houbových patogenů (nižší výskyt) se částečně podílel žír imag krytonosce kořenového. Výskyt krytonosce kořenového byl ale v těchto dvou letech hodnocen jako nízký, takže nebylo nutné přikročit k chemické ochraně. Větší vliv na redukcii rostlin zejména v roce 2003 měly abiotické vlivy, např. fytotoxicita zvláště postemergentních herbicidů (vyšší fytotoxicita u později vzejitých, menších rostlin).

Také Cihlář a kol. (2013) upozorňují na to, že i přes dodržení všech zásad sklízíme porosty s průměrným počtem okolo 55 rostlin na 1 m². Přitom při výsevku 1,5 kg a HTS 0,5 g vysejeme na 1 m² 300 semen máku. To znamená, že výsledný výnos porostu tvoří něco okolo 20 % zasetých rostlin. K tomuto úbytku dochází zejména napadením houbovými patogeny, likvidací krytonoscem kořenovým a v neposlední řadě prostým nevzejitím osiva v důsledku sucha.

Používaná technika

Vysévat mák můžeme všemi dostupnými secími stroji, které dokáží zabezpečit výsevek 1,2 - 1,75 kg/ha, a uloží osivo do hloubky maximálně 1 - 2 cm (Cihlář a Roubal, 2011).

Pro výsev máku se používá široká škála secích strojů s mechanickým i pneumatickým výsevním ústrojím. Rozdíl mezi pneumatickými a mechanickými secími stroji není jen v provedení výsevního ústrojí, ale i tvaru zásobníku osiv. Secí stroje s kuželovým zásobníkem jsou výhodnější, neboť při nízkém výsevku na hektar a ve svahovitém terénu není nutné mít v zásobníku více osiva, než je zapotřebí. U strojů s mechanickým výsevem a širokým zásobníkem dochází k sesypání osiva k jedné straně a je nutné udržovat vyšší hladinu osiva ve výsevní skříni (Vlk a Michalíček, 2010).

Pro setí máku jsou v suchých podmínkách vhodnější klasické botkové výsevní jednotky, které vytvoří set'ové lůžko s utuženým podložím. Trendy v konstrukci přechází k diskovým výsevním botkám s pneumatickým výsevním ústrojím. Nejnovější konstrukce dvoudiskových výsevních jednotek s opěrným kolem pracují klidně a udržují hloubku setí i na

nerovném povrchu, jsou bezúdržbové a odolné vůči opotřebení. Stále častěji se používají univerzální diskové secí stroje (Vlk a Michalíček, 2010). Bechyně a Kadlec (2001) dodávají, že i u těchto strojů je nutné, aby splňovaly požadavky, jako jsou kvalitní, nízký výsevek, mělké a rovnoměrné uložení semene na dno secího lůžka. Vlk a Michalíček (2010) uvádí, že kolečka vedou každou jednotlivou botku v nastavené hloubce a umožňují tak přesné uložení osiva máku. Vlk a Michalíček (2010) doplňují, že diskové secí stroje mají vysoký denní výkon, neboť umožňují přesné ukládání osiva i při vysokých pracovních rychlostech (12 - 15 km/h). Tyto stroje postupně nahrazují dříve používané botkové secí stroje s mechanickým výsevním ústrojím.

U klasických botkových secích strojů se využívá jen zadní řada botek a vyřazují se z činnosti zavlačovače. Botky mají být bez přítlaku a požadovaná hloubka setí se docílí rychlejší jízdou max. 8 km/h. Kdyby se vysévalo předními botkami, zadní řada by mák zahrnovala a tím poškozovala (Bechyně a Kadlec, 2001). V tomto případě se rozteč řádků zvětší až na 25 cm. Problémy se zahrnováním řádků nejsou u secích strojů s roztečí botek 15 - 16,7 cm, kdy je možné set všemi botkami a rozmístění rostlin je výhodnější než u setí přes řádek (Vlk a Michalíček, 2010).

Osvědčené radličkové secí stroje není vhodné při setí máku použít na hrubých brázdách, neboť k rovnoměrné hloubce setí vyžadují rovný pozemek. Proto je vhodné již na podzim hlubší podmítkou pozemek urovnat (Škoda, 2001).

Ideálním způsobem pro jarní setí je setí přímo secí kombinací, která nevysušuje půdu předsetíovými operacemi a nezanechává dlouho viditelné koleje (Vlk a Michalíček, 2010).

3.3. Výživa a ochrana proti škodlivým činitelům

3.3.1. Výživa a regulace máku setého

Mák patří ke středně náročným plodinám na živiny. Má však omezenou schopnost osvojit si živiny, zvláště na počátku vegetace, a proto je předpokladem úspěšného pěstování dostatek přijatelných živin v půdě, případně dostatečný přísun živin v hnojivech, které zajistí dobrý počáteční růst máku (Vaněk a kol., 2007).

Hnojení máku vychází z jeho celkové potřeby živin a některých specifických zvláštností. Běžně se uplatňují statková hnojiva, musí však být kvalitní a včas aplikována

(Vaněk a kol., 2007). Vaněk a kol. (2007) dále uvádějí, že pro hnojení P, K a Mg platí obecné zásady hnojení půd těmito živinami s tím, že mák by se měl pěstovat na půdách dobře zásobených P a K. Zásadně hnojíme P a K hnojivy po sklizni předplodiny již koncem léta či začátkem podzimu, aby hnojiva mohla být zapravena do celého půdního profilu orbou.

Množství dusíku v minerálních hnojivech se většinou pohybuje v rozmezí 40 - 80 kg N/ha. Nižší dávky přicházejí v úvahu na dobrých stanovištích a po hnojení statkovými hnojivy. Hlavní zásadou z hlediska doby aplikace je to, že hnojíme co nejdříve, nejpozději na počátku vegetace. Pozdní a zvláště vysoké dávky N působí většinou nepříznivě na výnos i jakost semene (Vaněk a kol., 2007).

Dusíkatá hnojiva se aplikují: - před setím - dávka by neměla přesáhnout 40 kg/ha, nejčastěji DAM, SA, LAV a močovina, - po zasetí, ještě než porost vzejde, nejčastěji DAM a LAV, - na list, nejpozději 10 dní po vzejtí (Vaněk a kol., 2007). Vyšší intenzita hnojení dusíkem ale zároveň snižuje odolnost máku vůči polehnutí. To lze omezit aplikací regulátoru, který toto nebezpečí do značné míry sníží (Roubal, 2008).

Tab. č. 4: Vliv N-hnojení na výnos makoviny, semene a obsah morfinu v makovině

Varianta	Výnos makoviny (t/ha)	Výnos semene (t/ha)	Obsah morfinu (%)
N1 – 0 kg N/ha	0,41	1,69	0,570
N2 – 100 kg N/ha	0,40	1,72	0,623
N3 – 200 kg N/ha	0,43	1,78	0,656

Zdroj: (Vašák a kol., 2010)

Tab. č. 5: Vliv dávek N na výnosové výsledky u máku (odrůda Opal)

Dávka N (kg/ha)	Výnos semene v % (100% = 1,37t/ha)	Počet tobolek		Obsah morfinu v makovině (100% = 0,631 %)
		na 1 rostlinu	relativně (100% = 1,36)	
60	112,2	1,48	108,8	105,1
90	115,6	1,55	114,0	107,7
120	108,5	1,66	122,0	104,1

Zdroj: (Vašák a kol., 2010)

Mák má vysokou potřebu bóru, což zřejmě souvisí s tvorbou velkého množství meristemických pletiv (buněk mléčných žláz - mléčnic pro tvorbu mléčných šťáv - latexu), pro které je B nezbytným mikroprvkem (Vaněk a kol., 2007). V pokusech provedených v letech 2004 - 2006 byl prokázán pozitivní vliv síry aplikované ve formě síranu amonného na výnos semene. Rovněž hnojení hořčíku je důležité pro správný vývoj porostu máku (Richter a kol., 2011).

Mák je velmi citlivá plodina, kterou snadno poškodí nepřízeň klimatu i postřiky. Proto potřebuje podporu. Jednou stimulaci, jindy retardaci, či regulaci, často postupně všechny zákroky. Každý úspěšný pěstitel využívá regulátory růstu, stimulační hnojiva i humáty. Někdy přinesou větší efekt než například pouhá vysoká úroveň dusíkatého hnojení bez regulace (Vašák a kol., 2010). Regulátory a stimulanty růstu jsou většinou poměrně levné. Jejich aplikaci lze v máku doporučit, protože mohou zvýšit výnosovou jistotu. Na druhou stranu je nutno počítat s tím, že jejich aplikace často nemusí přinést očekávaný efekt (Havel a kol., 2010).

3.3.2. Ochrana proti plevelům a škůdcům máku setého

Plevele

Zaplevelení je kritickým bodem velkovýrobní pěstitelské technologie, protože mák má vůči plevelům jen malou konkurenční schopnost (Havel a kol., 2010). Havel a kol. (2010) uvádějí, že mák mohou zaplevelovat prakticky všechny druhy plevelných rostlin, které se v dané lokalitě vyskytují. Z jednoděložných jednoletých plevelů se vyskytuje ježatka kuří noha, výdrol obilnin, bér a oves hluchý. Z vytrvalých plevelů jsou nejvýznamnější pýr a pcháč. Druhově nejpestřejší jsou jednoleté dvouděložné plevele. K nejvýznamnějším plevelům z této skupiny patří merlíky, laskavce, rdesna, svízel přítula, blín černý, řepka, hořčice, ohnice a mnoho dalších druhů.

I při uplatnění agrotechnických zásad nelze plevele v máku úspěšně regulovat jedním herbicidním zásahem, ale musí být prováděn systém zpravidla 2 - 3 ošetření. K tomu se přidávají speciální ošetření např. proti trávovitým plevelům, svízeli a rdesnům, výdrolu řepky apod. V systémech regulace plevelů v máku nacházíme dvě základní varianty: a) systém regulace založený na preemergentním ošetření, b) systém s výhradně postemergentními aplikacemi (Cihlár a kol., 2010).

U všech registrovaných herbicidů se jedná o přípravky vyvíjené do jiných plodin, u nichž se časem zjistilo, že jejich aplikaci mák dokáže nějakým způsobem přežít. Pokud při jejich aplikaci nejsou dodrženy předepsané zásady, většinou dojde k těžkému poškození nebo i zničení porostu (Havel a kol., 2010).

Základem úspěchu systému regulace plevelů v máku setém je regulace především vytrvalých plevelů v předplodině (Kazda a kol., 2010). Kazda a kol. (2010) pak upozorňují na to, že problémem mohou být příbuzné plevelné rostliny jako mák vlčí, mák pochybný, zemědělským lékařským aj.

Škůdci

Brzy na jaře při vzcházení máku může porosty silně poškodit krytonosec kořenový (*Stenocarus ruficornis*). Obvykle ve druhé polovině dubna se v porostech objevují dospělci. Silně poškozuji drobným žírem malé vzcházející rostlinky máku, rostliny často zasychají a hynou. Larvy se vyvíjejí v kúlovém kořenu a v období před květem silně poškozuji rostliny (Kazda a kol., 2010). V jednom kořenu může být 15 - 20 larev (Šedivý, 2001). Šedivý (2001) pak uvádí, že se jako ochrana používá moření, nebo postřik po vzejití.

Během celé vegetace je mák poškozován sáním mšice makové (*Aphis fabae*) a klopoušek (*Miridae*) (Kazda a kol., 2010).

Ve fázi háčkování až počátku květu se v porostech máku, zejména v teplejších oblastech, objevují velcí brouci krytonosce makovicového (*Neoglycianus macula-alba*). Zpočátku poškozuji žírem stonky a poupata, později malé makovice, kam kladou i vajíčka. Larvy vyžirají přepážky, v makovicích se nevyvíjejí semena (Kazda a kol., 2010). Jako ochrana se provádí postřik (Šedivý, 2001).

Od začátku června se v porostech máku objevuje drobný blanokřídlý hmyz žlabatka stonková (*Timaspis papaveris*). Samička klade vajíčka do stonků, larvy poškozuji stonky uvnitř žírem. Rostliny zakrňují v růstu, při silnějším výskytu se lámou. Chemickou ochranu je nutno provést proti dospělcům před kladením vajíček (Kazda a kol., 2010).

V makovicích se objevují drobné oranžové larvy bejlmorok makových (*Dasineura papaveris*). Larvy vyžirají vnitřní přepážky makovic a tvoří se semena (Kazda a kol., 2010). Poškození makovic se pohybuje od 3 do 15 % (Prokinová a kol., 2010). Proti bejlmorce není registrována žádná účinná látka, účinná je chemická ochrana proti krytonosci makovicovému (Kazda a kol., 2010).

Výnos semen i makoviny po celou dobu od zasetí až do sklizně nepříznivě ovlivňují i výskyty poruch způsobené nevhodným zpracováním půdy, povětrnostními podmínkami a nedostatkem stopových prvků (Prokinová a kol., 2010).

3.3.3. Ochrana proti chorobám máku setého

Plíseň maková (*Peronospora arborescens* (Berkeley) de Bary)

Původce

Infekce je způsobena organismem *Peronospora arborescens* (Prokinová a kol., 2010). Je to velmi jemný mikroskopický organismus, s myceliem bez přehrádek, dříve byl řazen do říše hub, současné poznatky potvrdily jeho příslušnost k říši *Chromista* (Prokinová, 2006b). Jedná se o obligátní biotrofní patogen (Kazda a kol., 2010). Parazit tvoří silné dichotomicky větvené konidiofory (Nováková-Pfeiferová, 1968). Konidie jsou malé, skoro kulovité, v průměru 16 μ veliké (Benada a kol., 1965), a klíčí vláknem (Nováková-Pfeiferová, 1968). V odumírajícím pletivu se tvoří kulovité oospory (Nováková-Pfeiferová, 1968). Oospory jsou 23 - 39 μ , nejčastěji 24 - 26 μ veliké, s hnědým, slabě zřaseným exosporem (Benada a kol., 1965).

Jako první našel plíseň makovou Berkeley roku 1846 na *Papaver rhoeas*, popsal ji a pojmenoval *Botrytis arborescens*. Roku 1863 ji de Bary správně zařadil do *Peronosporaceae* a nazval *Peronospora arborescens* (Gäumann, 1923).

Výskyt a zdroje

Choroba byla pozorována v různých zemích pěstujících opiový mák jako je Indie (Butler, 1918; Sattar a kol., 1995.), Rusko (Fokin, 1922), Německo (Darpoux, 1945), Írán (Alavi, 1974), Kanada (Tewari a Skoropad, 1981), Itálie (Bertetti a Gullino, 2003), Španělsko (Jimenez-Diaz a kol., 2005), a stejně tak v mnoha dalších zemích světa (Dubey a kol. 2009). Plíseň máku se stala vážnou chorobou i pro Tasmánský makový průmysl, a to poprvé v roce 1996 (Scott a kol., 2004). Choroba se vyskytuje ve všech oblastech pěstování máku. Asi do roku 2005 bylo napadení rostlin jen ojedinělé. V dalších letech onemocnění rychle narůstá a zvláště ozimý mák, speciálně z méně kvalitních infikovaných partií osiv, je napadán až extrémně (Prokinová a kol., 2010).

Patogen napadá nejen mák setý (*Papaver somniferum*), ale i další druhy máků jak planých (*P. rhoeas* - mák vlčí, *P. dubium* - mák pochybný, *P. setigerum* - mák štetinkatý), tak okrasných (např. *P. nudicaule* - mák nahoprutý) (Prokinová, 2009).

K infekci a vzniku onemocnění dochází v první třetině vegetace, nejčastěji již při vzcházení (Prokinová, 2006a). Později jsou rostliny napadány ve fázi přizemních růžic a dlouhivého růstu. Nápadné je šíření choroby z ozimých na jarní máky, pokud rostou blízko sebe. Význam choroby vzrůstá s koncentrací pěstování máku (Prokinová a kol., 2010).

Peronospora arborescens přežívá období vegetačního klidu v endospermu semen (Vlašný a Cihlář, 2010) a napadá vzcházející rostliny z infikovaných semen. Plíseň maková se pravidelně tedy vyskytuje v porostech z osiva napadených makovic a takto napadené rostliny mohou zcela odumřít, popřípadě se mohou vytvořit deformované rostliny a makovice (Prokinová a kol., 2010). Dále se zcela nesprávně traduje, že *P. arborescens* se v porostu nešíří, že ze semene napadené rostliny odumírají a další již neonemocní. Toto tvrzení je ale nepravdivé, nakonec někteří pěstitelé se o tom přesvědčili již sami (Prokinová, 2009). Faktem je, že spóry, které se vytvoří na listech, mají relativně krátkou životnost a nízkou klíčivost. Přesto ale k infekci dalších rostlin dochází (Prokinová, 2006a). Výsledky také ukazují, že sporangia, tvořena na napadených rostlinách jsou účinné při vzniku sekundární infekce, která se později může stát systémovou, a co důležitější, mohou tyto opožděné systémové infekce, stejně jako sekundární místní infekce tobolek, vést k infekci semen (Montes-Borego a kol., 2009).

Dále pak může patogen přežívat i ve stadiu oospor (pohlavně vzniklé spóry, schopné dobře odolávat nepříznivým podmínkám prostředí), které se vytvářejí v napadeném pletivu a jehož zbytky zůstávají na pozemku (Vlašný a Cihlář, 2010). Předpokládá se, že životnost oospor je 5, možná i více let. Na druhou stranu ale infekce z půdy má pro napadení porostu minimální význam a pozor si musí dát hlavně výrobci osiva. Důkaz toho, že oospory z rostlinných zbytků mohou infikovat rostliny, které v raných fázích mohou způsobovat i systémovou infekci přinesli vědci ve Španělsku i Itálii, tedy v zemích, kde se choroba také hojně vyskytuje (Vlašný a Cihlář, 2010). Montes-Borego a kol. (2009) poukazují na to, že výsledky prokázaly, že oospory v infikované půdě byly efektivní inokulum pro vniknutí patogena přes podzemní části rostlin klíčících máků. To způsobilo systémovou infekci. Také Kothari a Prasad (1970) prokázali významný vliv vytrvalých oospor v půdě, když v pokusech pozorovali daleko intenzivnější napadení plísní makovou na pozemcích kde se mák pěstoval před méně než třemi lety. Tam kde byl odstup více let, se napadení snižovalo. Stegmark (1995) uvádí, že u příbuzného patogena *Peronospora viciae* jsou brzy v sezoně primárním

inokulem oospory obsažené v půdě. Tyto oospory mohou přežívat v půdě dlouhou dobu, a podle Olofssona (1966) jsou ve Švédsku tyto infekce běžnou praxí i při šestiletém odstupu pěstování plodiny na stejném pozemku. Olofsson (1966) pak uvádí, že tyto oospory mohou v půdě přežít až 10 až 15 let a McKay (1957) píše, že u *P.destructor* u cibule vykazují oospory dobrou životaschopnost dokonce i po 25 letech ve vnějším prostředí.

Existují tedy tři zdroje infekce: osivo, zamořený pozemek a plané máky. V našich podmínkách je v současné době hlavním zdrojem infekce v porostech osivo. Pokud ale dojde ke zkracování intervalu pěstování máku na jednom pozemku na méně než čtyři, lépe pět let, je třeba počítat i s infekcí z půdy (Prokinová, 2009).

Výskyt peronospory je nejvíce ovlivňován klimatickými podmínkami jednotlivých let. Z klimatických faktorů je nejdůležitější pro rozvoj parazita dostatečné množství srážek a vysoká vzdušná vlhkost, neboť optimální teplota pro napadení parazitem se pohybuje v rozmezí od 12 °C do 19 °C, což v našich podmínkách prakticky odpovídá teplotám od počátku května téměř do poloviny července. Optimální teplota k vyklíčení konidií 17 - 18 °C, maximální je 25 - 26 °C a minimální 4 - 7 °C. Daleko více však záleží na vzdušné vlhkosti, a tak nejsilněji bývají napadeny máky, které vzcházejí za chladného a deštivého počasí (Vlašný, 2010). Jin-Hua a kol. (2002) pak uvádějí, že optimální teplotní rozmezí pro rozvoj patogena je od 12 do 21 °C, nejlépe 16 °C, rozmezí pH je 4,53 - 9,18, nejlépe pH 7,38.

Předpokladem vyklíčení a proniknutí do rostliny je i vysoká vzdušná vlhkost (Prokinová, 2006b). Maximální relativní vlhkost vzduchu pro vývoj patogena je 67 % a minimální 24 - 49 % a to jak in vitro, tak v polních podmínkách (Doshi a Thakore, 2002). Inkubační doba (od proniknutí patogena do rostliny po objevení se prvních příznaků) je v závislosti na teplotě a vlhkosti 4 - 6 dní (Prokinová, 2006b). Asi pět dní po infekci konidiofory přes průduchy prorůstají ven a produkují konidie (Doshi a Thakore, 2001). Vzniku onemocnění napomáhá chladné, vlhké počasí v době klíčení a vzcházení rostlin, vyšší vzdušná vlhkost v dalších fázích vegetace. Napadení dalších rostlin později než v období květu je málo pravděpodobné (Kazda a kol., 2010).

Příznaky

Plíseň máku napadá v závislosti na podmínkách prostředí jak mladé, tak starší rostliny (Kazda a kol., 2010). Prokinová (2006b) píše, že příznaky napadení máku jsou variabilní, hodně záleží na době, kdy dojde k infekci rostliny.

Napadení plísní makovou se může projevit dvěma naprosto odlišnými typy onemocnění podle toho, zda se jedná o systémovou nebo sekundární infekci rostlin. Takovéto symptomy jsou odlišné tím, jaké symptomy na rostlině vzniknou (Vlašný, 2010).

Při napadení mladých - vzcházejících rostlinek se projevuje systémová infekce: deformace celé rostliny, výrazné zpomalení růstu, na listech jsou zřetelné chlorózy, na spodní straně listů lze nalézt nejprve bělavý, později šedofialový povlak houby (Kazda a kol., 2010). Napadené mladé rostliny nejprve výrazně zblednou, pak se deformují a zaostávají v růstu. Napadené listy jsou ztlustělé, zkadeřené, křehké (Havel a kol. 2010). Systémovou infekcí trpí rostliny, u kterých je zdrojem primární infekce semeno. (Prokinová, 2006b). Při klíčení semen mycelium proniká do stonku a kořene a dojde k infekci (Prokinová a kol., 2010). Rostliny zasažené primární infekcí většinou odumírají. Pokud přežijí, mají deformované, světle žluté listy, rostou velmi pomalu (Prokinová a kol., 2010).

Deformované stonky při silném napadení ztrácejí schopnost dlouhivého růstu a nevětví (Cihlář a Vašák, 2003). Stonek může být často napaden jen z jedné části, která odumírá a zatímco druhá část stonku roste, dochází k deformacím a kroucení stonku máku (Prokinová a kol., 2010). Benada a kol. (1958) pak uvádějí, že k zakřivení stonku dochází proto, že napadená strana zastaví růst, zatímco zdravá roste normálně.

Behr (1956) se zabýval histologií napadených máků a zjistil mycelium plísně makové v pletivech celého stonku i hlavního kořene. Našel mycelium parazita i v pletivech, na nichž ještě nebyly příznaky napadení patrné. Hyfy prorůstají veliké partie hlavní osy máku a teprve pak pronikají do listů. Někdy se mycelium nerozroste stejnoměrně celým průřezem stonku a napadne jen jednu stranu. V tom případě pak dochází k růstovým deformacím charakteristickým pro napadené květní stonky. Ve stonku je mycelium přímo pod epidermis v korovém a dřevném parenchymu, nikdy ne ve svazcích cévních. V kořenech je v hlubších vrstvách a často i v centrálním cylindru. Podle Behra (1956) je pravděpodobné, že místem prvotní infekce je stonek, odkud pronikají hyfy parazita do hlavního nervu listového, a odtud dále do listových pletiv.

Ze stonku se napadení šíří i do listů. Listy jsou ztloustlé, zkadeřené, z lícni strany chlorotické či světle zelené (Prokinová a kol., 2010). Listy jsou silnější - to je způsobeno reakcí rostliny na přítomnost patogena - v tomto případě jde o hypertrofický růst parenchymatických buněk (Prokinová, 2006b). Na spodní straně listů se objevuje povlak bílého až šedofialového mycelia (Prokinová a kol., 2010). Povlak je vysoký, sametový, špinavě bílý až šedofialový podle stáří. Jeho hustota se mění podle teploty a vlhkosti. Houbový povlak se obvykle šíří od báze listu v mezerách mezi nervy listovými a může

zachvátit celou čepel (Benada a kol., 1958). Mycelium se tvoří v palisádových pletivech, kde vytváří konidie a konidiofory, které procházejí skrze průduchy (Doshi a Thakore, 2001).

Nejvíce je napaden vegetační vrchol, dochází k deformaci, zkřivení a zduření květních stonků, které také bývají rovněž pokryté myceliem (Prokinová a kol., 2010). Havel a kol. (2007) uvádějí, že napadené rostliny zpravidla vůbec nevykvetou a postupně odumírají.

Napadený vrchol mladých rostlin vytváří hlávkovitý, křehký útvar pokrytý fialově šedým povlakem sporangioforů a sporangií (Havel a kol., 2010). Spleť houbových vláken a konidioforů později opadne a zůstane jen zaschlá zčernalá kostra tvrdších částí znetvořeného vrcholu (Benada a kol., 1965). Napadená poupata jsou malá, deformovaná, mohou i opadávat (Kazda a kol., 2010).

Pokud se vytvoří makovice, jsou zakrnělé na pokřivených stoncích a obsahují nevyvinutá semena (Havel a kol., 2007), jsou deformované, drobné, s přisedlými bliznami (Cihlár a Vašák, 2003), baňaté a často fialově zbarvené (Benada a kol., 1965). Semena jsou zakrnělá a proměněná v rezavý prášek (Cihlár a Vašák, 2003).

V květnu jsou příznaky onemocnění již velmi nápadné (Prokinová, 2009). Tato primární infekce slouží jako zdroj pro sekundární infekci, nejčastěji v období před kvetením (Prokinová a kol., 2010).

Méně nápadné příznaky vznikají v případě, že k infekci dojde později než v prvních dnech vegetace. (Prokinová, 2006b). Kazda a kol. (2010) uvádějí, že na listech starších rostlin se napadení projevuje nejprve světle zelenými, žloutnoucími skvrnami, které rychle zasychají. Při silném napadení dochází k předčasnému opadu listů - onemocnění je v tomto případě možné zaměnit s helmintosporiózou. Benada a kol. (1958) uvádějí, že na spodní straně těchto skvrn houba jen velmi spoře fruktifikuje. Tato forma onemocnění se projeví obvykle na spodních listech nejsilněji. Prokinová (2006b) potvrzuje, že se na spodní straně listů ani v místě napadení v tomto případě myceliový povlak většinou neobjevuje.

Napadené dospělé listy jsou hnědě skvrnité. Lodyha se při silném napadení neprodlužuje, nevětví, a pokud vytvoří poupata, zpravidla nekvete. (Havel a kol., 2010). Sekundární infekce se šíří pomalu, příznaky nejsou tak nápadné, přesto konečným příznakem je předčasné usychání rostliny (Kazda a kol., 2010). Pro merkantil představuje sekundární infekce napadení menší riziko, v případě semenných porostů jde ale o významný zdroj infekce (Vlažný a Cihlár, 2010).

Ochrana

Vzhledem k tomu, že ve světě není pěstování máku příliš rozšířené, není ani na mezinárodní úrovni zdravotnímu stavu této plodiny věnováno příliš pozornosti. Současný stav znalostí o výskytu, biologii patogena, vztazích mezi *P. arborescens* a hostitelskou rostlinou a možnostmi ochrany nabízí odborníkům více otázek než odpovědí. Přesto ale nejsou naše neznalosti tak zásadní, aby nebylo možné s jistotou některá ochranná opatření doporučit (Prokinová, 2006b). Havel a kol. (2010) uvádí, že pro ochranu proti této chorobě je potřeba dodržovat agrotechnické zásady, hlavně střídání plodin a nepřehoustlé porosty. Prokinová a kol. (2010) doporučují dodržovat delší odstupy v pěstování máku v osevním sledu 4- 5 let, nakupovat osivo ze zdravých porostů, nepěstovat ozimý a jarní mák vedle sebe, stejně jako nedávat vedle sebe porosty z neprověřených partií osiva a mořit osivo.

Naprostou samozřejmostí by mělo být zakládání semenných porostů z uznaného, mořeného, osiva. Moření osiva máku by mělo být obecně nedílnou součástí jeho pěstební technologie (Prokinová, 2006b). Osivo mořené mořidlem s fungicidní složkou omezuje přenos infekce ze semen na rostliny (Prokinová a kol., 2010). Dalším opatřením je důkladné čištění osiva tak, aby v něm nezůstávaly zbytky makoviny, která může být také infikovaná *P. arborescens* (Prokinová, 2006b). V Jugoslávii, kde se používá zbytků makovic jako hnojiva, dochází k velmi těžkému napadení máku plísní makovou (Benada a kol., 1958). Ve světě je úspěšné moření úč. látkami *metalaxyl* a *mancozeb* (popř. oběma látkami najednou), ovšem s vyššími dávkami mořidla se zpravidla zhoršuje klíčivost a částečně také délka rostlin (Vlažný a Cihlář, 2010).

Fungicidní ochrana je značně problematická. Aplikace do máku neregistrovaných fungicidů zatím nemá zcela uspokojivou účinnost (Prokinová a kol., 2010). Ošetření musí být provedeno preventivně, kurativní účinek je nedostatečný (Havel a kol., 2010). Je možné i ošetření postřikem na list, při objevení se prvních příznaků napadení. Účinné by byly např. *fosetyl - Al* v kombinaci s *oxychloridem mědi*, *chlorothalonil*, *metalaxyl-M*, *metalaxyl-M* v kombinaci s *mancozebem* nebo *oxychloridem mědi*, slabší účinnost má samostatně *mancozeb*. Ošetření lze v případě potřeby i opakovat, nejlépe přípravkem s jinou účinnou látkou (Prokinová, 2006b). Vlažný a Cihlář (2010) tvrdí, že na zvládnutí sekundárních projevů plísně stačí porost ošetřit i postřikem v pozdějších růstových fázích, což však sebou nepřináší větší výnosový efekt. Kurativní efekt oproti kontrolám ale přinesly i ošetření ostatními přípravky s účinnými látkami běžně používaných na tzv. pravé plísně.

Diskutabilní je ekonomická návratnost fungicidního postřiku hned po vytvoření 1 až 2 listů, kdy lze očekávat relativně vysokou biologickou účinnost. Některé zahraniční prameny

toto ošetření hodnotí jako účinné s tím, že proti plísni je potřeba ošetřit dvakrát až třikrát v intervalu 10 - 14 dnů. Čím později je provedeno prvé ošetření, tím menší je jeho efekt (Kazda a kol., 2010). Dobré výsledky prokázaly pokusy s trojitou dávkou, a to ve fázi vzházení, listové růžice a prodlužovacího růstu. Jiné studie doporučují dokonce čtvornou dávku, a to v termínech 35, 55, 75 a 95 dní po zasetí (Vlašný a Cihlář, 2010).

Jedním z obvyklých preventivních opatření je i výběr odolnějších odrůd. O odolnosti u nás pěstovaných odrůd k plísni máku je velmi málo informací, rozdíly mezi odrůdami jsou minimální a v dlouhodobém hodnocení by se asi stíraly (Prokinová, 2006b). Další opatření jsou zatím v oblasti úvah a případného výzkumu - např. využití biologické ochrany (Prokinová, 2006b). Vlažný (2010) uvádí, že by do budoucna mohly být zajímavé i pokusy s inokulací osiva půdními bakteriemi rodu *Azotobacter*, která dle indických vědců mírně snížila výskyt choroby a také zredukovala potřebu N-hnojení (prováděno na pozemcích s horšími podmínkami pro šíření plísně makové).

Helminthosporiová nekróza máku (*Pleospora papaveracea*, *Dendryphion penicillatum*)

Původce

Původcem je houba, která přežívá na posklizňových zbytcích a je přenosná osivem. *Pleospora papaveracea* je jméno pohlavního stadia houby. Během vegetace se na rostlinách setkáváme s nepohlavním stadiem. To je nejčastěji označováno jako *Dendryphion penicillatum*, ale nové poznatky získané díky molekulárně biologickým diagnostickým metodám prokázaly, že jde o dvě různé houby, které jsou obě pro mák patogenní a vyvolávají obdobné příznaky. Jméno nepohlavního stadia *P. papaveracea* není zatím jasné (jméno choroby vychází ze starého, dnes již neplatného jména původce: *Helminthosporium papaveris*) (Prokinová a kol., 2010). *Pleospora papaveracea* a *Dendryphion penicillatum* jsou dobře známé patogeny opiového máku (*Papaver somniferum*) (Farr a kol., 2000). *Pleospora papaveracea* je mikroskopická houba (Kazda a kol., 2010) a je fakultativním parazitem (Benada a kol., 1958).

Plodničkou pohlavního stadia je perithecium (Kazda a kol., 2010), které houba vytváří na podzim nebo z jara (Benada a kol., 1965). Perithecia jsou kulovitá, černá, většinou s malou vyčnívající papilou. Plodničky jsou často nahoře smáčklé, jejich stěna je drsná. Obsahují mezi parafysami kyjovitá vřecha, poněkud s osmi askosporami. Zralá vřecha jsou dvoustěnná, 90 -

100 μ dlouhá. Askospory jsou podlouhle vejčité, hnědě zbarvené, se třemi příčnými přehrádkami - v jedné nebo obou středních buňkách mají podélnou přehrádku. Při šířce 8 μ jsou ponejvíce 17 - 22 μ dlouhé (Benada a kol., 1958).

Na rostlinách během vegetace nacházíme nepohlavní stadia obou původců. Houby se mimo jiné liší drobnými rozdíly v morfologii vícebuněčných, oválných konidií (Kazda a kol., 2010). Konidie houby jsou světle hnědé, protáhlé, jednobuněčné i vícebuněčné. První popis parazita pochází z roku 1838 od Cordy (Benada a kol., 1958).

Výskyt a zdroje

Výskyt této choroby byl zaznamenán téměř ve všech evropských zemích; mimo Evropu vyskytuje se též i v Asii (Japonsko) a v Africe (Benada a kol., 1958). Poškození rostlin máku setého způsobené helmintosporiózou bylo hlášeno jako nejdestruktivnější choroba v Bulharsku, Švýcarsku, ČR, Slovensku, Rumunsku a Jugoslávii (Kapoor, 1995). Tato choroba se v Československu vyskytuje teprve od padesátých let a považuje se za nejnebezpečnější chorobu máku (Zvára, 1981). Hostitelské rostliny jsou kulturní a plané máky (Kazda a kol., 2010). Může se jako saprofyt vyvíjet i udržovat na odumírajících částech jiných rostlinných druhů, jako například na merlicích (*Chenopodium*) a lebedách (*Atriplex*) (Benada a kol., 1958). Mák napadá od vzházení až do sklizně (Havel a kol., 2010). Patogen se vyskytuje na všech částech rostliny, je přenosný osivem. Nejčastěji se objevuje na listech a makovicích. Škodlivost helmintosporiózy je velmi vysoká, v příznivých podmínkách až 50 % ztráty na výnosu. Napadány jsou všechny porosty (Prokinová a kol., 2010). Kazda a kol. (2010) pak tvrdí, že je to v současné době nejrozšířenější a nejvýznamnější onemocnění máku u nás. Výnosové ztráty odhadujeme na 20 - 30 %. Choroba se na máku vyskytuje prakticky ve všech letech, odlišná je pouze intenzita napadení (Havel a kol., 2010).

Primárním zdrojem infekce je osivo (Kazda a kol., 2010). Patogen se šíří také prostřednictvím posklizňových zbytků (Prokinová a kol., 2010), na kterých může přezimovat (Kazda a kol., 2010). První infekce nastávají již při klíčení. K pozdějšímu napadení dochází askosporami z plodnic, které se vytvořily na rostlinných zbytcích. Infekci podporuje vlhko a pozdní výsevy při následném teplém a vlhkém počasí (Havel a kol., 2010).

Pro napadení pozdějších vývojových stadií mohou hrát důležitou roli askospory, které se uvolňují z perithecií makových rostlinných zbytků z předešlého vegetačního období (Benada a kol., 1958). Benada a kol. (1958) uvádí, že konidie, které se vytvořily na konci vegetačního období, Zoggem (1945) nazvané zimními konidiemi, mohou též přezimovat,

nepřijdou-li ve styk s půdní mikroflórou. Pokusy bylo zjištěno, že houba je narušována půdními aktinomycety (Dölle, 1954) a půdními bakteriemi (Ettig, 1955).

Je-li v době kvetení máku příznivé počasí pro rozvoj houby (vysoká vzdušná vlhkost, teplota 22 - 28 °C), dochází k hromadným infekcím, které velmi rychle postupují a často ničí celé makové porosty. Rozvoj infekce makovic v této době podporuje krytonosec makovicový (*Neoglocianus maculaalba*) (Zvára, 1981). Konidie houby přenášené větrem ulpívají na poraněných místech na vytékající mléčné šťávě anebo jsou přenášeny přímo samičkami škůdce do blízkosti, anebo do otvorů vykousaných do makovic při kladení vajíček (Pozděna, 2009). Optimální teplota pro růst mycelia je 25 °C, minimum 3 °C, maximum 33 °C. Tvorba konidií počíná při 9 °C, největší při 21 - 30 °C a při 33 °C se konidie již netvoří. Optimální reakce pro růst je pH 5, minimum pH 3, maximum nad pH 10 (Ballarin, 1950). Podle Zogga (1945) je optimální teplota pro listovou infekci 24 - 28 °C, s inkubační dobou 1 - 2 dny. Podle Novákové-Pfeiferové (1968) pak průběh choroby a stupeň napadení makovic velmi závisí na průběhu počasí v červenci.

Příznaky

Podle Bittnera (2009b) mohou houby napadat rostliny máku ve všech fázích vývoje:

- infekce mladých rostlin z osiva - systémová infekce,
- infekce listů, před květem a v květu - z osiva a posklizňových zbytků,
- napadení tobolek - infekce přes bliznu v době květu, popřípadě dojde k infekci přes poranění mladé tobolky (kroupy, žír krytonosce makovicového).

Za příznivých podmínek pro patogena (chladno, vlhko, půdní škraloup) klíčící rostliny z napadených semen neprorostou nad povrch půdy a vykazují příznaky spály (Prokinová a kol., 2010). Konidie, které se uchytí na semenech, současně vyklíčí a houbová vlákna se rozrostou po povrchu osemení, které je při klíčení s prodlužujícím se hypokotylem často vynášeno nad povrch půdy. Přitom vlákna houby vnikají do zdravých děložních lístků a hypokotyly a způsobují pozvolné odumírání klíčících rostlin (Benada a kol., 1965). Hypokotyl hnědne, takže rostliny padají (Zvára, 1981). Rostliny zbavené dostatečného přívodu vody a živin a současným působením toxinů houby pozvolna žloutnou, ztrácejí spojení s kořenem, vlastní vahou padají a odumírají (Benada a kol., 1965). Napadení v přízemní růžici se projevuje zaškrcováním kořenového krčku (Havel a kol., 2010). Některé rostliny dočasně chorobě odolávají a odrostou, avšak ve stadiu růžic nebo po vyhnání stonků padají následkem zaškrvení kořenového krčku (Benada a kol., 1958).

Na starších rostlinách jsou na stoncích patrné modročerné úzké pásy, na listech se objevují nepravidelné, hranaté tmavohnědé skvrny, které mívají nafialovělý nádech. Skvrny se šíří, splývají, listy předčasně zasychají (Kazda a kol., 2010). Na listech vznikají skvrny ohraničené listovými žilkami. Při vlhkém počasí se na nich tvoří šedé vzdušné mycelium a až černé povlaky konidií (Havel a kol., 2010). Při suchém počasí tyto skvrny rychle zasychají. Za podmínek příznivých pro rozvoj parazita, tj. vysoké vzdušné vlhkosti a vysoké teplotě, jsou listy silně infikovány a tmavé skvrny navzájem splývají (Benada a kol., 1965). Napadení listů se projevuje nejčastěji v období kvetení a po odkvětu. Nejdříve je viditelné na jednotlivých rostlinách nebo v ohniscích. Později se šíří na celý porost (Prokinová a kol., 2010).

Houba prorůstá i do makovic, jež jsou menší, někdy i deformované, napadené pletivo má fialově hnědé zbarvení. Uvnitř makovic se vyvíjí jemné mycelium houby, které „splétá“ semena do splených shluků (Kazda a kol., 2010). Také makovice bývají infikovány po odkvětu, ale není vyloučena infekce mladé makovice, dosud uzavřené v poupěti, vláknky houby prorostlými z ochořelé lodyhy těsně pod poupětem (Benada a kol., 1965). Časně infikované makovice zůstávají zakrnělé. Později infikované makovice jsou porostlé šedavým myceliem, které povléká semena a vytváří husté chuchvalce (Havel a kol., 2010).

Napadené makovice mají nafialovělé zbarvení. Nezaměňovat s černými sazovitými povlaky na povrchu makovice, které tvoří mycelium převážně saprofytických hub rodů *Alternaria*, *Cladosporium* a dalších. Tyto houby osidlují již mrtvá pletiva, včetně pletiv odumřelých přirozeně, v souvislosti s ukončením vegetace. Na polních plodinách se v hojnější míře objevují v případě protahování sklizně, především při deštivém počasí (Prokinová, 2009). Mnohem častěji bývají však makovice normálně vyvinuté a nejeví zevních příznaků ochoření (Benada a kol., 1958). Benada a kol. (1965) ještě uvádějí, že ze zdravé makovice po otevření a vyklepnutí vypadnou všechna semena. Zcela jinak je tomu u makovic, jejichž vnitřek je prorostlý houbou. Jednotlivá semena jsou ke stěnám a navzájem mezi sebou natolik prorostlá myceliem, že se při otevření makovice neuvolní žádná semena nebo jen jejich nepatrná část.

Za podmínek pro vývoj houby zvláště příznivých (za vysoké teploty a vlhkosti) dochází k tzv. totální infekci. V tomto případě je napadána base stonku a odtud se nekrosa šíří po celé jeho délce. Ucpávají se cévy a nadzemní orgány jsou zaplaveny houbovými toxiny, což způsobuje náhlé zhnědnutí a zaschnutí veškerých listů, kdežto stonek s makovicemi bývá převážně ještě zelený. Průběh choroby bývá tak rychlý, že za několik dní usychají tímto způsobem celé makové kultury (Benada a kol., 1958). Za příznivých podmínek je průběh

choroby velmi rychlý (Nováková-Pfeiferová, 1968). Prostřednictvím napadených semen a rostlin se při sklizni spóry dostávají na zdravá semena a pokud jsou použita jako osivo, pak se cyklus patogena uzavírá (Prokinová a kol., 2010).

Ochrana

Zvýšení rizika zamoření pozemku helmintosporiózou představuje technologie sklizně, při které veškerý odpad zůstane na poli, napadené makovice se při sklizni semen rozdrťí a kypřičem zapraví zpátky do půdy. Čím kratší je odstup v pěstování máku na pozemku, tím větší je pravděpodobnost primární infekce z půdy. Základem ochrany je opět prevence – odstranění posklizňových zbytků, nejlépe zaoráním, dodržáním intervalu v pěstování máku na pozemku minimálně čtyři roky (Prokinová 2009). Nováková-Pfeiferová (1968) uvádí, že se doporučuje vyhýbat se pozemkům s těžkou slévavou půdou a uzavřeným polohám. I Havel a kol. (2010) uvádějí, že mák není dobré vysévat do slévavých těžkých půd.

Pro omezení infekce klíčnicích rostlin z osiva je vhodné použít mořidlo (obsahující insekticidní a fungicidní účinné látky) nebo ještě navíc ošetřit osivo elektronovou metodou E-ventus proti kontaminaci sporami hub a bakteriím (Prokinová a kol., 2010). Kazda a kol. (2010) doporučují výsev zdravého, nejlépe kalibrovaného a mořeného osiva do prohřáté půdy. Nezbytné je dodržování osevního postupu – nezařazovat mák na pozemek dříve než po čtyřech letech. Doplnujícím opatřením je fungicidní ošetření, obvykle v době háčkování, při silnějším výskytu i dříve (*kresoxim-methyl*, *metconazole*, *prothioconazole*).

Na plošné postřiky před květem mají registraci přípravky na bázi *kresoxim-methyl*, *metconazole*, *prochloraz + propiconazole* a *prothioconazole + tebuconazole*. Registraci získal i biologický přípravek obsahující houbu *Pithyium oligandrum*, u kterého jsou doporučeny dvě až tři aplikace během vegetace – první dvě do vytvoření listové růžice, poslední před květem (Prokinová a kol., 2010). Vlažný s Cihlářem (2010) uvádějí, že na regulaci zatím nejrozšířenější choroby helmintosporiózy doporučují aplikovat registrované fungicidy, a to *metconazole*, když má mák zhruba 30 cm a začíná se ukazovat poupě. Aplikace zpevní a mírně zkrátí stonek. Tím se omezí polehnutí. Poté na počátku květu aplikovat *kresoxim-methyl* spolu se smáčedlem.

Další registrované fungicidy jsou na bázi *prochloraz + propiconazole* (před květem až počátek květu) a *prothioconazole + tebuconazole*. Tyto přípravky jsou určeny hlavně proti helmintosporióze a také hlízence (Vlažný a Cihlář, 2010). Z devítileté zkušenosti s aplikací fungicidů (na základě našich pokusů registrace přípravků na bázi *metconazole* a *prochloraz + propiconazole*) pramení jasný pozitivní efekt tohoto zásahu (Vlažný a Cihlář, 2010). Vlažný

s Cihlářem (2010) dále píše, že v letech 2008 a 2009 měli možnost otestovat v pokusech fungicidní přípravek na bázi *azoxystrobinu* + *cyproconazolu*. Přípravek je registrován do obilnin a řepky. Z výsledků pokusů jasně vyplývá mimořádně pozitivní působení na rostliny máku. Pozitivně působil tento fungicid nejen na spektrum houbových chorob, ale výrazně omezil i poléhání porostu. Domnívají se, že by bylo velmi vhodné tento širokospektrální fungicid v máku registrovat.

Největší efekt má časné ošetření. Obvykle se provádí na počátku kvetení, v případě napadeného osiva by bylo účinnější provést ošetření ještě dříve. V současné době lze fungicidní ošetření doporučit jako samozřejmou součást pěstební technologie (Prokinová, 2009). Ekonomická návratnost aplikace fungicidů proti helmintosporioze je v pokusu zcela jasná i při cenách semen okolo 20 Kč/kg. Ceny aplikací od 3000 po 3400 Kč přinesly navýšení výnosu minimálně o 310 kg makového semene, to je 6200 Kč v experimentálních podmínkách (Vlažný a Cihlář, 2010). Při volbě fungicidní ochrany je nutné přihlížet jednak ke koncentraci máku v dané lokalitě, výhledu ceny a v neposlední řadě stavu porostu. Na řídké, nebo naopak příliš husté porosty aplikaci neprovádíme vůbec, nebo volíme levnější variantu. Naopak, na porosty silné se zhruba 80 - 110 rostlinami na m² lze aplikovat i dražší přípravky s jasnou odezvou ve výsledném výnosu (Vlažný a Cihlář, 2010).

3.4. Vliv některých agrotechnických opatření na výskyt chorob

3.4.1. Integrovaná ochrana rostlin

Integrovaná ochrana rostlin je systém, který využívá všech metod v souladu s ekonomickými, ekologickými a toxikologickými požadavky k tomu, aby škodlivé organismy byly udrženy pod hranicí škodlivosti, přičemž jsou preferovány a využívány přirozené faktory regulující jejich výskyt (Kazda a kol., 2010). Různé metody se využívají nejlépe ve vzájemné kombinaci (Kazda a kol., 2010). Cílem ochranných opatření není úplné vyhubení škodlivých organismů, ale snížení jejich výskytu pod ekonomický práh škodlivosti. K přesnému určení termínu ochrany slouží metody prognózy a signalizace (Kazda a kol., 2010). Rehm (2000) pak

uvádí, že základními aspekty integrované ochrany jsou: používání vhodných kombinací postupů ochrany rostlin, udržování škodlivých činitelů pod úrovní škodlivosti a důraz na životní prostředí.

Účelné využívání všech možností ochrany rostlin je tedy podstatou systému integrované ochrany rostlin (Kazda a kol., 2010). Systém integrované ochrany rostlin by pak měl vést k optimalizaci chemických vstupů, snížení nákladů na ně a v především k redukcí rizik kontaminace životního prostředí škodlivými látkami (Rehm, 2000).

K omezení výskytu chorob a škůdců se pak používají metody přímé a nepřímé. Cílem přímých opatření je zahubení původců chorob a škůdců. K těmto metodám patří chemické, biologické, biotechnické, mechanické a fyzikální. Nepřímé metody mají více preventivní charakter a jejich cílem je zamezit škodlivý výskyt vytvářením nepříznivých životních podmínek pro původce chorob a škůdců. Mezi metody nepřímé patří metody agrotechnické, šlechtitelské a organizační (Kazda a kol., 2010).

Agrotechnické metody patří k základním preventivním a ekonomickým opatřením v ochraně rostlin. Agrotechnickými zásahy se vytváří vhodné podmínky pro růst a vývoj rostlin. Zároveň je možno vytvořit nepříznivé podmínky pro rozvoj chorob i vývoj škůdců (Kazda a kol., 2010). Agrotechnická opatření zahrnují celý komplex agrotechniky, který je spojovacím článkem mezi komplexy ekologickými a biologickými (Badalíková a Kňákal, 2000). Agrotechnická opatření se musí přizpůsobovat zvláštnostem stanoviště, klimatu a počasí (Badalíková a Kňákal, 2000). Kazda a kol. (2010) zmiňují, že mezi agrotechnické metody ochrany rostlin patří volba stanoviště, oseední postup, zpracování půdy, hnojení, setí, hubení plevelů, sklizeň a odstranění posklizňových zbytků.

3.4.2. Zpracování půdy a jeho vliv na choroby

Výskyt chorob na polních plodinách je podmíněn řadou okolností. Ty prochází změnou, tak jak se mění technologie pěstování, odrudová skladba anebo počasí v jednotlivých letech (Váňová, 2008). Jardine a kol. (2000) uvádějí, že projev choroby je závislý na třech faktorech: náchylnost druhu a odrůdy, přítomnost daného patogena, podmínky prostředí vhodné pro růst a šíření patogena. Kraatz (2005) při porovnání výsledků svého šetření zjistil, že situace s fytopatogeny v jeho výrobním systému může být ovlivňována způsobem zpracování půdy, to platí zejména pro houbové choroby.

Úlohou zpracování půdy z hlediska ochrany rostlin je celkové zlepšení podmínek stanoviště a úprava jeho biologických a mikroklimatických podmínek (Kollár, 1981). Správné zpracování půdy zlepšuje biologickou aktivitu půdy a vytváří dobré podmínky pro mladé rostliny, které mohou „odrůst“ škodlivým organismům (Dvorský a Urban, 2011). S hloubkou půdního profilu pak ubývá množství půdních mikroorganismů (Kvěch a Škoda, 1985). Není-li v půdě dostatek vzduchu a vody, či jsou-li kulturní rostliny potlačovány plevelem, rostou pomaleji a jsou náchylnější k napadení (Dvorský a Urban, 2011).

Zpracování půdy může vést k přímému ničení přežívajících škodlivých činitelů (Frisbie, 1994). Rozrušování půdy během zpracování působí proti přežívání houbových patogenů (Baker a kol., 1996). Na délku životnosti trvalých výtrusů hub, udržujících se v půdě mnoho let, má rovněž vliv stav půdy. Jak ukázaly pokusy, mohou se trvalé výtrusy v neorané půdě zachovat mimořádně dlouho, kdežto v půdě obdělávané je jejich životnost kratší (Foltýn, 1968).

Zárodky houbových a bakteriálních chorob nadzemních částí rostlin bývají v půdě zneškodněny fyzikálními účinky a hlavně biologickými půdními činiteli. Samotné choroboplodné zárodky v půdě dlouho nevydrží a zárodky utkvělé na zbytcích nadzemních částí rostlin většinou zahynou s rozložením těchto zbytků (Foltýn, 1968).

Rostlinné zbytky

Faktory, které mohou způsobit snižování výnosů, souvisí většinou s větším množstvím rostlinných zbytků na povrchu půdy a jejich nerovnoměrným rozptýlením. To může způsobit problémy s napadením patogeny (Stach a kol., 2007). Houbové choroby jsou nejčastěji v půdě přenášeny právě na rostlinných zbytcích (Baker a kol., 1996). Kazda a kol. (2010) uvádí to, že ošetření strniště bezprostředně po sklizni a zapravení posklizňových zbytků do půdy může významně omezit napadení porostů v následující sezóně.

Houbové choroby se udržují nejen na posklizňových zbytcích, ale i v povrchové vrstvě ornice. Cílem základního zpracování půdy a předset'ové přípravy musí být rychlé přímé zničení houbových patogenů v půdě, nebo takové zásahy v jejich prostředí, které je potlačí. Jednou z možností je mechanické rozrušení jejich mycelia a vyloučení tzv. zeleného mostu (Stach, 2001). Stach (2001) pak uvádí, že zelený most „Green Bridge“ se vytváří přerůstáním nebo dlouhodobým pokrytím povrchu pole plevely, výdrolou předplodiny anebo meziplodinou. Není-li taková obrostlá podmínka zlikvidována vůbec, nebo zlikvidována jen krátce před setím, je velká pravděpodobnost, že kořeny další plodiny budou napadeny houbovými chorobami, které nejlépe přežily. K přerušení zeleného mostu je nejvhodnější

chemická podmínka s využitím účinné látky *glyphosátu* nebo *sulphosátu*. Nebezpečí velkého množství posklizňových zbytků nedokonale rozptýlených po pozemku se projevuje zvláště v řádcích nebo pásech za sklízecí mlátičkou, kde posklizňové zbytky odebírají ke svému rozkladu mnoho živin z půdy a při jejich rozkladu vznikají inhibiční látky, které následnou plodinu poškozují.

Orba

Ze základních operací při zpracování půdy má z hlediska ochrany rostlin velký význam hluboká orba, kterou se rostlinné zbytky a jejich napadené části dostávají hluboko do půdy a tak se ničí zdroj infekce (Kollár, 1981). Díky tomuto opatření se výrazně sníží populace rostlinných patogenů na těchto zbytcích přežívající (Frisbie, 1994). Benada a kol. (1959) dodávají, že někteří patogeni se hlubokou orbou ničí přímo, protože nenachází v hlubokých vrstvách půdních příznivé podmínky pro život. Jiní paraziti sice nehynou, ale nemohou se dále šířit.

Zpracování půdy tedy významnou měrou ovlivňuje výskyt chorob a škůdců. Podmínka a následná hluboká orba zaklopí posklizňové zbytky, kde přezimuje mnoho druhů houbových patogenů, do větší hloubky. Půdní mikroorganismy následně znemožní jejich úspěšné přezimování. Rovněž vývojová stadia živočišných škůdců jsou buď hubena přímo pohybem půdy při orbě, nebo zaklopením do větší hloubky (Kazda a kol., 2010).

Váňová (2008) potom uvádí, že hlubokou orbou se spory hub dostávají do dostatečné hloubky, ale při přeorání pozemku při dalším pěstování hrozí u déle klíčivých spor jejich opětovné vynesení k povrchu.

Půdoochranné zpracování

Redukované zpracování půdy působí na mikroflóru a edafickou faunu. Komplex vztahů, který vytváří interakce různých půdních organismů, napomáhá tvorbě inokula patogenů a jejich zvýšenému výskytu. Infekce původců chorob mohou být při použití redukovaného zpracování půdy rozdílné (Šedivý, 2002).

Zpracování půdy disky nebo radličkami, při kterém se nepřevrací půda, umožňuje rozvoj mnoha škodlivých druhů - původců chorob, slimáků, hmyzu, hrabošů apod. Opakované používání bezorebných technologií vede k výraznému rozšíření škodlivých organismů, a tím i ke zvýšení nákladů na jiné metody ochrany. V dlouhodobé perspektivě mohou tyto technologie znemožnit ekonomicky únosnou ochranu nejvíce pěstovaných plodin proti hlavním chorobám a škůdcům (Kazda a kol., 2010). Podle Bakera a kol. (1996) se na

nezpracovaných, nebo omezeně zpracovaných půdách choroby projevují častěji, protože nedochází k rozrušování a zapravování patogenů do půdy. Dle Sekerové (2000) změny v půdním procesu vyvolané zpracováním půdy, výrazně ovlivňují výskyt škodlivých činitelů. Jardine a kol. (2000) uvádějí, že při bezorebných technologiích se více daří chorobám, které upřednostňují chladné a vlhké podmínky, naproti tomu choroby upřednostňující teplo a sucho, jsou méně škodlivé.

Vliv redukovaných způsobů zpracování půdy na výskyt chorob se uvádí pouze na příkladech chorob určitých plodin - převážně obilnin, ozimé řepky a hrachu. Redukované zpracování půdy významně zvyšuje škodlivé výskyty fuzarióz. V ochraně proti listovým chorobám je nezbytné rozlišovat mezi biotrofními původci chorob (padlí travní, rzi) a nekrotrofními původci, jako jsou např. braničnatky na pšenici a helmintosporiozová hniloba a skvrnitost obilnin, které se vyskytují častěji na pozemcích s redukovaným zpracováním půdy než na půdách zpracovaných klasickým způsobem. Padlí travní a rzi nejsou ovlivňovány zpracováním půdy. Výskyt chorob pšenice a ječmene je více závislý na předplodině než na zpracování půdy. Příčinou jsou infikované zbytky rostlin slámy, které zůstaly na povrchu půdy a jsou zdrojem nových infekcí. K těmto původcům chorob patří ti, kteří přetrvávají na zbytcích rostlin. Na rozdíl od pozemků, na nichž byla uskutečněna klasická orba, podporuje redukované zpracování půdy rané výskyty těchto chorob. V porostech hrachu na pozemcích s redukovaným zpracováním půdy jsou na jaře časté výskyty uhnívání kořenů, které vznikají po napadení rostlin původci chorob. V ozimé řepce se redukované způsoby zpracování půdy hodnotí rozdílně, zvláště u fomové hniloby krčku. Rozdíly v hodnocení vyplývají z rozdílné redukce zpracování půdy. Pokud se používá kypření, které zapraví zbytky rostlin pod povrch půdy, nebyl zjištěn v následujícím roce zvýšený výskyt fomové hniloby a bílé hniloby způsobené hlízenkou obecnou. Sklerocia této houby již v hloubce 4 cm pod povrchem půdy rychleji ztrácejí životnost. V bezorebném systému zpracování půdy je nutno počítat se zvýšenými výskyty fomové i bílé hniloby, u bílé hniloby zvláště s primárními infekcemi ze sklerocií. Z listových chorob se ve zjednodušených způsobech zpracování půdy ve vlhkých rocích na řepce olejné zvyšují škodlivé výskyty černě řepkové (Šedivý, 2002).

Naproti tomu Sekerová (2000) v pokusech s fuzariózami v kukuřici ve vztahu ke zpracování půdy zjistila, že naproti očekávání, kdy se čekalo, že tento patogen přežívající na rostlinných zbytcích, bude kukuřici více napadat na neoraných variantách, byl zjištěn nižší výskyt na půdoochranných variantách. Sekerová (2000) uvádí jako důvod tohoto zjištění to, že díky vyšší mikrobiální a živočišné činnosti půdy, byly rostlinné zbytky rychleji rozkládány a ve výsledku došlo k nižšímu napadení. Také dle Schlütera a Blüchera (2005) se při

minimalizačním zpracování půdy na kořenech kulturních rostlin zmnoží „protihráči“ (antagonisté) fytopatogenních organismů.

U některých půd bylo zjištěno, že vysoký obsah půdní organické hmoty a vysoká biologická aktivita jsou spojeny s nízkou úrovní napadení rostlin chorobami (Zídek a kol., 1992). U půd s aktivní mikrobiální populací je pravděpodobně udržována rovnováha mezi jednotlivými druhy (skupinami) prostřednictvím antagonismů, které potlačují nastupující patogeny nebo urychlují rozklad zbytků napadených patogeny (Zídek a kol., 1992). Podle Sekerové (2000) vede zlepšení podmínek pro činnost půdních mikroorganismů ochranným zpracováním půdy, mimo jiné k lepšímu zpřístupnění živin, s čímž souvisí možnost uplatnění antipatogenních organismů šířících se v půdě.

Vliv redukováného zpracování půdy na výskyt poruch a škodlivých organismů je nutné hodnotit vždy nejen z pohledu zpracování půdy, ale také s přihlédnutím k ostatním faktorům, jako jsou předplodina, rezistence a náchylnost odrůd, doba setí, racionální výživa, klimatické podmínky a zvláště předchozí stupeň napadení porostů z hlediska populační dynamiky plevelů, patogenů a škůdců (Šedivý, 2002). Jardine a kol. (2000) také uvádějí, že závisí na konkrétní využití technologii konzervačního zpracování půdy.

Na základě obsáhlého studia odborné literatury a zkušeností široké zemědělské praxe lze konstatovat, že do všech půdních a povětrnostních podmínek nelze doporučit jediný systém zpracování půdy jako nejlepší z hlediska výnosu, zdravotního stavu, zaplevelení i následného vlivu na samotnou půdu (Stach a kol., 2007). Váňová (2008) dále uvádí, že souvislost mezi výskytem chorob a způsobem zpracování půdy není nikdy jednoznačná, je ale zvýšena především v letech, kdy jsou výskyty vyšší a škodlivost přesahuje hospodářsky únosnou mez.

3.4.3. Založení porostu a jeho vliv na choroby

Poškození porostů způsobená porušením zásad správného zakládání porostu obvykle nelze již během vegetace napravit (Kazda a kol., 2010). Mezi pěstební metody ochrany rostlin patří mimo jiné posunutí kritických růstových fází rostlin do období s nižším infekčním tlakem patogena. Například časný či pozdní výsev nebo záměrně hustší (snížení rizika napadení škůdci) či řidší (snížení rizika napadení houbovými chorobami) výsev (Dvorský a Urban, 2011).

Optimální doporučený termín výsevu je předpokladem správného vývoje rostlin a snižuje nebezpečí poškození rostlin chorobami nebo škůdci (Kazda a kol., 2010). Váňová (2008) uvádí, že například u chorob obilnin má vliv termín založení porostu, kdy napadány bývají porosty založené v raných termínech na podzim, protože patogen má vhodnější podmínky pro rozvoj (vyšší teplota půdy) i delší dobu pro šíření v porostu. Ale i pozdní výsevy mohou být rizikové.

Dodržením doporučeného výsevku nebo sponu výsadby se předchází škodám způsobeným zejména chorobami, které v přehoustlých porostech mají optimální podmínky pro rozvoj (Kazda a kol., 2010). Zvýšená hustota vytváří příhodné podmínky pro šíření chorob ať již z pohledu vytváření příznivého mikroklima (zvýšená vlhkost, delší ovlhčení listové plochy), šíření chorob přímým kontaktem sousedních listů či z důvodu vyšší náchylnosti pletiv při nižším osvětlení (Váňová a Klem, 2009). Běžně je možno pozorovat větší napadení rostlin na souvrati, kde bývají porosty přesety a jsou přehuštěné (Váňová, 2008). Dvorský a Urban (2011) pak ještě uvádějí, že zastíněná stanoviště a stanoviště, která jsou uzavřená (bez cirkulace vzduchu) podporují rozvoj chorob (např. plísní, padlí, rzi,...).

Změna technologie a snížení výsevku však zvyšují nároky na ochranu vzcházejících rostlin (Kazda a kol., 2010). Hustota porostu ovlivňuje také účinnost fungicidních aplikací. Zvýšená hustota porostu znamená zředění fungicidu ve vyšší biomase a riziko snížení účinnosti (Váňová a Klem, 2009).

Základním předpokladem zdravého porostu je nákup certifikovaného osiva a sadby. Mnoho druhů viróz, bakterióz a houbových chorob je přenášeno osivem a sadbou (Kazda a kol., 2010).

3.4.4. Výživa rostlin a její vliv na choroby

Správně usměrněná výživa rostlin reagující na skutečné fyzikálně-chemické a chemické vlastnosti půdy je stabilizujícím faktorem při pěstování každé zemědělské komodity a nabývá na větším významu zvláště při pěstování plodin s krátkou vegetační dobou (Richter a kol., 2011). Kromě mnoha ekologických faktorů se na problémech se zdravotním stavem rostlin podílí i způsob hospodaření. Významným faktorem je druh a množství použitých organických nebo průmyslových hnojiv (Zídek a kol., 1992).

Hnojením se mohou vlastnosti půdy zlepšit, zvláště hnojením statkovými hnojivy, neboť v silně biologicky činné půdě se zbytky rostlin s choroboplodnými zárodky rozkládají rychleji (Foltýn, 1968). Některé látky vznikající při rozkladu organické hmoty přispívají

k antifytopatogennímu potenciálu půdy. Oxid uhličitý, konečný produkt mineralizace, omezuje při vyšších koncentracích v půdě rozvoj některých patogenů (Zídek a kol., 1992). Jednou z přirozených vlastností půdy je schopnost omezovat výskyt chorob. Rostliny pěstované v biologicky aktivní půdě získávají přirozenou odolnost proti škodlivým činitelům (Dvorský a Urban, 2011).

Hnojením lze změnit půdní reakci, a tím vytvořit příznivé podmínky pro rostliny a nepříznivé podmínky pro půdní mikroorganismy, kdy např. houby vyžadují kyselé prostředí (Foltýn, 1968). Živiny, včetně dusíku, fosforu, draslíku, a mikroprvky v různých koncentracích jsou důležité pro rostlinnou produktivitu a celkové zdraví rostlin (Frisbie, 1994). Dobře živěné a zdravé rostliny jsou lépe schopny vypořádat se s útokem škodlivých činitelů (Frisbie, 1994).

Dostatečné a vyvážené hnojení je tedy předpokladem úspěšného rozvoje rostlin (Kazda a kol., 2010). Rostlina stresovaná nedostatkem živin je náchylnější k onemocnění, než rostlina s optimální úrovní výživy (Frisbie, 1994). Při aplikaci větších dávek snadno přijatelných živin, zejména v průmyslových hnojivech, se mohou objevit problémy s nevyváženou výživou rostlin (Zídek a kol., 1992). Bruggena a Termorshuizen (2003) uvádějí, že existuje souvislost mezi mikrobiální diverzitou, zásobou dusíku v půdě a výskytem chorob.

Vlivem luxusního příjmu se mohou živiny, např. nitráty, hromadit v buňkách rostlinných pletiv nebo vysoká koncentrace jedné živiny v půdním roztoku může blokovat uvolňování nebo příjem jiných živin (Zídek a kol., 1992). Zvláště vysoké dávky dusíku zvyšují nebezpečí napadení houbovými chorobami (Kazda a kol., 2010). Bylo zjištěno, že vysoký obsah rozpustných dusíkatých látek v buňkách rostlinných pletiv vede ke zvýšenému napadení rostlin. Příčinou může být zvýšená atraktivnost rostliny pro houby (zvětšení buněk a ztenčení buněčných stěn), ale za hlavní příčinu se považuje zrychlení reprodukce patogena podmíněné zvýšenou dostupností živin (Zídek a kol., 1992). Zásadní je zejména nepřehnojování dusíkem. Rostliny pak mají kompaktnější a odolnější pletiva (Dvorský a Urban, 2011).

Podle Váňové a Klema (2009) ale dusíkatá výživa obvykle působí na rozvoj chorob pouze nepřímo a tak dopad na rozvoj chorob může být často protichůdný. Časná aplikace dusíku zvyšuje hustotu porostu. Vliv dusíkaté výživy je pak v tomto případě dán především vlivem zvýšené hustoty. K tomu se přidává zvýšení náchylnosti pletiv vlivem nadbytku dusíku. Nadměrné hnojení dusíkem, může způsobovat nadměrný růst biomasy a tvořit příznivější mikroprostředí pro rostlinné patogeny (Frisbie, 1994). Hustší porosty s vyšším

olistěním omezují uvnitř porostu světelné podmínky a naopak zvyšují vlhkost, a tím vytvářejí vhodnější mikroklima pro napadení rostlin (Vaněk a kol., 2007).

Závažnost onemocnění je zřejmě více ovlivněna přístupností dusíku hostitelské rostlině, popř. patogenu, než jeho množstvím (Zídek a kol., 1992). Zídek a kol. (1992) dále tvrdí, že při organickém hnojení méně přístupnými formami dusíku, je nižší početnost napadení.

Prodloužená vegetace po nevyvážené dávce dusíku prodlužuje fáze, kdy rostlina je náchylná k určité chorobě (Foltýn, 1968). Poněkud odlišný je efekt dusíkaté výživy na napadení v závěru vegetace (Váňová a Klem, 2009).

Dvorský a Urban (2011) uvádějí také, že dobré zásobení rostlin draslíkem působí pozitivně zejména proti houbovým a bakteriálním chorobám. Podle Vaňka a kol. (2007) je i nedostatek síry dáván do souvislosti s vyšším výskytem některých chorob, především houbových. Má to své opodstatnění z hlediska poněkud změněného metabolismu rostlin a omezení produkce specifických látek a obranného systému rostlin. Kazda a kol. (2010) doplňují, že zejména vápnění půdy snižuje výskyt některých chorob a škůdců.

Jestliže má houba v konkurenčním prostředí nedostatek živin, je buď rozložena vlastními enzymy, nebo vytváří spory, které přežívají do doby, než jsou k dispozici nové živiny. Spory vyklíčí v přítomnosti kořenových exudátů (obsahují cukry, aminokyseliny, organické kyseliny, růstové látky, vitamíny) nebo jiného, snadno přístupného zdroje živin (Zídek a kol., 1992). Dodání čerstvé organické hmoty vyvolá klíčení spor, přičemž je důležité, aby měl materiál široký poměr C:N (větší než 25), aby nebyl k dispozici nadbytečný dusík pro výživu hub. To umožňuje mikroorganismům čerstvě vyklíčené houby potlačit (Zídek a kol., 1992).

3.4.4. Integrovaná ochrana máku

Vzhledem k omezenému množství registrovaných fungicidů, absenci fungicidního mořidla a zatím variabilních výsledků při použití fyzikálního a biologického ošetření osiva je mák ideální plodinou pro uplatňování integrované ochrany, takže lze konstatovat, že všechno zlé je pro něco dobré, protože právě nahrazení čistě pesticidní ochrany metodami ochrany integrované je současnou prioritou v ochraně rostlin ve všech rozvinutých zemích světa. Pro velikost plochy oseté mákem s nadsázkou platí, že méně je více (Prokinová, 2009).

S přihlédnutím k primárním zdrojům infekce by v žádném případě neměl být na jednom pozemku mák pěstován dříve než po čtyřech letech, lépe po pěti letech. Tomu tedy

musí odpovídat oseední postup v daném podniku (Prokinová, 2009). Vašák a kol. (2010) pak doporučují z agrotechnických dodržet tří až čtyřletý odstup pěstování máku po sobě, likvidovat posklizňové zbytky podzimní orbou (Vašák a kol., 2010).

Zpracování půdy

Velkou pozornost je tedy třeba věnovat kvalitní přípravě půdy, především set'ového lůžka. Protože se zpřísňují kritéria týkající se obsahu morfinu u semene určeného pro export (morfin není v semenech, ale může dojít ke kontaminaci prachem z rozdrčených makovic), je pravděpodobné rozšíření odrůd s minimálním až nulovým obsahem morfinu. Takovou makovinu samozřejmě farmaceutický průmysl vykupovat nebude – a tak kam s ní? Určitě by neměla zůstat na povrchu pozemku nebo jen mělce zapravená v půdě (minimalizační technologie zpracování půdy) – tam bude představovat zdroj infekce po celou dobu trvání rozkladu – cca čtyři roky (Prokinová, 2009).

Integrovaná ochrana je kvalitní zpracování půdy a kvalitní likvidace posklizňových zbytků (Kazda a kol., 2010). I Havel a kol. (2010) doporučují, že je nutno po sklizni máku strniště kvalitně zaorat kvůli podpoře rozkladu sklizňových zbytků. Bittner (2009b) potvrzuje, že také pro omezení infekce helmintosporiózou je vhodná dokonalá a hluboká orba.

Výsev

Kazda a kol. (2010) doporučují výsev zdravého, mořeného osiva (v případě máku je nutné insektofungicidní moření). Setí do pečlivě připravené, prohřáté půdy. Prokinová (2009) pak doporučuje setí do správné hloubky (5 - 10 mm), ne hlubší. Kazda a kol. (2010) dále doporučují v případě potřeby fungicidní ošetření co nejdříve po vzejití (*mancozeb*, *mandipropamid*, *metalaxyl-M*, *polpet* a další). Prokinová (2009) ještě uvádí, že ochrana spočívá také ve výběru pozemku s neslévavou půdou

Drobnosemenný mák citlivě reaguje na půdní podmínky, přičemž, zejména teplota, vlhkost půdy a její struktura ovlivňují dobu klíčení a vzcházení (Cihlár a Roubal, 2011). Přílišné vlhko a teplo může v době vzcházení urychlit šíření houbových chorob a způsobit padání klíčících rostlin (Vašák a kol., 2010). Teplota rovněž patří k rozhodujícím činitelům ovlivňujícím klíčení a energii klíčení semen. Například při teplotě 10 °C začínají semena klíčit po pěti až šesti dnech, při teplotě 18 až 20 °C již klíčí během tří až čtyř dnů. Další zvyšování teplot již klíčení neurychluje (Cihlár a Roubal, 2011).

Rychle se vyvíjející rostliny jsou odolnější vůči chorobám a škůdcům, kterým „utečou“, jsou vitálnější, lépe se vyrovnávají se stresovými faktory a poskytují vyšší výnos

(Cihlár a Roubal, 2011). Výskyt onemocnění se zvyšuje v případě, že po zasetí je půda dlouho chladná, vlhká, prodlužuje se doba vzcházení (Kazda a kol., 2010). Např. Plíseň maková se více vyskytla u pozdního výsevu ozimého máku (28. listopadu), než u časněji setého (30. října) (Doshi a Thakore, 2002). Kapoor (1995) naproti tomu uvádí, že při časném setí bylo pozorováno snížení infekce patogena *Pleospora papaveracea*.

Z agrotechnických opatření, vzhledem ke znalostem biologie patogenů, můžeme pěstitelům doporučit také nepřehoustlé porosty se zhruba 60 - 100 rostlinami na m² (Vlažný a Cihlár, 2010). Při rovnoměrném dozrávání u hustších sponů, jsou jak makovice, tak zvláště semena mnohem odolnější vůči mechanickému poškození i dalším nepříznivým vlivům (Kadlec a Zehnálek, 2001)

Havel (2009) uvádí, že u sledovaných porostů napadených houbovými chorobami, se prokázalo, že redukce počtu vzcházejících rostlin u nemořeného osiva za vlhkého a studeného počasí ukazuje, že za vhodných podmínek dojde k likvidaci napadených rostlin již v počátečních fázích vývoje. Zbytek porostu je pak sice málo napadený, ale silně prořídlý.

Výživa

Výskyt chorob je podmíněn řadou vnějších faktorů, mezi kterými zaujímá významné místo i agrotechnika. Její nedílnou součástí je i správná výživa rostlin (Richter a kol., 2007).

Obecný předpoklad, že k většímu rozvoji plísní pravých dochází v porostech hnojených vysokými dávkami dusíku, se v odborných pracích většinou nepotvrdily, ale dle předpokladu se na těchto variantách dosahovalo největších výnosů semen. Přesto několik studií poukazuje na mírné zvýšení napadení plísní u rostlin hnojených většími dávkami dusíku a naopak při větším hnojení fosforem index napadení klesá (Vlažný, 2010).

V pokuse založeném v roce 2006 byl sledován vztah výživy rostlin dusíkem a sírou na výskyt helmintosporií máku setého (*Helminthosporium papaveris*, teleomorpha *Pleospora papaveracea*), plísně máku (*Peronospora arborescens*) a sklerotiniové hniloby máku (*Sclerotinia sclerotiorum*). Dusík byl aplikován v dusičnanu amonném (34 % N), a síra v síranu amonném (20,5 % N, 24 % S) (Richter a kol., 2007).

Tab. č. 6: Vliv hnojení dusíkem a sírou na výskyt chorob máku

Tab.2: Zpřesněné stupnice hodnocení chorob máku setého

Body	Choroba		
	Helmintosporium spp.	Peronospora arborescens	Sclerotinia sclerotiorum
9	bez napadení	bez napadení	bez napadení
8	ojedinělé skvrny choroby	ojediněle rostliny s výskytem plísně	ojediněle rostliny s výskytem hniloby
7	napadeno do 5 % listové plochy	napadeno do 5 % rostlin	napadeno do 5 % rostlin
6	napadeno do 15 % listové plochy, ojediněle napadení stonků	napadeno do 10 % rostlin	
5	napadeno do 25 % listové plochy, napadeno do 5 % stonků	napadeno nebo odumřelo do 15 % rostlin	napadeno do 15 % rostlin
4	napadeno do 40 % listové plochy, napadeno do 15% stonků	napadeno nebo odumřelo do 25 % rostlin	
3	napadeno do 60% listové plochy, napadeno do 30% stonků	napadeno nebo odumřelo do 50 % rostlin	napadeno do 50 % rostlin
2	napadeno do 85 % listové plochy, napadeno do 60% stonků	napadeno nebo odumřelo do 75 % rostlin	
1	napadeno více než 85 % listové plochy nebo 60% stonků	napadeno nebo odumřelo více než 75 % rostlin	napadeno více než 50% rostlin

Tab.3: Posouzení zdravotního stavu máku

Var.č	Schéma hnojení	Helmintosporium spp. (stupně)	Peronospora arborescens (stupně)
1	Kontrola	2,3	6,7
2	N ₁ S ₀	4,3	6,7
3	N ₂ S ₀	3,3	7,0
4	N ₃ S ₀	2,3**	7,0
5	N ₁ S ₁	4,3*	7,3
6	N ₂ S ₁	5,0	7,3
7	N ₃ S ₁	5,3*	7,0

Poznámka * byla zjištěna výrazná ohniska deprese způsobená zřejmě vlivem půdních podmínek

** byl zjištěn podstatně zvýšený podíl stonkových helmintosporií

(Zdroj: Richter a kol., 2007)

Obecně můžeme konstatovat, že se v tomto roce pozitivně projevil vliv hnojení. Nejvyšším výskytem helmintosporií se vyznačovaly varianty 1 – 4, kde bylo hnojeno pouze dusíkem a v půdě byl před založením pokusu obsah vodorozpustné síry na úrovni 15,3 mg.kg⁻¹ zeminy. S dávkou dusíku se zvyšovala výška rostlin (u var 3, 4 v průměru o 7 cm) a vzrůstal podíl stonkových helmintosporií. Aplikace síry zvýšila její obsah v rostlinách z 0,23 na 0,3 % a to se projevilo v omezeném počtu postižených rostlin. U těchto variant byly na rozdíl od

variant sírou nehnojených silněji poškozeny pouze listy a bylo zjištěno napadení cca 20 % listové plochy a pouze do 10 % stonků (Richter a kol., 2007).

Pro peronosporu byly v roce 2006 zvláště příznivé povětrnostní podmínky. Přesto i při hodnocení této choroby byl zaznamenán pozitivní vliv síry aplikované do půdy na její výskyt. Zatímco u variant s různou intenzitou hnojení dusíkem bez přídavku síry (1 - 4) dosáhlo průměrné hodnocení 6,7 – 7 bodů (tj. napadení od 5 % do 10 % rostlin) u variant se sírou (5 - 7) bylo napadení na úrovni 5 % zaznamenáno pouze ojediněle (Richter a kol., 2007).

Sklerotiniová hniloba se v roce 2005 projevila výrazně ohniskově a stejně tak tomu bylo i v roce 2006. Její výskyt nebyl rozmístěn v závislosti na variantě hnojení, ale přesahoval do různých variant spíše podle promoření půdy sklerócií a podle fyzikálních vlastností půdy (Richter a kol., 2007).

Již v předchozích letech bylo ověřováno, zda hnojení máku různými formami živin do půdy nebo na list může mít vliv nejen na výnos a jeho kvalitu, ale také na výskyt chorob rostlin. V tomto pokuse se opět projevil relativně vysoký vliv síry dodávané do půdy na výskyt helmintosporiázy máku. Omezení výskytu plísně máku by při statistickém hodnocení nebylo průkazné - proto lze předpokládat, že se jedná pouze o tendenci k omezení výskytu této choroby vlivem síry aplikované do půdy. Vliv dávek dusíku a síry na další choroby máku nebyl zjištěn (Richter a kol., 2007).

Kuchtová a kol. (2010) zase v pokusech prokázali, že v ekologických variantách bylo nižší napadení máku houbovými chorobami, což potvrdilo tvrzení, že minerální hnojení dusíkem zvyšuje náchylnost pletiv k poškození a napadení rostlin chorobami.

4. Materiál a metody

4.1. Charakteristika pokusného stanoviště

Jednoletý poloprovozní pokus byl založen na pozemku „Za humny“, který obhospodařuje společnost Penta Dřetovice s.r.o. Stanoviště se nachází zhruba 15 km severozápadně od Prahy ve směru na Slaný, vedle hlavní silnice mezi Buštěhradem a Libochovičkami v okrese Kladno. Pokusný pozemek má výměru 2,8 ha. Jedná se o severní expozici, chráněný ze západní strany větrolamem. Na celém pozemku je většinou BPEJ 10100.

Půdně-klimatické podmínky pozemku

Jedná se o region teplý, suchý, suma teplot nad 10 °C je 2600 - 2800, vláhová jistota: 0 - 2, suchá vegetační období: 40 - 60 dní, průměrná roční teplota je 8 - 9 °C, roční úhrn srážek pod 500 mm. Hloubka půdy je nad 60 cm, skeletovitost žádná s příměsí do 10 %, půdní typ černozem, podloží spraš, váha středně těžká, převážně s příznivou vododržností.

Fenologické podmínky okolí

Území se nachází v klimatické oblasti mírně teplé, v okrsku B1 - mírně teplý, suchý s mírnou zimou. Počátek jarních prací na poli – třetí dekáda března, počátek senoseče – druhá dekáda června, počátek sklizně žita – druhá dekáda července, počátek setí ozimého žita – třetí dekáda září, průměrný počet jasných dnů je 41 dnů, průměrné trvání slunečného svitu je 1800 - 2000 hodin, průměrné trvání slunečního svitu ve vegetačním období 28 dnů, průměrný počet zamračených dnů v roce je 121 dnů, průměrný počet dnů s mlhou 45 dnů, Langův dešťový faktor 59,8, průměrná nadmořská výška je 350 m. n. m., průměrná teplota ve vegetačním období je 14,5 °C, průměrné srážky ve vegetačním období jsou 324 mm.

4.2. Agronomický popis vegetačního roku 2012

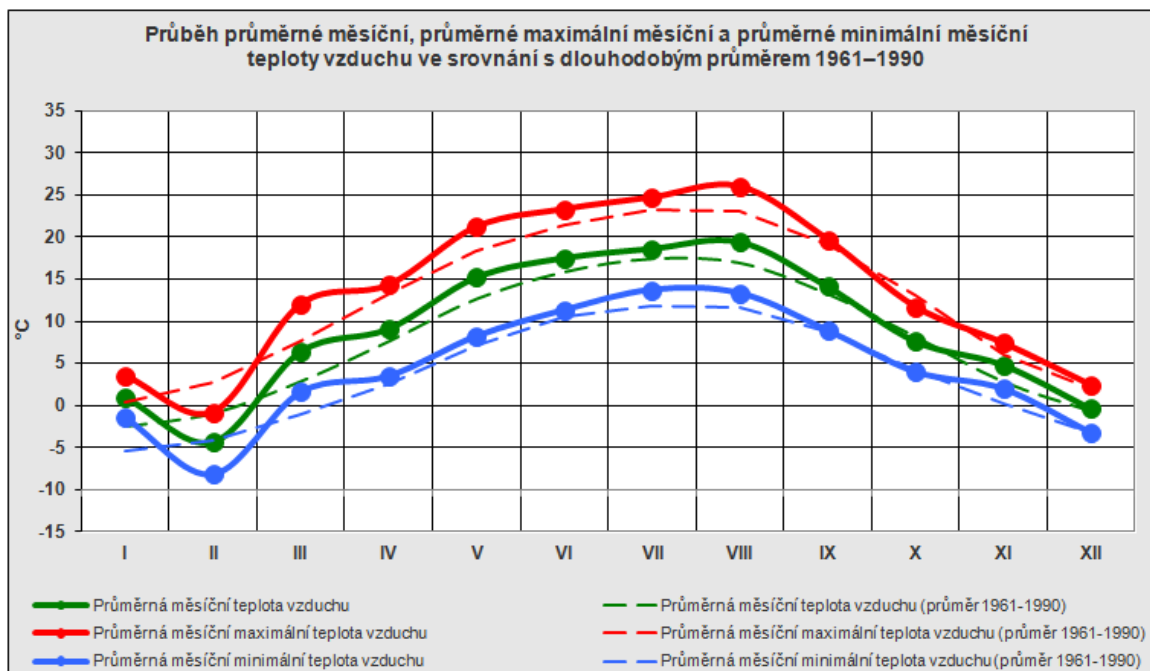
Přibližně od 23.10.2011 s několika mírně mrazovými (do $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) episodami až do konce ledna 2013 (byl velmi teplý a suchý listopad) bylo na danou dobu nadprůměrně teplo, sucho, půda nebyla zamrzlá a byl nejvýše mírný sněhový pokryv do cca 8 cm a to jen na vysočinách a v podhorských oblastech. Od 28.1.2012 nastoupily ve 3 vlnách přibližně na polovině území ČR holomrazy, které trvaly do 15.2.2012. Dosahovaly běžně $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, na Moravě asi $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$. 16.2. po suchém podzimu a zimě poprvé výrazně nasněžilo či v nížinách napršelo. Kolem 3.3. se u řepky objevily bílé kořínky, takže „řepková zima“ trvala od 28.1. do 3.3.2012, tedy relativně normální dobu, ale s posunem do jara, protože řepka většinou regeneruje už kolem 20.2. Navazující jaro i léto bylo velmi suché a poměrně teplé, takže porosty byly bez chorob. Naopak výskyt škůdců byl vyšší než normálně.

Jarní práce začaly v oblasti kolem Prahy (nížina) kolem 14.3.2012, tedy v nejběžnějším termínu (rozptyl za 18 let od 21.2.1997 do 6.4. 1996). Protože podmínky pro setí byly poměrně dobré jarní mák vzešel dobře a porosty byly skoro optimálně husté (60 - 80 rostlin/m²). Vyskytly se i další mrazy (cca -5 až $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$) z 8. na 9. 4. a hlavně z 17. na 18.5.2012. Tento mráz cca $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (-4 až $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$) zničil nať raných brambor, část révy vinné, vlašské ořechy a řadu peckovin (poškodil i kukuřici). U olejky, která již naplno kvetla, plošně, ale v různém stupni poškodil mladé šešule, které zešedly jako by plísni. Začátkem a v průběhu května byly na našem území denní teploty $22 - 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a beze srážek. Nejvíce v tuto dobu byla poškozena suchem a únorovými mrazy jižní Morava a katastrofálním suchem podstatná část nížin Slovenska. Výhodné pro mák bylo i to, že do květu (začátek 9.6.2012) přišlo ochlazení a celý červen byl ve znamení mírného deště. Makovice byly sice malé, ale plné. Výnosy máku jsou proti řadě let přesto mírně nadprůměrné (cca 0,70 t/ha dle ČSÚ září 2012), i když v roce 2011 byly vyšší (0,85 t/ha), tedy pokles o 17,6 %.

Vegetaci roku 2011/12 je možno souhrnně označit že byla ve znamení velkého sucha (v SR extrémního), mrazů (v ČR extrémních), nízké efektivity N hnojení. Porosty ale byly velmi zdravé. K poškození (jde o ČR) došlo vlivem pozdních mrazů 17/18.5.2012. Výskyt škůdců byl vysoký. Žně v ČR nastoupily asi o týden dříve a asi o 10 dnů proti normálu i dříve skončily.

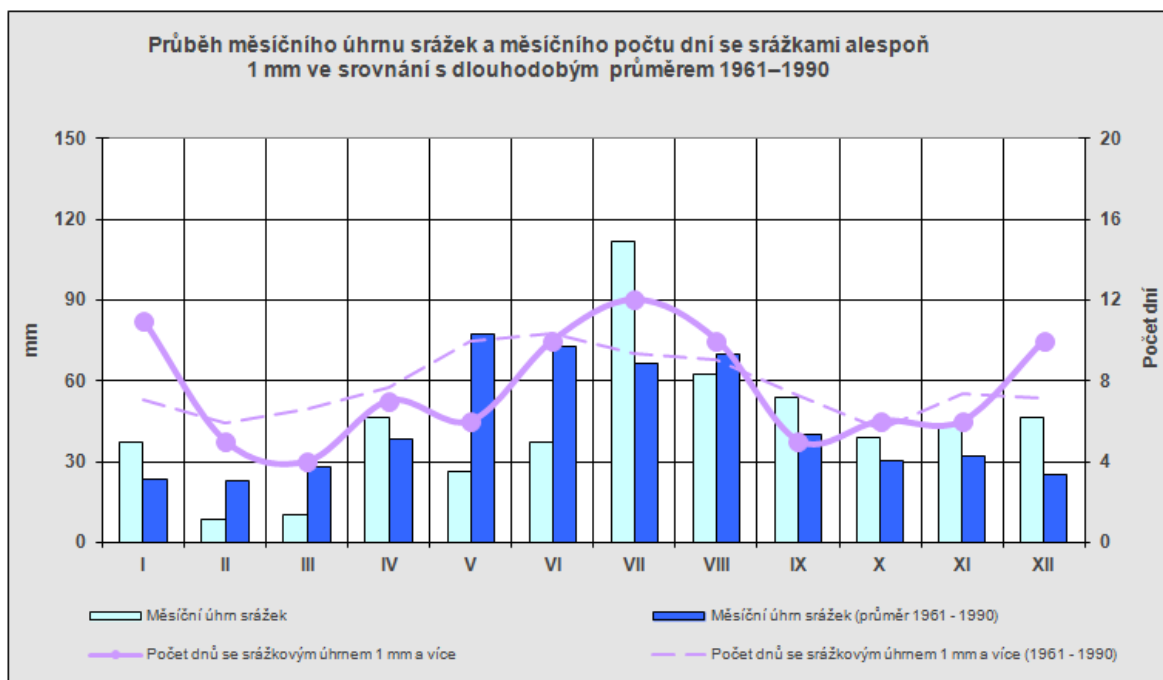
4.3. Meteorologická charakteristika stanoviště v roce 2012

Graf č. 1: Průměrné měsíční teploty v roce 2012 - Praha Ruzyně



(Zdroj: Český hydrometeorologický ústav)

Graf č. 2: Průměrné měsíční srážkové úhrny v roce 2012 - Praha Ruzyně



(Zdroj: Český hydrometeorologický ústav)

4.4. Pokusný materiál

Odrůda Major

Tato odrůda je modrosemenný typ se středním obsahem morfinu. Poslední registrovaná odrůda ze slovenského Malého Šariše (u Prešova), s vysokým výnosovým potenciálem, vysokou odolností proti vyvracení a poléhání rostlin. Je to univerzální odrůda, vhodná do všech výrobních oblastí ČR. V letech 2007 - 09 nejrozšířenější odrůda u nás. Má vysokou odolnost proti helmintosporióze a plísni makové. Relativně k jiným odrůdám má i nejvyšší odolnost k herbicidům používaným do máku. Dále má minimální výskyt hled'áků a vysoký výnos. Registrována je ve Společném evropském katalogu od r. 2004 (Vašák a kol., 2010).

Secí stroj Pneusej accord

V pokusu byl pro variantu kontroly použit secí stroj Pneusej Accord s pracovním záběrem 6 m. Stroj pracuje na pneumatickém principu „Accord“ přívodu osiva k botkám. Výsevní botky jsou klasické, tzv. nožové s tupým úhlem náběhu, tzn., že do půdy vnikají „natupo“. Stroj má dva zásobníky osiva, 2 x 950 dm³, protože se v podstatě jedná o spojené dva třímetrové secí stroje. Stroje tohoto typu vyráběla, a ve zmodernizované podobě s kotoučovými botkami stále vyrábí slovenská firma Poľnohospodárske družstvo Hlohovec. Tato společnost převzala technologii dopravy osiva od známé firmy Accord. Secí stroj Pneusej Accord se záběrem 6 m má typové označení MT. Pro výsev máku v pokusu byl stroj použit tak, že přední řada secích botek byla vyřazena z provozu, aby nedocházelo k zahrnování osiva botkami zadními. Tímto opatřením došlo ke zvětšení šířky řádků z běžných 12,5 cm na 25 cm.

Secí stroj Horsch Focus 6 TD

Secí stroj Focus 6 TD spojuje pásovou přípravu půdy a výsev do jednoho přejezdu. Půda se zpracovává a kypří pouze v tom pásu, kde později plodina poroste. Dochází tak i k odstraňování rostlinných zbytků ze seťového a kořenového prostoru. I díky tomu by měl mít stroj podle výrobce malý pracovní odpor. Pro pásové zpracování půdy slouží dvě předřazené řady radliček, které půdu kypří až do hloubky 30 cm. Díky tomu se při seti dostává vlhká půda ze spodních vrstev k povrchu, kde bude osivo klíčit. Tyto radličky zároveň slouží k aplikaci pevných granulovaných hnojiv. Hloubka zpracování a aplikace hnojiva je nastavitelná již od 5 cm. Přihnojení je také možné provádět do dvou úrovní zároveň, do

úrovně osiva a na hloubku zpracování v poměru 1:1, či přihnojovat buďto k osivu, nebo na hloubku zpracování. Možností je také hnojení na povrch půdy. Další pracovní sekcí jsou klenuté talíře za radličkami s dvojitou funkcí, buď mohou podporovat vyhrnování z řádků a zesilovat tvorbu hrůbků, nebo mohou plnit funkci zahrnující a urovnávající. Secí stroj tedy může tvořit hrůbky, kdy je osivo ukládáno na jejich dno. Navazující pneumatikový pěch slouží k utlačení půdy před výsevem. Secí botky jsou dvoukotoučové s integrovaným zamačkávacím kolečkem a regulovatelným přítlakem 5-120 kg/botku. Dle potřeby je možno použít zavlačovače. Secí botky mají rozteč 35 cm, ale je možné doplnění dalšími tak, aby rozteč byla 17,5 cm. Secí stroj pracuje na pneumatickém principu a má zásobník na osivo a hnojivo o objemu 5000 l v poměru 30 % osiva : 70 % hnojiva.

Hnojivo Eurofertil Plus NP 35

Za účelem přihnojení při výsevu do různých úrovní bylo zvoleno hnojivo od společnosti Timac Agro, konkrétně Eurofertil Plus NP 35. Jedná se o pevné granulované hnojivo. Složení hnojiva v % je: NP 15/20, SO₃ 18, MgO 3, CaO 11, Zn 0,5 a dále složky Physio+ a Mescal 975. Dle výrobce je účinný komplex Phisio+ založen na bázi fytohormonu aminopurinu, díky němuž by mělo docházet k podpoře kořenů a podzemní hmoty. Dále hnojivo obsahuje složku Mescal 975, což je speciální nosič živin. Jde o upravený, velice jemný vápenec pro urychlené rozpouštění jednotlivých granulí, s pozitivním vlivem na přijatelnost živin ze samotného hnojiva.

4.5. Metodika

Poloprovozní pokus zaměřený na posouzení účinku rozdílných způsobů založení porostu ve smyslu technologie setí, hnojení a organizace porostu se zaměřením na výskyt houbových chorob máku a výnos semen, byl založen na pokusném pozemku s výměrou 2,8 ha v lokalitě Stehelčevy v okrese Kladno na jaře roku 2012. Pozemek byl rozdělen na jednotlivé varianty přibližně rovným dílem po celé délce pozemku. Tento pokus byl prováděn s odrůdou Major, jejíž osivo bylo mořeno (Cruiser OSR + M Sunagreen). Předplodinou byla ozimá pšenice. Na podzim proběhla podmítka talířovým podmítačem Vaderstad Carrier a před zimou byl ještě pozemek hluboce zkyprěn strojem Horsch Tiger. Na jaře byl celý pozemek připraven kompaktozem. Setí proběhlo 21.3.2012. Všechny zásahy jsou uvedeny v **tabulce č. 8.**

Popis pokusu

Pozemek byl rozdělen na čtyři varianty založení porostu a hnojení:

K - Varianta kontroly - technologie výsevu používaná na provozních plochách podniku. Založení porostu secím strojem Pneusej Accord na šířku řádků 25 cm, s výsevem 2 kg/ha. Hnojení na těchto variantách probíhalo hnojivem DAM se stabilurenem v den setí bez zapravení v dávce 100 l/ha a potom 21.5. hnojivem LAV v dávce 200 kg/ha. Hloubka setí 1,5 cm.

Varianta 1 - výsev secím strojem Horsch Focus 6 TD na šířku řádků 35 cm s tvorbou hrůbků, výsevem 0,8 kg/ha. Bez přihnojení. Hloubka setí 0,5 cm.

Varianta 2 - výsev secím strojem Horsch Focus 6 TD na šířku řádků 35 cm s tvorbou hrůbků, výsevem 0,8 kg/ha. Přihnojení hnojivem Eurofertil NP+ v dávce 150 kg/ha do dvou úrovní 0,5cm a 10 cm pod povrch v poměru 1:1. Hloubka setí 0,5 cm.

Varianta 3 - výsev secím strojem Horsch Focus 6 TD na šířku řádků 35 cm s tvorbou hrůbků, výsevem 0,8 kg/ha. Přihnojení hnojivem Eurofertil NP+ v dávce 150 kg/ha do jedné úrovně 10 cm. Hloubka setí 0,5 cm.

Pro vědecké účely jsem ve dvou pokusných variantách (1 a 2) založil ještě pomocné **varianty 1' a 2'**, které měly stejnou metodiku jako výše uvedené, ale měly simulovat poloviční počet rostlin, kdy byl počet rostlin po vzejití upraven tak, že byl zlikvidováním každé druhé rostliny na sledovaných místech snížen o polovinu, tzn. **výsevek 0,4 kg/ha**. U těchto pomocných variant jsem sledoval pouze počty rostlin během vegetace a míru napadení chorobami.

Tab. č. 7: Označení a popis zkoumaných variant

Varianta	Kontrola	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Označení	K	1	2	3
Secí stroj	Pneusej Accord	Horsch Focus	Horsch Focus	Horsch Focus
Šířka řádků	25 cm	35 cm	35 cm	35 cm
Výsevek	2 kg/ha	0,8 kg/ha	0,8 kg/ha	0,8 kg/ha
Hnojení	DAM 100 l/ha na povrch + LAV 200kg/ha na povrch	Bez hnojení	Eurofertil NP+ ½ 0,5 cm a ½ 10 cm, celkem 150 kg/ha	Eurofertil NP+ 10 cm, 150 kg/ha

Tab. č. 8: Přehled zásahů na pokusných variantách a provozní ploše (varianta kontroly)

Zásah	Datum	Varianta kontroly	Pokusné varianty
Příprava půdy kompaktořem	19.3.2012	Ano	Ano
Setí	21.3.2012	2 kg/ha, řádky 25cm	0,8 kg/ha, řádky 35 cm + 150 kg/ha Eurofertil NP+
Preemergentní herbicid	21.3.2012	Ano (+DAM + stabiluren 100l/ha)	Ano
Ochrana proti krytonosci kořenovému	30.4.2012	Ano	Ano
Postemergentní herbicid	9.5.2012	Ano	Ano
Graminacid	19.5.2012	Ano	Ano
Hnojení LAV 200 kg/ha	21.5.2012	Ano	Ne
Stimulace, listová výživa	30.5.2012	Ano	Ano
Fungicid, stimulace, listový výživa	11.6.2012	Ano	Ano
Ochrana proti krytonosci makovicovému a mšicím	18.6.2012	Ano	Ano

Popis měření

V každé variantě jsem založil 12 měřicích míst, kde byla do řádku aplikována značka, a v pravidelných intervalech jsem prováděl sčítání rostlin za účelem stanovování počtu rostlin na m², a zjištění míry jejich úbytku během vegetace. Při sčítání rostlin jsem také stanovoval počet napadených rostlin sledovanými houbovými chorobami (především plíseň maková a doplňkově některé příznaky helmintosporiózy). Tento počet napadených rostlin na m² by nevyprávěl příliš o míře napadení, protože je samozřejmé, že na variantě s větším počtem rostlin bude úměrně větší počet rostlin napadených. Proto jsem získané údaje vždy převáděl na procentuální podíl napadených rostlin z celkového počtu rostlin na každém měřicím místě zvlášť, aby byla patrná míra napadení na každé variantě. Počet napadených rostlin byl stanoven při každém sčítání znovu, takže údaj znamená, jaký procentuální podíl napadených rostlin byl na měřicích bodech zrovna v daný termín sčítání. Napadené rostliny ještě byly posuzovány z pohledu příznaků, podle kterých došlo k rozdělení na primární infekci a

sekundární infekci (především listové skvrny). Jednotlivé body byly v porostu rozmístěny co nejpravidelněji po celé délce jednotlivých variant. Sčítání rostlin u každého bodu probíhalo na metr délky řádku. Získané číslo jsem pak při výpočtu převedl z délky běžného metru řádku na počet rostlin na čtverečném metru. Postupoval jsem tak, že jsem vypočítal, kolikrát se stanovená šířka řádků vejde do šířky 1m. Tímto číslem jsem pak násobil zjištěný počet rostlin z metru délky řádku. Stejným způsobem jsem postupoval i u zjišťování počtu napadených rostlin chorobami a teprve poté jsem zjištěné údaje převáděl na procenta. Intervaly jednotlivých sčítání byly okolo 10 dní. Za účelem experimentu jsem ještě u vybraných variant (1 a 2) za každým měřícím bodem ve stejném řádku vytvořil další bod pro sčítání rostlin ve výše uvedených variantách s čarou (1' a 2'), které měli simulovat o polovinu snížený výsevek. Celkem tak měla každá varianta 12 sčítacích bodů, z čehož varianty 1 a 2 měly 2 x 12 bodů, dvanáct pro plný výsevek a dalších dvanáct pro o 50 % snížený výsevek. Tyto varianty s čarou byly zřízeny pouze jako pomocné a nebyly brány jako varianty hlavní.

Při následném statistickém vyhodnocení jsem provedl analýzu rozptylů z dvanácti měření počtu rostlin na parcele pro každou variantu (K, 1, 2, 3, 1', 2'), to znamená 6 x 12 údajů při každém jednotlivém sčítání rostlin a těchto sčítání bylo provedeno celkem sedm u hlavních variant a kontroly, a pět u vedlejších variant. U napadení rostlin chorobami bylo období měření také různé podle doby infekce a projevu jejích znaků. Vznikly tak grafy s jednotlivými variantami, které jsou znázorněny křivkou znázorňující změny v počtu rostlin a podílu napadených rostlin v průběhu vegetace. Dále jsem také provedl analýzu vzháživosti na jednotlivých hlavních variantách, kdy jsem použil data z prvního sčítání 24.4., které jsem vztáhnul procentuálně ke 100 % vzejití celého výsevku na té či oné variantě při hmotnosti tisíce semen 0,5 g, což znamená, že výsledek ukazuje v procentech, kolik z vyšetých semen vzešlo rostlin na každé ze sledovaných variant.

Kromě sledování úbytku rostlin a počtů napadených rostlin chorobami, bylo cílem zjistit i výnosotvorné ukazatele. Sklizeň byla provedena ručním ulamováním makovic v každé variantě na celistvé ploše 14 m², a to ve čtyřech opakováních pro každou variantu. Po sklizni byl stanoven výnos semen, výnos makoviny, hmotnost tisíce semen a hmotnost semen / jednu makovici (průměrná hodnota z 10 makovic v každém opakování). Zjištěná data jsem opět statisticky vyhodnotil.

Zjištěné výsledky jsem zpracoval ve statistickém programu Statistica verze 9. Použil jsem statistickou metodu jednofaktorové analýzy rozptylů ANOVA na hladině významnosti 0,05 a to jak z hlediska úbytku rostlin v jednotlivých variantách, tak za účelem zjištění statistických rozdílů ve výnosotvorných ukazatelech.

5. Výsledky

Popis variant:

1 = Horsch Focus - 35cm, 0,8 kg/ha, Bez přihnojení

2 = Horsch Focus - 35 cm, 0,8 kg/ha, Eurofertil NP+ 150 kg/ha - ½ 10 cm a ½ 0,5 cm

3 = Horsch Focus - 35 cm, 0,8 kg/ha, Eurofertil NP+ 150 kg/ha - 10 cm

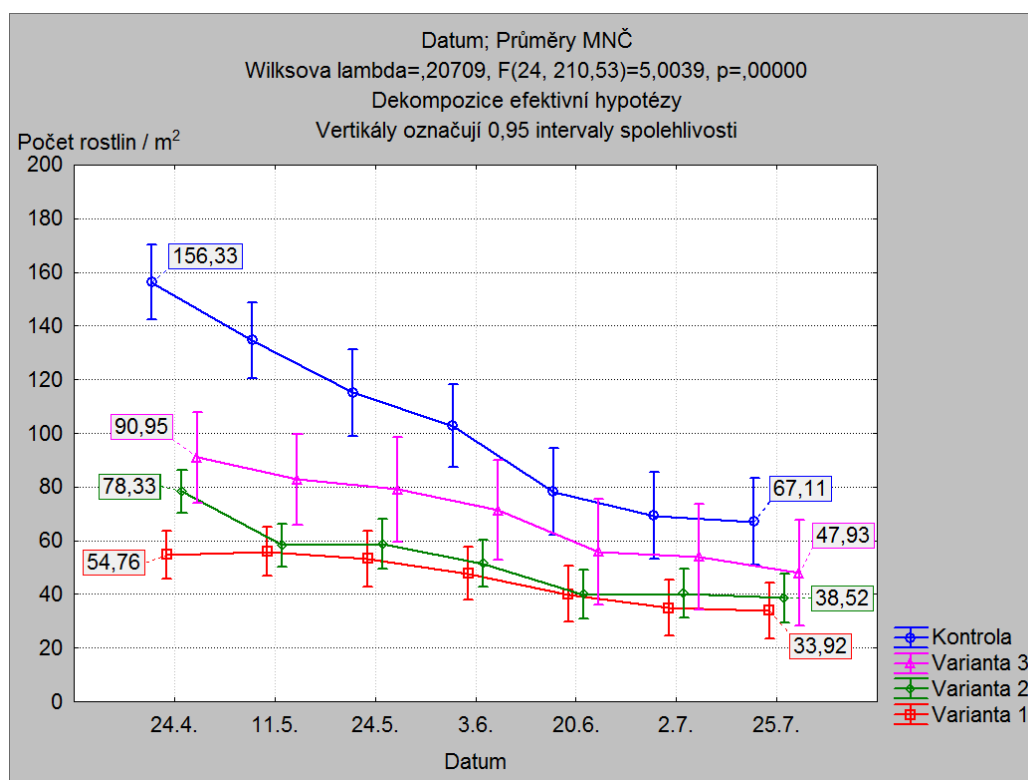
K = Pnusej Accord - 25 cm, 2 kg/ha, povrchově DAM 100 l/ha při setí, LAV 200 kg/ha později

1' a 2' = jako 1 a 2, snížený výsevek na 0,4 kg/ha

5.1. Počty rostlin a napadení chorobami

5.1.1. Počet rostlin během vegetace

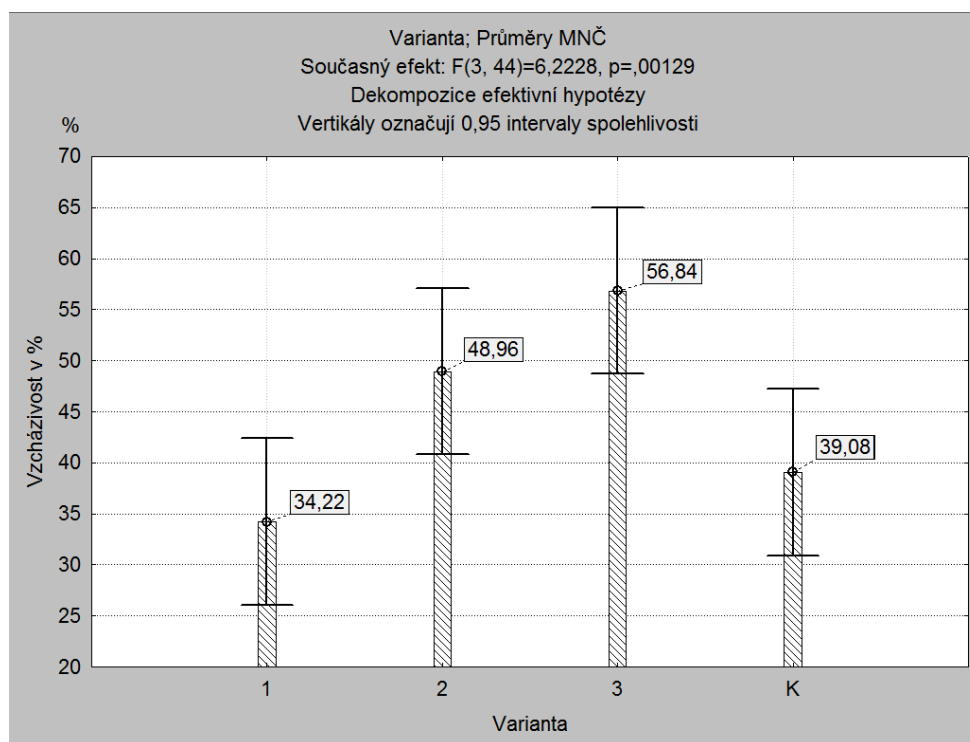
Graf č. 3: Změny počtu rostlin/m² na hlavních variantách



Z uvedených výsledků vyplývá, že u kontrolní varianty, při výsevku 2 kg/ha a šířce řádků 25 cm vzešlo v průměru 156,33 rostlin/m². Tento počet se v průběhu vegetace zredukoval o 57,1 % na 67,11 rostlin/m². Naopak u pokusných variant s výsevkem 0,8 kg/ha, šířkou řádků 35 cm a různou úrovní hnojení (1, 2, 3) vzešlo 54,76; 78,33 potažmo 90,95 rostlin/m². Redukce u jednotlivých pokusných variant pak byla 38,1 % u nehnojené varianty

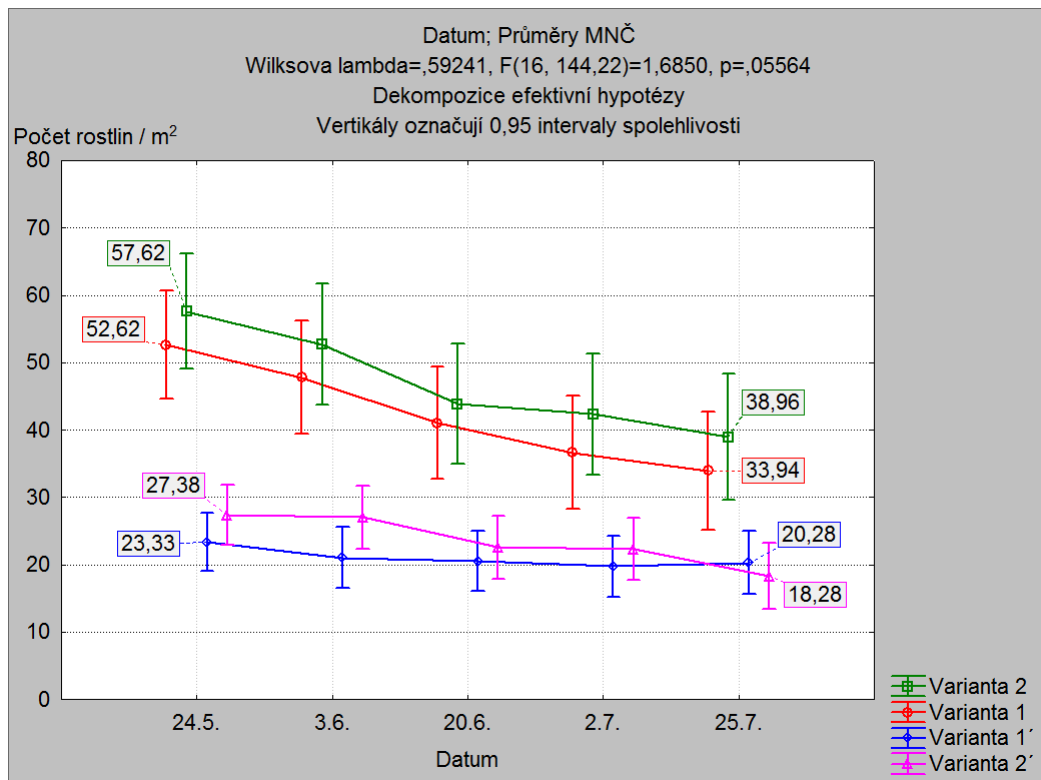
1, 50,8 % u varianty 2, která byla hnojena do dvou úrovní v poměru 1:1 a nakonec 47,3 % u varianty 3, kde bylo všechno hnojivo uloženo do hloubky 10 cm. Za povšimnutí stojí nízký počet rostlin po vzejití na variantě, která nebyla hnojena. K největšímu poklesu u všech variant došlo mezi 3.6. a 20.6., u varianty 2 pak ještě k vyššímu hned na počátku vegetace.

Graf č. 4: Procento vzešlých semen - vztaženo ke 100 % výsevku při HTS 0,5 g ($\alpha = 0,05$)



Zjištění počtu vzešlých rostlin na jednotlivých variantách bylo provedeno z údajů získaných při prvním sčítání 24.4. Počty vzešlých rostlin byly procentuálně vztaženy k výsevku na dané variantě a hmotnosti tisíce semen 0,5 g. Výsledky ukazují, že na variantě 3 vzešlo největší procento z vysetých semen, a to 56,84 %. Oproti variantám 1 a K (34,22 % a 39,08 %) se jedná o statisticky průkazný rozdíl. Varianta 2 má pak hodnotu 48,96 %.

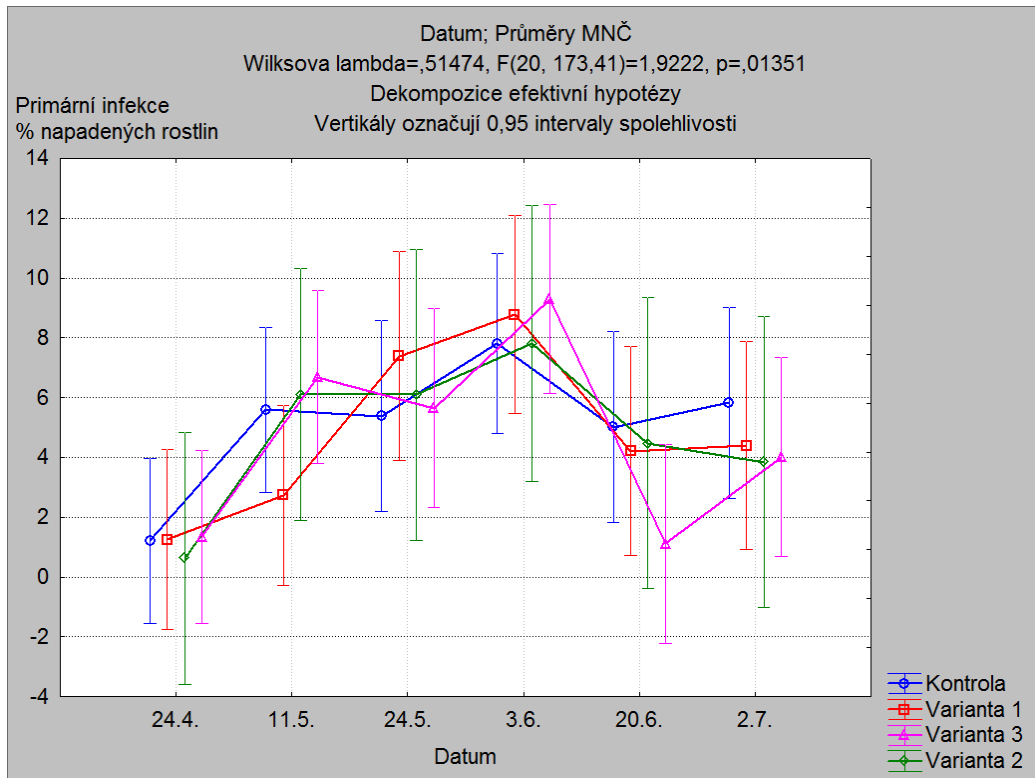
Graf č. 5: Porovnání počtu rostlin na pokusných variantách s plným a sníženým výsevkem ($\alpha = 0,05$)



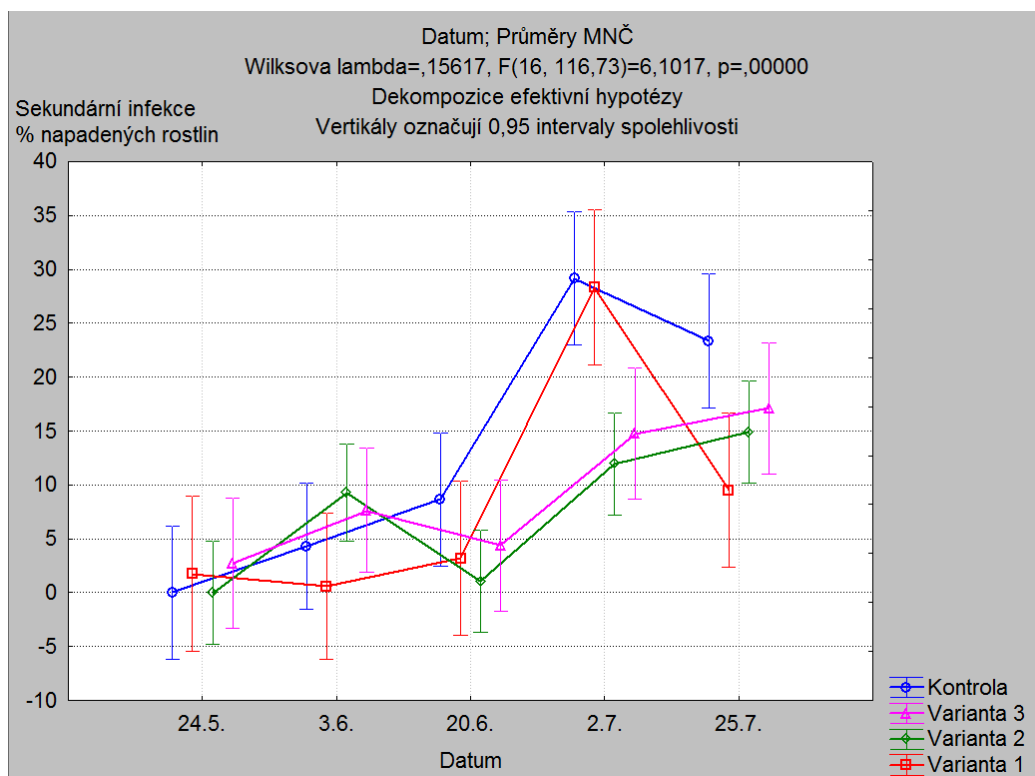
Uvedený graf č. 5 srovnává pokusné varianty 1 a 2 s jejich obdobnými variantami s o 50 % sníženým výsevkem 1' a 2'. Zkoumáno zde bylo kratší období - od 24.5. do 25.7. Je zajímavé, že u variant se sníženým výsevkem byl pokles počtu rostlin za sledované období 33,2 % u varianty 2', ale především pouze 13,1 % u nehojené varianty 1'. U variant 1 a 2 byl pokles počtu rostlin přibližně podobný 35,5 % u varianty 1 a 32,4 % u varianty 2.

5.1.2. Počet napadených rostlin chorobami

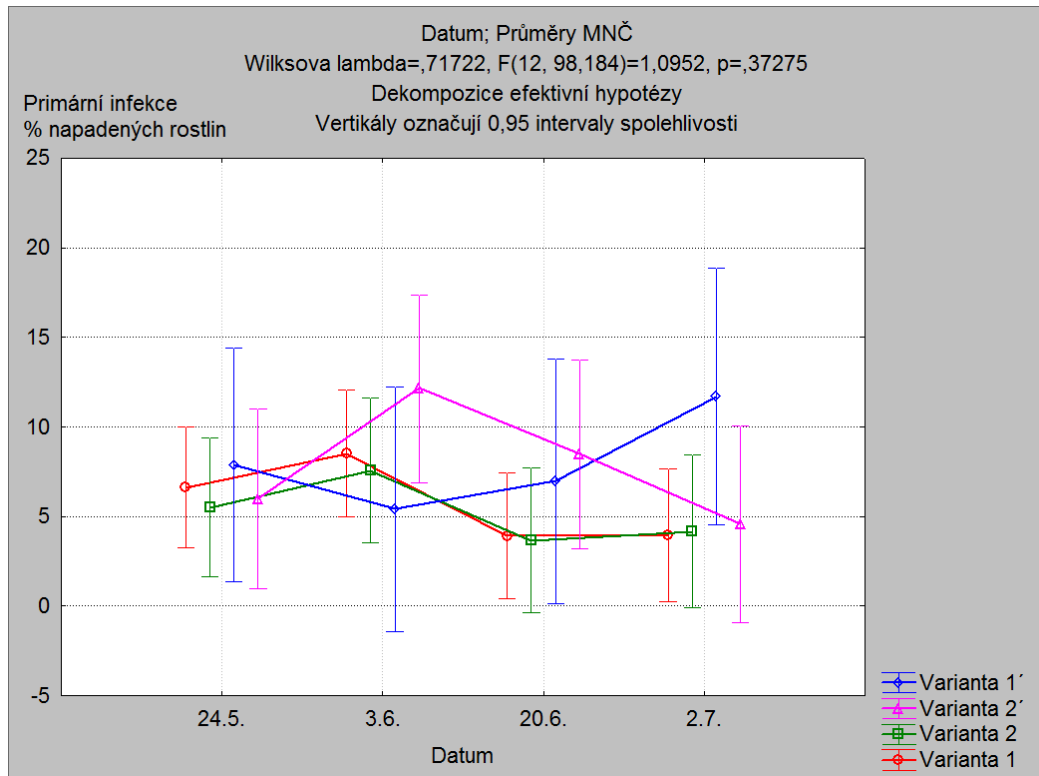
Graf č. 6: Procentuální podíl napadených rostlin primární infekcí (*P.arborescens*) ($\alpha = 0,05$)



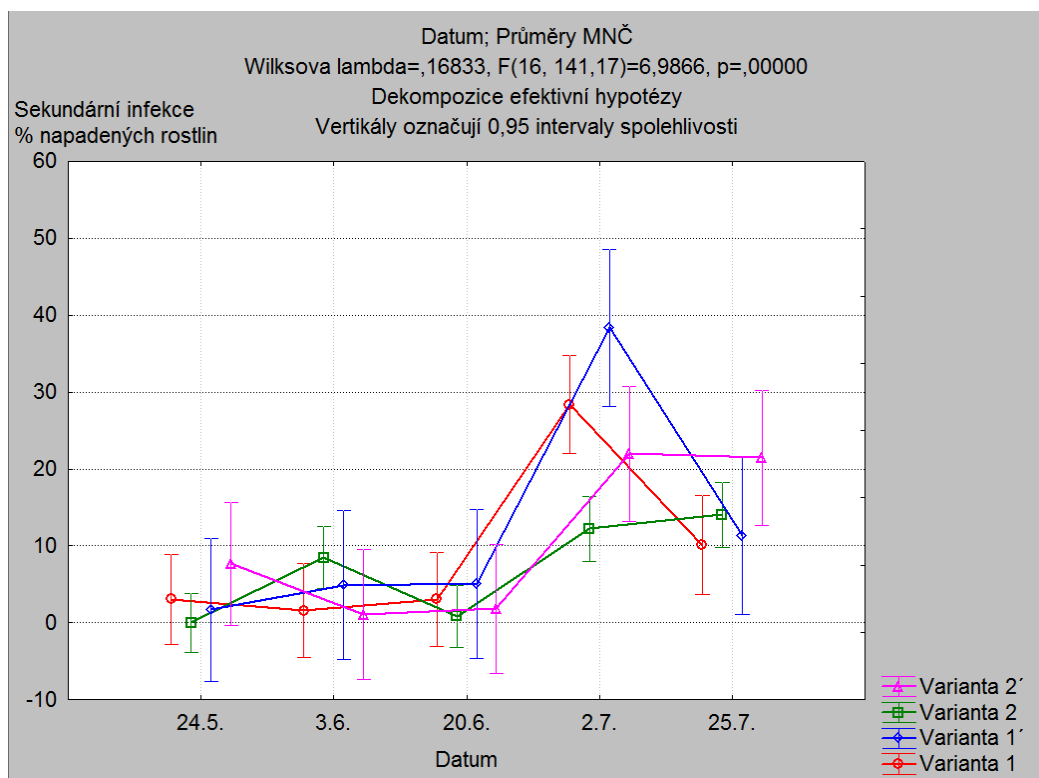
Graf č. 7: Procentuální podíl napadených rostlin sekundární infekcí plísně a helmintosporiózou (listy) ($\alpha = 0,05$)



Graf č. 8: Procentuální podíl napadených rostlin primární infekcí (*P.arborescens*) - pomocné varianty se sníženým výsevkem ($\alpha = 0,05$)



Graf č. 9: Procentuální podíl napadených rostlin sekundární infekcí plísně a helmintosporiózou (listy) - pomocné varianty se sníženým výsevkem ($\alpha = 0,05$)



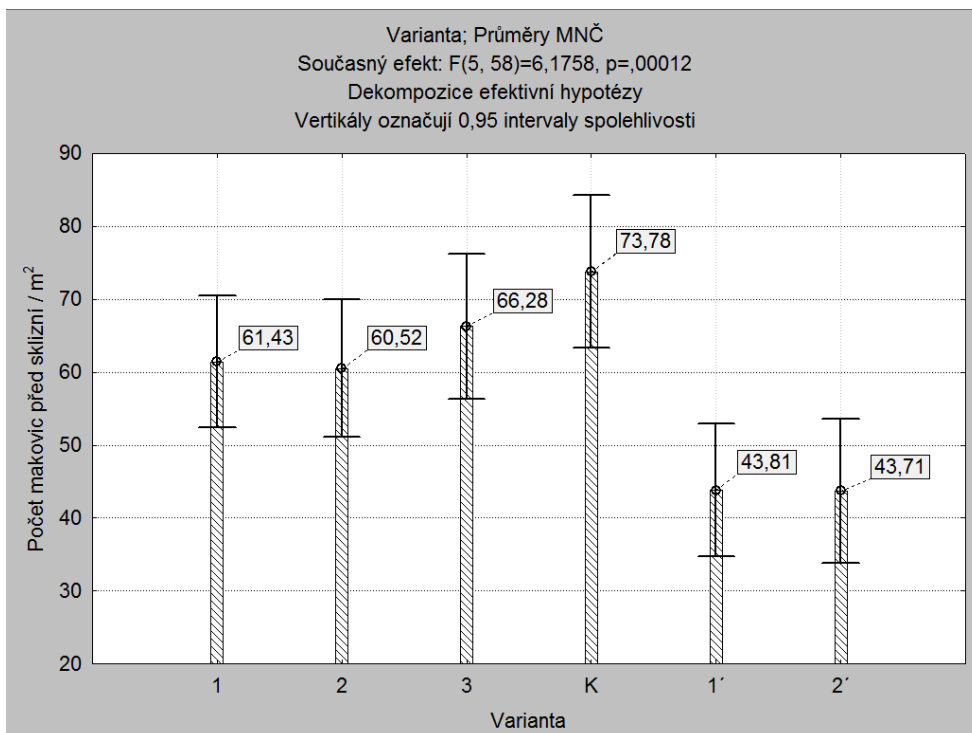
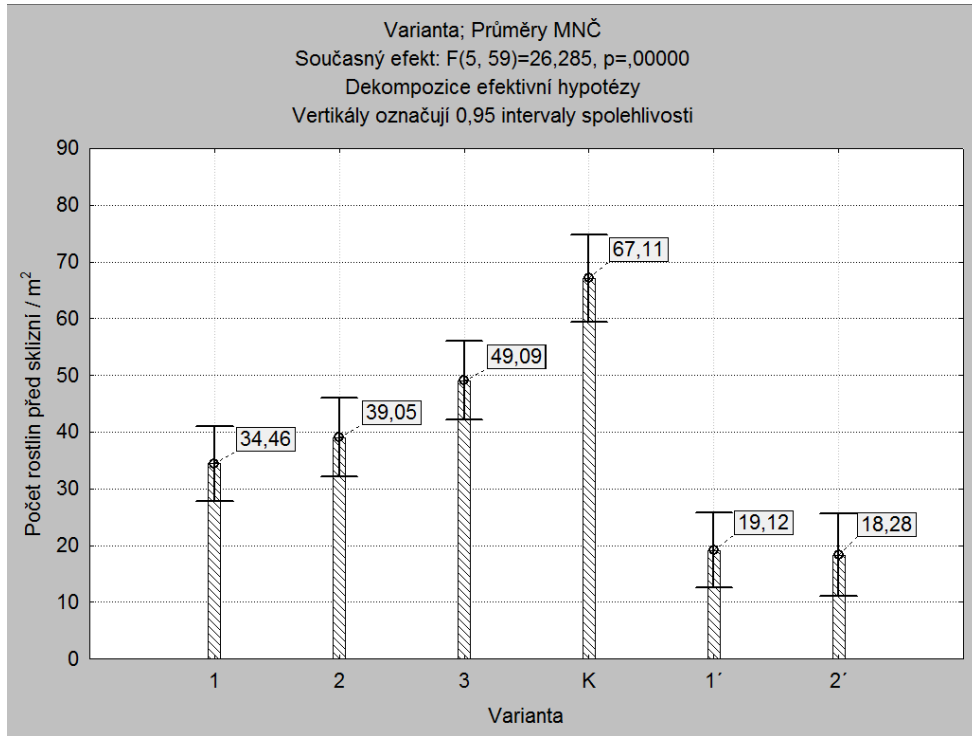
Graf č. 6 ukazuje, že rozdíly mezi jednotlivými variantami z hlediska primární infekce plísni makovou jsou nepatrné, statisticky neprůkazné a to během celé vegetace. Příznaky byly viditelné již od počátku měření. Lze usuzovat, kdy se v porostu vyskytovalo nejvíce napadených rostlin, a to 3.6. u všech variant. Později již opět příznaky primární infekce v porostu odeznívaly.

U sekundární infekce - především listových skvrn (graf č. 7) jsou výsledky jasnější. Infekce výrazně nastoupila od 20.6. s vrcholem 2.7., u variant 2 a 3 s vrcholem 25.7. Podíl napadených rostlin s těmito příznaky byl nejvyšší u varianty 1 a kontrolní varianty, kdy bylo napadeno okolo 30 % rostlin. Dá se hovořit o statisticky průkazném rozdílu kontrolní varianty a varianty 1 oproti variantě 2 a 3 v době nejvyššího tlaku (2.7.), později se ale tento rozdíl setřel.

Další grafy (č. 8 a 9) znázorňují porovnání variant 1 a 2 s pomocnými variantami 1' a 2'. Z hlediska primární infekce plísni makovou nelze usuzovat na žádný statisticky průkazný ani významný rozdíl mezi variantami během celé vegetace. Z hlediska sekundární infekce rozdíl opět nalézt můžeme. Sekundární infekce se začala výrazně projevovat od 20.6., kdy podíl napadených rostlin prudce stoupal u všech variant opět s vrcholem 2.7. Tento trend byl obdobný v celém porostu, i když u varianty 2 byl podíl napadených rostlin v té době statisticky průkazně nižší a později stoupl. U nehnojené a redukované varianty 1' se podíl napadených rostlin blížil ke 40 %, a obecně se dá říct, že nehnojená varianta (1 i 1') vykazovala 2.7. vyšší podíl napadení než hnojená varianta (2 a 2'). Později při posledním měření 25.7. již všechny varianty vykazovaly přibližně podobný procentuální podíl napadených rostlin v porostu.

5.1.3. Počet rostlin před sklizní

Grafy č. 10 a 11: Stav porostu před sklizní dne 25.7.2012 - počet rostlin a makovic / m² ($\alpha = 0,05$)



Grafy č. 10 a 11 ukazují počet rostlin a počet makovic/m² na jednotlivých variantách. Tato analýza rozptylů byla prováděna pouze z dat získaných při posledním měření 25.7. Na

základě uvedených výsledků lze konstatovat, že varianta kontroly měla před sklizní jak vyšší počet rostlin/m² (průměrně 67,11), tak i vyšší počet makovic/m² (73,78). Počet rostlin před sklizní byl u varianty kontroly průkazně vyšší oproti ostatním variantám. U pokusných variant 1,2 a 3 nebyly rozdíly v počtu rostlin (34,46; 39,05; 49,09) ani makovic/m² (61,42; 60,52; 66,28) statisticky průkazné, kromě rozdílu v počtu rostlin mezi variantami 1 a 3, kdy u varianty 3 byl před sklizní statisticky průkazně vyšší počet rostlin na m² oproti nehnojené variantě 1. Varianta 3 měla tuto hodnotu lehce zvýšenou, i když neprůkazně, také oproti variantě 2. Pomocné varianty 1' a 2' měly pochopitelně sledované hodnoty ještě daleko nižší a rozdíly mezi nimi také průkazné nebyly. Průměrný počet makovic na jedné rostlině ukazuje následující tabulka, ze které lze usuzovat, že pokusné varianty, kromě nehnojené varianty 3, a dále pak především pomocné varianty 1' a 2' měli počet makovic na jedné rostlině výrazně vyšší než kontrolní varianta.

Tab. č. 9: Průměrný počet makovic na rostlinu u jednotlivých variant před sklizní

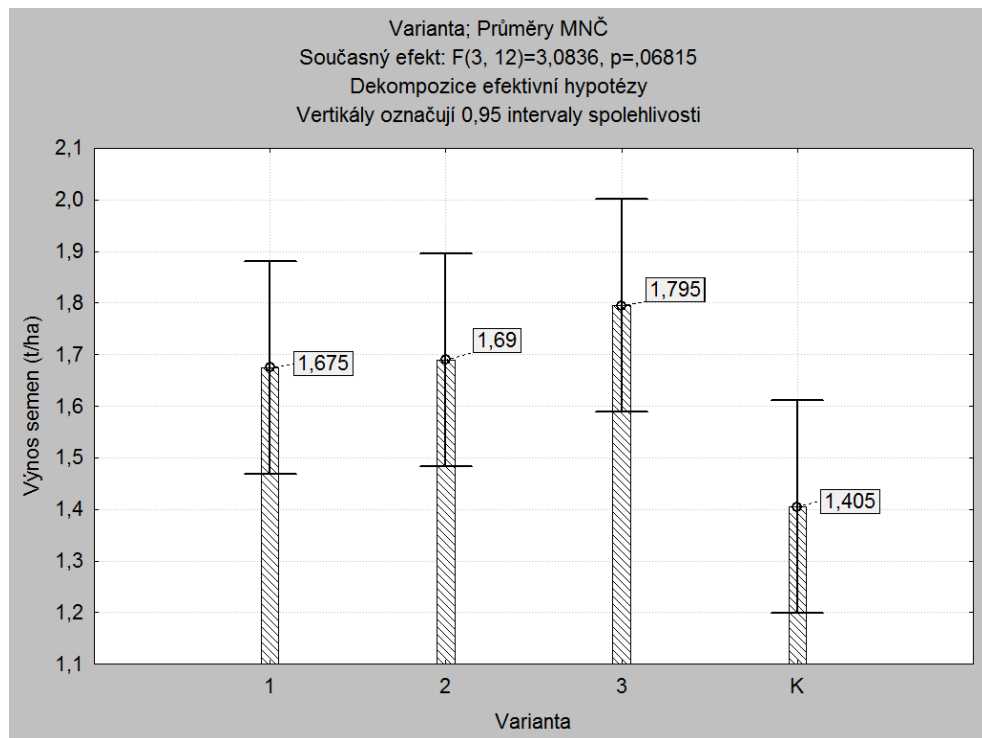
Varianta	makovic / rostlinu
K	1,09
1	1,78
2	1,55
3	1,35
1'	2,29
2'	2,39

5.2. Výnosové ukazatele

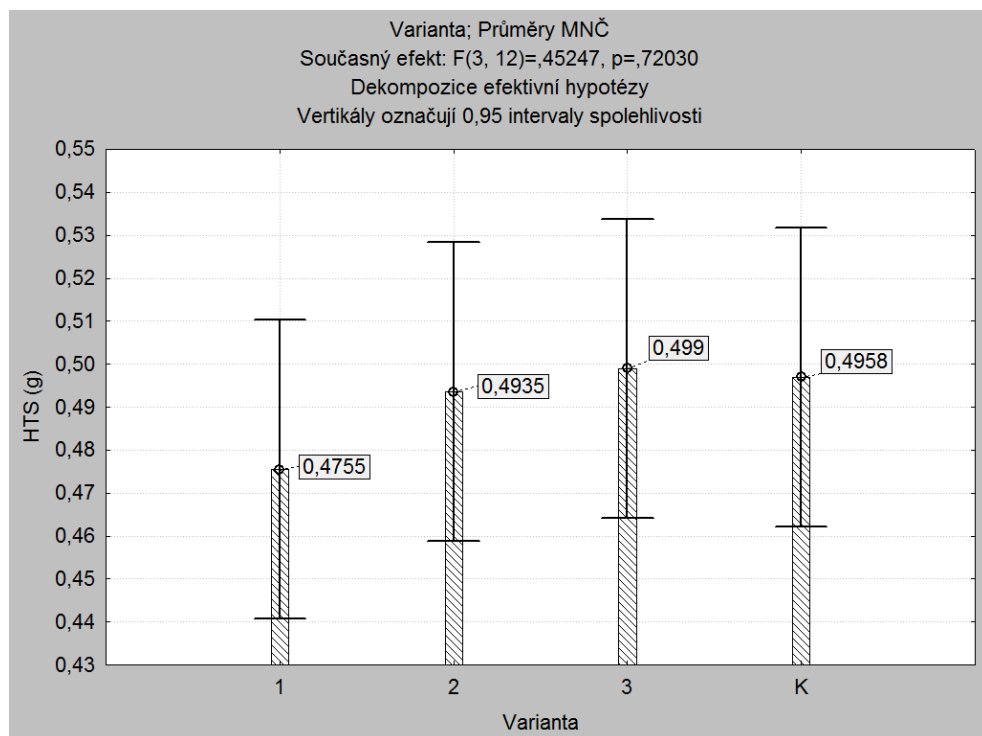
Tab. č. 10: Průměrné hodnoty sledovaných výnosových parametrů

Varianta	1	2	3	K
Výnos semen (t/ha)	1,675	1,69	1,795	1,405
Výnos makoviny (t/ha)	0,848	0,885	0,975	neměřeno
HTS (g)	0,4755	0,4935	0,499	0,497
Hmotnost semen/makovici (g)	2,353	2,73	2,74	1,98

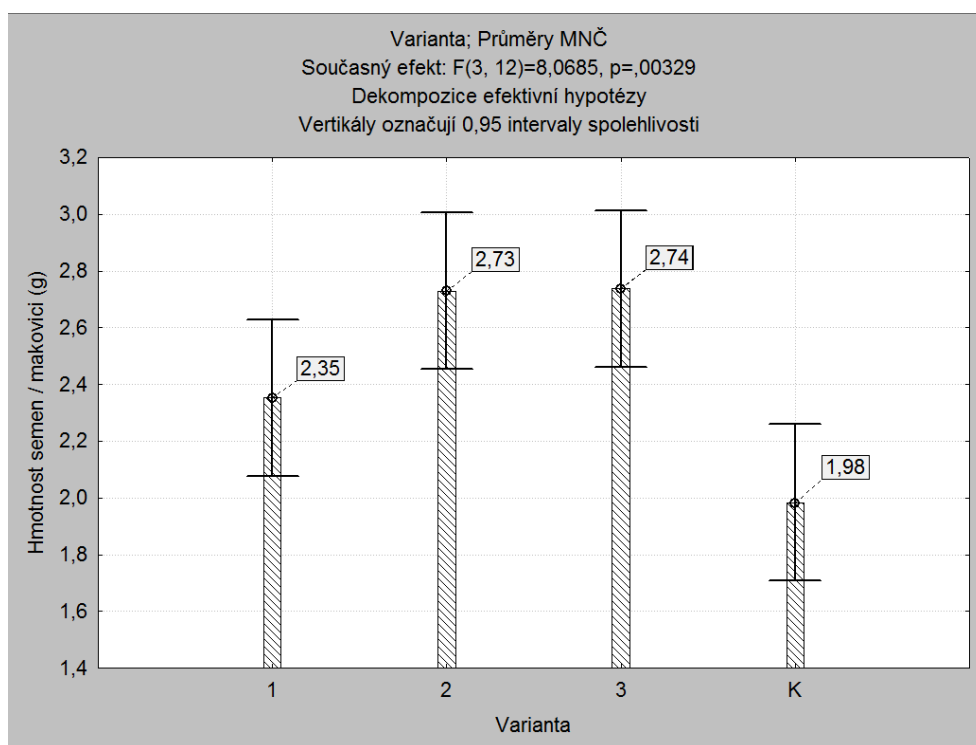
Graf č. 12: Výnos semen (t/ha) - statistické vyhodnocení ($\alpha = 0,05$)



Graf č. 13: Hmotnost tisíce semen (g)- statistické vyhodnocení ($\alpha = 0,05$)



Graf č. 14: Hmotnost semen v jedné makovici (g)- statistické vyhodnocení ($\alpha = 0,05$)



Při statistickém vyhodnocení výnosových parametrů byly zjištěny následující výsledky: Výnos semen (t/ha) byl nejvyšší u varianty 3 (1,8 t/ha), která byla hnojena na hloubku 10 cm. Nejnižší výnos pak měla varianta kontroly (1,4 t/ha). Rozdíl mezi těmito variantami těsně není statisticky průkazný, ale je výrazný. Varianty 1 a 2 pak měly výnos 1,675 a 1,69 t/ha.

Hmotnost tisíce semen nebyla u žádné z variant statisticky průkazně odlišná. Nejvyšší byla u varianty 3 (0,499 g). U varianty 1 pak byla nejnižší (0,476 g), dále u varianty 2 byla 0,494 g a u kontrolní varianty 0,496 g.

Hmotnost semen v jedné makovici byla u varianty kontroly nejnižší (1,98 g) a v porovnání s variantami 2 a 3 se jedná o statisticky průkazný rozdíl. Tyto varianty měly hmotnost semen v jedné makovici 2,73 g u varianty 2 a 2,74 g u varianty 3. Varianta 1 pak měla hodnotu 2,35 g a nevykazovala proti ostatním variantám průkazný rozdíl.

Všechny výše zjištěné výsledky platí na hladině významnosti $\alpha 0,05$.

6. Diskuse

Ve sledovaném polním pokusu byl ověřen vliv rozdílného způsobu založení porostu máku setého ve smyslu rozdílné organizace i hnojení porostu, na výskyt hlavních chorob máku, výnos semen a další parametry.

Mimo jiné jsem zkoumal úbytek rostlin během vegetace, protože je tento problém u máku velmi významný což uvádí i Cihlár a kol. (2003), když upozorňuje na to, že i přes dodržení všech zásad sklízíme porosty s průměrným počtem okolo 55 rostlin na 1 m². Přitom při výsevku např. 1,5 kg a HTS 0,5g vysejeme na 1 m² 300 semen máku. To znamená, že výsledný výnos porostu tvoří něco okolo 20 % zasetých rostlin. K tomuto úbytku dochází zejména napadením houbovými patogeny, likvidací krytonoscem kořenovým a v neposlední řadě prostým nevzejitím osiva v důsledku sucha.

Ze zjištěných výsledků z hlediska úbytku rostlin během vegetace jasně plyne, že čím je vyšší počet rostlin na m², tím je vyšší i procentuální úbytek rostlin během vegetace. To dokazuje graf č. 3 a 5, na kterém je vidět, že varianty s širšími řádky a výsevkem 0,8 kg/ha vykazovaly celkově nižší počet rostlin/m² a také nižší procentuální úbytek v průběhu vegetace. Varianty se sníženým výsevkem na 0,4 kg/ha pak měly tento úbytek ještě nižší. Lze konstatovat, že počet rostlin u kontrolní varianty s výsevkem 2 kg/ha, který byl po vzejití 156,33 rostlin/m² klesl o 57 %, u nehnojené varianty 1 s výsevkem 0,8 kg/ha, kde bylo pouze 54,76 rostlin/m², klesl o 38,1 %, u varianty 2 s výsevkem 0,8 kg/ha a hnojení při setí do dvou úrovní, kde bylo 78,33 rostlin/m² o 50,8 % a u varianty 3 s výsevkem 0,8 kg/ha, hnojením do jedné úrovně a počtem rostlin/m² 90,95 pak o 47,3 %. U pomocných variant s upraveným počtem rostlin na výsevek 0,4 kg/ha byly úbytky 13,1 % u nehnojené varianty 1 a 33,2 % u do dvou úrovní hnojené varianty 2. Roubal a kol. (2009) provedli pokusy, kde mj. také sledovali úbytek rostlin během vegetace a uvádějí, že počet rostlin sledovaný během vegetace se snižoval a byl závislý na průběhu počasí v pokusném roce. Při různém výsevku byl vzešlý počet rostlin odstupňován podle množství výsevu. U výsevku 0,5 kg bylo v průměru tří let 30 rostlin na 1 m², u výsevku 1,0 kg 54 rostlin, a u výsevku 1,5 kg 81 rostlin na 1 m². Do sklizně se tento počet snížil, v prvním roce o 57 %, v druhém roce o 20 %, a ve třetím pokusném roce o 12 %.

Z výsledků lze také konstatovat, že porost variant s nižším výsevkem a širšími řádky vykazoval nižší konkurenci mezi rostlinami a proto byla jeho redukce nižší. U varianty 1, která nebyla vůbec hnojena, je zajímavé, že jak s výsevkem 0,8 kg/ha, tak 0,4 kg/ha měla

vždy nejnižší počet rostlin/m² během celé vegetace a její úbytek byl zároveň také nejnižší. Dle mého názoru je nízký počet rostlin způsoben právě tím, že varianta nebyla hnojena a vzcházející rostliny neměli k dispozici dostatek živin, přičemž nejnižší redukce je pak způsobena právě tímto nízkým počtem rostlin. Toto tvrzení podporují Vaněk a kol. (2010) když uvádějí, že mák má omezenou schopnost osvojit si živiny, zvláště na počátku vegetace, a proto je předpokladem úspěšného pěstování dostatek přijatelných živin v půdě, případně dostatečný přísun živin v hnojivech, které zajistí dobrý počáteční růst máku.

Velice zajímavé jsou výsledky z hlediska vzcházení rostlin. Když bychom vzali v potaz, že množství semen vyseté na každé variantě je 100 %, tak nejlépe vzcházela varianta 3, a to dokonce statisticky průkazně oproti variantám kontroly a nehnojené 1. Varianta 2 pak měla procento vzejitých rostlin druhé nejvyšší. Dle mého názoru lze tento výsledek vysvětlit tak, že přihnojování pod patu během setí a umístění hnojiva do nejvhodnějších zón pro vzcházející osivo má opravdu vliv na vzcházení máku. Toto zjištění je velmi důležité už jen z hlediska toho, že mák je plodina, u které je schopnost vzejití jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících výnos a úspěšnost pěstování. Tento faktor ovlivňuje především agrotechnika, což potvrzuje i Škoda (2001). Na základě zjištěných výsledků nelze říci, že by na tyto údaje měla vliv hloubka setí, protože jak nejlepší varianta 3, tak nejhorší 1 byly sety na stejnou hloubku 0,5 cm.

Jednou z hlavních částí pokusu bylo i stanovení množství napadených rostlin houbovými chorobami na jednotlivých variantách. Toto množství bylo stanoveno jako procento napadených rostlin z celkového počtu rostlin/m² na každém sčítacím bodě každé varianty. Bylo také rozlišeno, jestli se jedná o primární infekci plísně makové, nebo o její sekundární infekci a helmintosporiózu s listovými skvrnami. Z hlediska primární infekce plísní makovou nebyl mezi variantami prokázán žádný významný rozdíl v procentu napadených rostlin. Dle mého názoru je to způsobeno tím, že primární infekce plísně makové je především z infikovaného osiva nebo z půdy a na její výskyt zřejmě nemá organizace porostu ani způsob hnojení žádný vliv. Lze jen konstatovat, kdy se infekce v porostu objevila, což bylo v podstatě od počátku vegetace s růstem až do zhruba 3.6., potom již odeznívala. Dá se říci, že se primární infekce vyskytovala zhruba 45 dní po vzejití, s největším procentem napadených rostlin právě na konci tohoto období. Vlažný (2010) potvrzuje, že nejvhodnější podmínky jsou pro plíseň makovou od počátku května do poloviny července. Indičtí autoři Kothari a Prasad (1970), kteří v pokusech zkoumali plíseň makovou pozorovali, že vážně napadené rostliny systémovou infekcí se objevily již 3 - 4 týdny po výsevu bez ohledu na

datum výsevu, což přesně odpovídá když vezmeme v potaz, že v mém pokusu byl mák vyset 21.3.2012 a první příznaky byly sledovány 24.4.2012.

Při zkoumání sekundární infekce plísně makové a helmintosporiózy jsou výsledky jednoznačnější. Infekce propukla zhruba 20.6. Prudký nárůst procenta napadených rostlin byl vyšší především u varianty kontroly a také u nehnojené varianty 1, kdy byl rozdíl oproti variantám 2 a 3 dne 2.7. statisticky průkazný. Kothari a Prasad (1970) také sledovali výskyt skvrn na listech typických pro sekundární infekci plísně makové a uvádějí, že se tyto příznaky v jejich pokusech vyskytovaly od 6-9 týdnů po zasetí. V našem pokusu to bylo cca 10 týdnů po zasetí, kdy se první příznaky začali objevovat 3.6. a výrazně se začaly rozšiřovat v porostu zhruba o dva týdny déle od 20.6. Je tedy zřejmé, že sekundární infekce je velmi ovlivňována vnějšími vlivy, především teplotou, vlhkostí a celkovým průběhem počasí. Z uvedených výsledků ani nelze vyvodit závěr, že by u variant s redukováným výsevem 0,4 kg/ha bylo procento napadených rostlin nižší, jak se očekávalo z důvodu nižší hustoty a tím i nižší vlhkosti v porostu. Toto se očekávalo i u variant s výsevem 0,8 kg/ha 1,2 a 3. Lze jen vyslovit teoretickou úvahu, že v hustém porostu kontrolní varianty se sekundární infekci dařilo lépe, než u ostatních pokusných variant s výjimkou nehnojené varianty 1, která vykazovala obdobný průběh jako kontrola, přitom bylo rostlin v porostu ještě méně, než u obdobných, ale hnojených variant 2 a 3, u kterých je ještě nutné zohlednit odlišnou dobu příjmu živin z hnojiva z důvodu odlišné hloubky jeho aplikace. Takže důvod, proč řidká varianta 1 měla stejné procento napadení jako kontrola, by mohl být právě ten, že tato varianta hnojena nebyla, přestože řada autorů na základě svých výsledků i jiných zjištění uvádí, že jsou rostliny náchylnější k houbovému ochorení při nadbytečném množství dusíku (Kazda a kol., 2010; Dvorský a Urban, 2011; Zídek a kol., 1992) a řada z nich uvádí příklad i na máku, např. Kuchtová a kol. (2010) zmiňuje, že v ekologických variantách bylo nižší napadení máku houbovými chorobami, což potvrdilo tvrzení, že minerální hnojení dusíkem zvyšuje náchylnost pletiv k poškození a napadení rostlin chorobami. Je pravdou, že v našem pokusu se tato tvrzení nepotvrdila a v případě sekundární infekce plísně makové případně helmintosporiózy bych se přikláněl spíše k opaku. Ani tvrzení Váňové a Klema (2009), že zvýšení hustoty porostu vlivem dusíkaté výživy může mít také vliv na výskyt houbových chorob se nepotvrdilo, protože řidká nehnojená varianta 1 vykazovala v podstatě stejnou míru napadení sekundární infekcí plísně a helmintosporiózou jako hustá a hnojená kontrola, tedy alespoň v době největšího tlaku patogena (2.7.), protože později ke konci vegetace došlo u varianty 1 k výraznému poklesu množství napadených rostlin, a to dokonce pod úroveň variant 2 a 3. Na konci vegetace tedy zůstala varianta kontroly jako nejvíce napadená, což již

může nasvědčovat vlivu zvýšené hustoty. Je ale také dost možné, že vysoká míra napadení u varianty 1 dne 2.7. způsobila u neodolných nehnojených rostlin této varianty velmi rychlé rozšíření skvrn na celou rostlinu, úhyn a rychlé „vypadnutí“ rostlin ze sčítání.

Dle mého názoru zrovna u máku nehnojíme dusíkem takovým způsobem, aby rostliny byly „přehnojené“ a v takovém případě je vyrovnaná výživa velmi důležitá právě z hlediska odolnosti rostlin nejen proti chorobám. Z hlediska primární infekce výživa máku dle výsledků mé práce zřejmě vliv nemá, ale u sekundární infekce je možné, že dobře a vyváženě hnojené rostliny více živinami než pouze dusíkem a umístěním hnojiva do optimálních zón pro příjem živin, může rostlinám pomoci ve vytvoření dobré kondice a následné odolnosti proti houbovým chorobám šířícím se v porostu především v podobě listových skvrn soudě podle variant 2 a 3. Dá se tedy říci, že souhlasím s tvrzením autorů jako např. Frisbie (1994), který uvádí, že rostlina stresovaná nedostatkem živin je náchylnější k onemocnění, než rostlina s optimální úrovní výživy.

Za uvážení stojí také to, že na variantách 2 a 3 na rozdíl od variant kontroly a 1 bylo použito hnojivo Eurofertil NP+, ve kterém je obsažena i síra v podobě SO_3 , a pravdou je že řada autorů uvádí, že síra může mít vliv na nižší výskyt houbových chorob (Vaněk a kol, 2007). Richter a kol. (2007) toto tvrzení dokonce potvrdili i v pokusech s mákem. Toto je další důvod, který by mohl vysvětlovat o tolik zvýšený výskyt chorob zrovna na variantách bez síry (K a 1). Dále je také pravděpodobnost pozdějšího využití hnojiva z hloubky 10 cm.

Ze stavu porostu před sklizní lze usuzovat, že čím bylo na plochu více rostlin, tím méně bylo makovic na jednu rostlinu. To dokazují výsledky, kdy např. u kontroly bylo pouze 1,1 makovic/rostlinu, naproti tomu u pomocných variant s nejnižším počtem rostlin/m² to bylo okolo 2,3 makovic/rostlinu. Zjištěné skutečnosti jsou v souladu s tvrzením Kadlece a Zehnálka (2001), že se zvětšující se výživnou plochou (sponem) vzrůstá počet makovic na rostlině. Výsledky také dokazují, že počet makovic na jednotce plochy byl v závislosti na počtu rostlin, ale tato závislost nebyla přímá a rozdíl mezi počtem rostlin a makovic/m² na jednotlivých variantách se snižoval se zvyšující se hustotou porostu. Také Roubal a kol. (2009) v pokusech prokázali, že počet makovic na m² odpovídá stupňovanému výsevku, přičemž zvýšené větvení a vyšší tvorba tobolek na nízkém výsevku 0,5 kg nestačí kompenzovat počet tobolek zejména z nejvyššího výsevku 1,5 kg.

Po sklizni byl celý pokus ještě vyhodnocen z hlediska výnosu a dalších výnosových ukazatelů. Byly porovnávány hlavní varianty 1,2,3 a varianta kontroly, ze kterých se provedla sklizeň. Výsledky dopadly velmi zajímavě, protože rozdíl mezi pokusnými variantami a kontrolou byl v některých případech značný. Z hlediska výnosu byla nejlepší varianta 3

s výnosem 1,8 t/ha, což byl oproti kontrole s 1,4 t/ha téměř statisticky průkazný rozdíl. Varianty 1 a 2 pak dopadly podobně s výnosem 1,68 a 1,69 t/ha. Vystává tedy otázka, čím byl tento rozdíl způsoben. Z dalších výsledků je patrné, že hmotnost tisíce semen byla u všech variant zhruba stejná něco kolem 0,48 - 0,5 g, nejnižší u varianty 1 a nejvyšší u varianty 3. To že hmotnost tisíce semen je u máku z výnosotvorného hlediska značně stabilní prvek který se příliš nemění v závislosti na kompenzaci výnosotvorných faktorů dokazuje i Roubal a kol (2009), když uvádí, že pozoruhodná je u máku stabilita hmotnosti tisíce semen (HTS).

Další výsledky pak dokazují, že byl rozdíl ve výnosu očividně způsoben hmotností semen v jedné makovici na jednotlivých variantách. Kdy na variantě kontroly byl průkazně nižší než na hnojených variantách 2 a 3. Nehnojená varianta 1 tuto hodnotu měla druhou nejnižší. Také Kadlec a Zehnálek (2001) v pokusech potvrdili, že se průměrná hmotnost jedné tobolky se semeny snižuje v závislosti na vyšší hustotě porostu.

Když se budeme zabývat jednotlivými variantami a začneme u varianty kontroly, která byla vyseta standartní technologií s hloubkou setí 1,5 cm, výsevkem 2 kg/ha, šířkou řádků 25 cm a standartním hnojením minerálními dusíkatými hnojivy na povrch, tak můžeme říci, že tato varianta měla před sklizní 67,11 rostlin/m², 73,78 makovic/m² a hmotnost semen v jedné makovici 1,98 g. Výsledný výnos byl 1,405 t/ha. Zato výnosově nejlepší varianta 3, setá technologií s hloubkou setí 0,5 cm, výsevkem 0,8 kg/ha, šířkou řádků 35 cm a přihnojením do hloubky 10 cm hnojivem NPS, měla před sklizní 49,09 rostlin/m², 66,28 makovic/m² a hmotnost semen v jedné makovici 2,74 g. Výnos měla tato varianta 1,795 t/ha. Je zřejmé, že porost na variantě 3 dokázal nedostatek rostlin dohnat počtem makovic a v nich množstvím semene. A je také nutno dodat, že značné množství semen na kontrolní variantě bylo vyseto zbytečně, protože ani nevzešlo, a ta část která vzešla podlehl silnější redukci během vegetace. Je tedy více než nutné vzít tato tvrzení v potaz i z ekonomického hlediska.

Výnosové výsledky lze shrnout tak, že se zvyšujícím se počtem rostlin/m² a tím se zvyšující se hustotou, klesá počet makovic na jedné rostlině. Na jednotce plochy je samozřejmě počet makovic vyšší u hustšího sponu, avšak rozdíl již není tak markantní jako v počtu rostlin/m². V hustém sponu rostliny tedy méně větvi a krom toho mají nižší hmotnost semen v makovici. Řada autorů zkoumajících stejné ukazatele u máku došli k podobným výsledkům ovšem s tím rozdílem, že hustší spon měl výnos vyšší, protože dokázal vykompenzovat méně makovic na jednotlivých rostlinách i nižší hmotnost semen v makovici vyšším počtem rostlin. Proto byly doporučovány poměrně vyšší výsevky a užší řádky. Jako příklad mohu uvést Kadlece a Zehnálka (2001) kteří uvádějí, že s větší hustotou porostu ubývá výnos z jednotlivých rostlin, avšak srovnáme-li výnosy z celé plochy, pak je velmi

evidentní, že výnosy z hustších porostů jsou vyšší než z porostů s velkým sponem. Autoři dále uvádějí, že hustší spon, s větším počtem rostlin na plošné jednotce je tedy z praktického hlediska mnohem výhodnější, protože větší počet makovic na jedné rostlině nemůže vyrovnat výnos většího počtu méně rozvětvených rostlin. Toto tvrzení je tedy v rozporu se získanými výsledky této práce.

Kadlec a Zehnálek (2001) dále tvrdí, že podle dřívějších pokusů by měl v širších řádcích být nižší počet rostlin/m², vyšší počet makovic na rostlinu, nižší hmotnost semene z jedné makovice, a celkově nižší výnos semene z hektaru. Toto tvrzení moje výsledky vyvracejí z hlediska vyšší hmotnosti semene z jedné makovice a výsledně vyššího výnosu na širších řádcích. Je ale důležité si uvědomit, že v pokusu byl kromě organizace porostu sledován i rozdílný způsob přístupu k výživě, a pravdou je, že nejúspěšnější varianty byly hnojeny právě novým způsobem „pod patu“ a k tomu ještě hnojivem zajišťujícím vyrovnanou výživu, která je pro mák velmi důležitá. Vliv organizace porostu na výnosotvorné ukazatele je ale zřejmý.

Ze získaných výsledků lze dle mého názoru vyvodit, že šířka řádků, organizace porostu, ale především způsob hnojení může mít vliv na výsledné výnosotvorné ukazatele a především na výnos semen. Rozdílné výsledky jednotlivých variant ukazují, že vhodná organizace porostu je u máku velice důležitá, a také, že má mák jistou autoregulační schopnost. Stejně jako Roubal a kol. (2009) v pokusech prokázali, že počet rostlin v souvislosti s výsevním množstvím ovlivnil zásadním způsobem dynamiku tvorby výnosových prvků, i v tomto pokusu bylo dosaženo obdobných výsledků, které jsou v některých aspektech v rozporu s obecnými tvrzeními. Velmi důležitá jsou zjištění rozdílného procenta vzejitých semen na různých variantách, způsobeného zřejmě rozdílným způsobem hnojení porostu. Z hlediska výskytu houbových chorob nebyl vliv organizace porostu potvrzen. Snad jen částečně u sekundární infekce byl určitý rozdíl mezi variantami. Je otázkou na kolik tyto výsledky ovlivnil způsob hnojení (např. síra) či doba využití živin, a na kolik pak organizace porostu.

Na základě výsledků mé práce je možné navrhnout některá doporučení. Myslím, že by bylo vhodné pokračovat a ještě více podpořit trend snižování výsevku u máku a snažit se precizní agrotechnikou o co nejnížší redukci rostlin během vegetace. Při pěstování v širších řádcích je sice nutné perfektně zvládnout ochranu proti plevelům, ale při opravdu kvalitním a zapojeném porostu to je i v širších řádcích řešitelné bez zbytečných herbicidních vstupů. Co je dle mého názoru ještě důležitější, je doporučení uplatňování technologií přímého hnojení při setí do kořenové zóny vhodnými hnojivy zajišťujícími máku vyváženou výživu. Podle

uváděných výsledků může mít tento způsob hnojení vliv na vzcháživost porostu, což může pomoci při optimalizaci výsevu. Tato racionální výživa společně s kvalitním setím do kvalitně připravené půdy a optimální strukturou porostu může zajistit vyrovnaný a výkonný porost s dobrou odolností během celé vegetace. Tvorba hrůbků při setí může máku také pomoci krátkodobě překonat nepříznivé vlivy během vzcházení.

Je třeba brát zřetel na to, že tento pokus byl pouze jednoletý, takže je velká pravděpodobnost ovlivnění ročníkem. Bylo by více než vhodné v pokusu pokračovat v dalších letech a potvrdit tak získané výsledky. Dále bych doporučil do pokusu zařadit i jiné technologie založení porostu s například ještě užšími řádky (např. 15 cm) a dále bych zařadil i varianty s orbou.

7. Závěr

Poznatky získané sledovaným poloprovozním pokusem lze rozdělit do několika bodů:

- Hustota porostu má vliv na úbytek rostlin během vegetace, protože se zvyšující se hustotou porostu tento procentuální úbytek stoupá.
- Metody přímého hnojení při setí pod povrch půdy, kdy je hnojivo cíleně umístěno do nejvhodnějších zón k osivu, má zřejmě vliv na polní vzcháživost máku, protože na variantách s využitím této technologie byla vzcháživost vyšší a na jedné z nich byl rozdíl dokonce statisticky průkazný. Může být také určitý vliv hloubky a složení hnojiva při klíčení máku.
- Z hlediska primární infekce plísně makové se neprokázal vliv rozdílné organizace porostu ani výživy rostlin na její procentuální výskyt v porostu.
- Sekundární infekce plísně makové a infekce helmintosporiízy s listovými skvrnami měla rozdílný průběh mezi variantami. U nehnojené varianty a jednostranně dusíkem hnojené varianty kontroly měla tato infekce prudší nárůst množství napadených rostlin než varianty s přímým způsobem hnojení při setí hnojivem NPS. Zřejmě se jedná o

vliv vyvážené a pozvolné výživy od počátku vegetace, nebo o vliv síry na odolnost rostlin.

- Se snižujícím se počtem rostlin na ploše roste počet makovic na rostlinu. Tento projev ale nevyváží rozdíly v počtu rostlin, takže vyšší množství rostlin na ploše má i vyšší množství makovic. Tato závislost se ale mění právě s množstvím rostlin, takže se dá říci, že není přímá.
- Varianty s nižší hustotou porostu (širšími řádky a nižším výsevkem) měli nižší počet rostlin i makovic na m^2 , vyšší počet makovic na jedné rostlině a vyšší hmotnost semene v makovici než kontrolní varianta s užšími řádky a vyšším výsevkem. To ve výsledku způsobilo i vyšší výnos semene, kdy rozdíl byl téměř statisticky průkazný oproti kontrole. Tento efekt byl ještě daleko silnější u variant, které byly přímo hnojeny do kořenové zóny pod povrch půdy při setí vhodným hnojivem. Tyto varianty měly také průkazně vyšší hmotnost semene v jedné makovici. Hmotnost tisíce semen byla stabilní bez výrazných rozdílů mezi variantami, jen nehnojená varianta měla tuto hodnotu lehce nižší.
- Nejlépe v pokusu dopadla varianta vysetá secím strojem Horsch Focus 6TD na hloubku 0,5 cm, šířkou řádků 35 cm, výsevkem 0,8 kg/ha a přímým hnojením při setí do hloubky 10 cm v dávce 150 kg/ha hnojivem Eurofertil NP+. Před sklizní měla tato varianta v průměru 50 rostlin/ m^2 , 66 makovic/ m^2 , 1,35 makovic/rostlinu. Při sklizni měla HTS 0,5 g, hmotnost semen v makovici 2,74 g a výsledný výnos semen při ruční sklizni beze ztrát 1,8 t/ha.

8. Seznam literatury

Alavi, 1974; Butler, 1918; Bertetti a Gullino, 2003; Darpoux, 1945; Fokin, 1922; Jimenez-Diaz a kol., 2005; Sattar a kol. 1995; Tewari a Skoropad, 1981. In: Dubey, M.K., Dhawan, O.P., Suman, P., Khanuja, S. 2009. Downy mildew resistance in opium poppy: resistance sources, inheritance pattern, genetic variability and strategies for crop improvement. *Euphytica*. 2009 (165). s. 177–188.

Arvidsson, J. 1997. *Soil Compaction in Agriculture - from Soil Stress to Plant Stress*. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden. 300 s. ISBN: 1401-6249.

Badalíková, B. 2008. Eroze půdy. In: Hůla, J., Procházková, B., a kol. (eds.). *Minimalizace zpracování půdy*. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 38-42. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Badalíková, B., Kňákal, Z. 2000. Různé agrotechnické zásahy ve vztahu k obsahu půdní vody. *Farmář*. 2000 (2). s.42-43.

Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W.R. 1996. *No-tillage seeding - Science and Practice*. CAB International. Wallingford, UK. 258 s. ISBN: 0-85199-103-3.

Ballarin, 1950; Behr, 1956; Dölle, 1954; Ettig, 1955; Gäumann, 1923; Yossifovič, 1929; Zogg, 1945. In: Benada, J., Špaček, J., Baudyš, E. a kol. 1958. *Zemědělská fytopatologie II*. SZN. Praha. 776 s.

Bittner, V. 2009b. Biotická poškození máku (3.část) – Helmontosporióza máku. *Agromanuál*. 2009 (5). s. 51.

Bruggena van, A., H., C., Termorshuizen, A., J. 2003. Integrated approaches to root disease management in organic farming systems. *Australian Plant Pathology*. Vol. 32. s. 141-156. ISSN: 0815-3191.

Bechyně, M. 2001. Systém výroby máku – pěstitelská metodika pro roky 2001 -2004. In: Bechyně, M., Novák, J. 1987. *Biologie máku a systém jeho produkce*. VŠZ. Praha. 94 s.

Bechyně, M., Kadlec, T. 2001. Údaje pro výsev. In: Bechyně, M., Kadlec, T., Vašák, J. a kol. (eds.). Mák. Agrospoj. Praha. 127 s., s. 37-39.

Bechyně, M., Novák, J. 1987. Biologie máku a systém jeho produkce. VŠZ. Praha. 94 s.

Bechyně, M., Novák, J., Vašák, J., Zukalová, H. 2010. Biologie máku, požadavky na prostředí, ideotyp, alkaloidy. In: Vašák a kol. (ed.). Mák. Powerprint s.r.o.. Praha. 342 s. s.33-65. ISBN: 978-904011-8-1.

Bechyně, M., Vašák, J. 2001. Biologie máku. In: Bechyně, M., Kadlec, T., Vašák, J. a kol. (eds.). Mák. Agrospoj. Praha. 127 s., s. 13-23.

Benada, J., Šedivý, J., Špaček, J. 1965. Atlas chorob a škůdců olejnin. SZN. Praha. 208 s.

Benada, J., Špaček, J., a kol. 1958. Zemědělská fytopatologie II. SZN. Praha. 775 s.

Benada, J., Špaček, J., Baudyš, E. 1959. Zemědělská fytopatologie I. SZN. Praha. 703 s.

Cihlář, P. 2001. Zakládání porostu máku. In: Bechyně, M., Kadlec, T., Vašák, J. a kol. (eds.). Mák. Agrospoj. Praha. 127 s., s. 33-34.

Cihlář, P., Fišer, F., Klem, K. 2010. Ochrana máku proti plevelům. In: Vašák a kol. (ed.). Mák. Powerprint s.r.o.. Praha. 342 s. s.159-185. ISBN: 978-904011-8-1.

Cihlář, P., Roubal, T. 2011. Zakládání porostu máku a podpora vzcházení. Úroda. 2011 (1). s. 37-39.

Cihlář, P., Vašák, J. 2003. Houbové choroby máku a možnosti ochrany. Úroda. 2003 (3). s.21-23.

Cihlář, P., Vlažný, P., Voršilka, T., Vašák, J. 2013. Vybrané výsledky z pokusů s mákem na ČZU v roce 2012. In: Kolektiv autorů (eds.). 12. Makový občasník. ČZU. Praha. 79 s., s. 72-74. ISBN: 978-80-213-2354-4.

Cihlár, P., Vlk, R., Michalíček, J. 2010. Zakládání porostů máku. In: Vašák a kol. (ed.). Mák. Powerprint s.r.o.. Praha. 342 s. s.117-124. ISBN: 978-904011-8-1.

Davies, D., Eagle, D., Finney, J. 1993. Soil management. 5th ed. Farming press. Ipswich, UK. 280 s. ISBN: 0-85236-238-2.

Doshi, A., Thakore, B.B.L. 2001. Infection process and histopathology of *Peronospora arborescens* (Berk) de Bary in opium poppy plants. *J.Mycology plant pathology*. 31 (2). s. 202-206.

Doshi, A., Thakore, B.B.L. 2002. Effect of climatic factors and planting dates on the development of downy mildew of opium poppy. *Journal of Medicinal & Aromatic Plant Sciences*. 24 (2), June 2002. s. 413-416.

Dovrtěl, J. 2008. Mák. In: Hůla, J., Procházková, B., a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 154-156. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Dubey, M.K., Dhawan, O.P., Suman, P., Khanuja, S. 2009. Downy mildew resistance in opium poppy: resistance sources, inheritance pattern, genetic variability and strategies for crop improvement. *Euphytica*. 2009 (165). s. 177–188.

Dvorský, J., Urban, J. 2011. Základy ekologického zemědělství. ÚKZÚZ. Brno. 109 s., ISBN: 978-80-7401-051-4.

Farr, D.F., O'Neil, N.R., van Berkum, P.B. 2000. Morphological and molecular studies on *Dendryphon penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, pathogens of *Papaver somniferum*. *Mycologia*. 92(1), Jan.-Feb.2000. s. 145-153.

Foltýn, J. 1968. Způsoby ochrany. In: Bartoš a kol. (eds.). Ochrana rostlin. 2.vyd. SZN. Praha. 599s., s 54-63.

Frisbie, R., E. 1994. Integrated pest management. In: Arntzen, Ch., J., Ritter, E., M. Encyclopedia of Agricultural Science Vol. 2. Academic press, inc. USA. 667 s. ISBN 0-12-226672-2.

Griffith. 1993, Schwanitz. 1969. In: Vašák, J. a kol. 2010. Mák. Powerprint s.r.o.. Praha. 342 s. ISBN: 978-904011-8-1.

Havel, J. 2009. Nové poznatky o chorobách a abiotických poškozeních máku. In: Kolektiv autorů (eds.). 8. Makový občasník. ČZU. Praha. 116 s., s. 78-81. ISBN: 978-80-213-1884-7.

Havel, J. a kol. 2010. Mák setý, ozimý, jarní forma. In: Baranyk, P. a kol. (eds.). Olejniny. Profi press s.r.o.. Praha. 206 s., s. 81-112. ISBN: 978-80-86726-38-0.

Havel, J., Richter, R., Rotrekl, J., Vašák, J. 2007. Redakčně upravená závěrečná zpráva 2002-2007, Projekt QF 3173 – inovace pěstitelské technologie máku. ČZU. Praha. (nestránkováno).

Hofman, V., Jasa, P., Taylor, R. 2000. Dryland Small Grain Seeding Equipment. In: Kolektiv autorů (eds.). Conservation tillage Systems and Management. 2nd ed. Mid-West Plan Service, Iowa State University. Ames, Iowa, USA. s. 218-226. ISBN: 515-294-4337.

Hůla, J. 2008. Úvod. In: Hůla, J., Procházková, B., a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 11. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Hůla, J., Kroulík, M. 2008. Stroje na zpracování půdy. In: Hůla, J., Procházková, B., a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 189-198. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Hůla, J., Procházková, B., Badalíková, B., Dryšlová, T., Horáček, J., Javůrek, M., Kovaříček, P., Kroulík, M., Kumhála, F., Smutný, V., Tippl, M., Winkler, J. 2010. Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí - uplatněná certifikovaná metodika. VÚZT, v.v.i. Praha. 60 s. ISBN: 978-80-86884-53-0.

- Jardine, D., McMullen, M., P., Sweets, L., E., Kaufman, H., E. 2001. Disease Management. In: Kolektiv autorů (eds.). Conservation tillage Systems and Management. 2nd ed. Mid-West Plan Service, Iowa State University. Ames, Iowa, USA. s. 155-166. ISBN: 515-294-4337.
- Jasa, P., Siemens, J., Hofman, V., Shelton, D. 2001. Tillage System Definitions. In: Kolektiv autorů (eds.). Conservation tillage Systems and Management. 2nd ed. Mid-West Plan Service, Iowa State University. Ames, Iowa, USA. s. 6-9. ISBN: 515-294-4337.
- Javůrek, M. 2008. Význam a využití mulče v půdoochranných technologiích. In: Hůla, J., Procházková, B., a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 62-67. ISBN: 978-80-86726-28-1.
- Jin-Hua, L., Zhao-Xiang, Ch., Ke-Yong, D., Yong-Liang, W. 2002. Study on the patogen and its biological characteristics of opium poppy downy mildew. Zhongguo Zhongyao Zazhi. 27 (3). s. 176-179.
- Kadlec, T., Zehnálek, P. 2001. Organizace porostu a výsev. In: Bechyně, M., Kadlec, T., Vašák, J. a kol. (eds.). Mák. Agrospoj. Praha. 127 s., s 39-46.
- Kahlon, M., S., Lal, R., Ann-Varugheese, M. 2013. Twenty two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. Soil and Tillage Research. Vol. 126. s 151-158.
- Kapoor, L.D. 1995. Opium poppy – botany, chemistry and pharmacology. The Harworth press inc. NY, 299 s.
- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi press s.r.o. Praha. 399 s. ISBN: 978-80-86726-34-2.
- Kňákal, Z., Hrubý, J. 2000. Vyhodnocení různých technologií zpracování půdy a setí ozimé pšenice. In: Využití různých systémů zpracování půdy při pěstování rostlin. VÚRV. Praha - Ruzyně. s. 95-99.

Kolektiv autorů, 2001. The economics of conservation agriculture. FAO. Řím. 65 s. ISBN: 95-5-104687-5.

Kollár, V. 1981. Agrotechnické způsoby ochrany. In: Čača, Z., Kollár, V., Novák, J. B., Zvára, J. (eds.). Zemědělská fytopatologie. SZN. Praha. 344 s., s. 60-62.

Kosek, Z., Pšenička, P. 2010. Osivo máku. In: Vašák a kol. (ed.). Mák. Powerprint s.r.o.. Praha. 342 s. s.103-114. ISBN: 978-904011-8-1.

Kothari, K., L., Prasad, N. 1970. Downey Mildew of Opium Poppy in Rajasthan. Indian Phytopathology. Vol. XXIII. s. 675-688.

Kraatz (n. d.), Schlüter a Blücher (n. d.). In: Rohl, W. 2005. Ochrana půdy bezorebným zpracováním půdy. In: Vašák a kol. (eds.). Řepka, Mák, Slunečnice a Hořčice 2005 – sborník konference s mezinárodní účastí. ČZU. Praha. 194 s., s. 101-107. ISBN: 80-213-1289-0.

Kuchtová, P., Hájková, M., Prokinová, E., Kazda, J., Plachká, E., Havel, J. 2010. Výsledky pokusů s mákem v ekologickém a integrovaném systému pěstování. In: Badalíková, B., Bartlová, J. a kol. (eds.). Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů - sborník z vědecké konference. Brno. s. 77-80. ISSN: 0139-6013.

Kvěch, O., Škoda, V. 1985. Současné a perspektivní způsoby zpracování půdy. VŠZ. Praha. 112 s.

Lanča, I. 1990. Příprava půdy a setí. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha. 59 s. ISSN 0862-3562.

Mašek, J. 2009. Zpracování půdy a zakládání porostů jarních plodin. Mechanizace zemědělství. 2009 (2). s. 26-33.

Mašek, J., Hůla, J. 2008. Secí stroje. In: Hůla, J., Procházková, B., a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 198-204. ISBN: 978-80-86726-28-1.

McKay, 1957; Olofsson, 1966. In: Stegmark, R. 1995. Downy mildew on peas (*Peronospora viciae* f sp *pisi*). Plant pathology. Rewiew 1995. s. 641 - 647.

Montes-Borrego, M., Landa, B. B., Navas-Cortes, J. A., Munoz-Ledesma, F. J., Jimenez-Diaz, R. M. 2009. Role of oospores as primary inoculum for epidemics of downy mildew caused by *Peronospora arborescens* in opium poppy crops in Spain. Plant pathology. 58 (6), December 2009. s. 1092-1103.

Neudert, L. 2008. Fyzikální vlastnosti půdy. In: Hůla, J., Procházková, B., a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 22-29. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Novák, P., Vopravil, J. 2009. Utužení - skryté nebezpečí pro naše půdy. Agromagazín. 2009 (2). s. 28-30.

Nováková-Pfeiferová, J. 1968. Olejníny. In: Bartoš a kol. (eds.). Ochrana rostlin. 2.vyd. SZN. Praha. 599s., s 303-307.

Pozděna, J. 2009. Plíseň máku a helmintosporiová nekróza máku. Agromanuál. 2009 (7). s. 31.

Procházková, B. 2008a. Půdoochranné technologie zpracování půdy. In: Hůla, J., Procházková, B., a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 60-62. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Procházková, B. 2008b. Ekologické důvody. In: Hůla, J., Procházková, B., a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 21-22. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Procházková, B., a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 60-62. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Prokinová, E. 2006a. Zdravotní stav osiva máku. In: Vašák a kol. (eds.). Řepka, Mák, Hořčice 2006 – sborník konference s mezinárodní účastí. ČZU. Praha. 204 s., s. 175-178. ISBN: 80-213-1445-1.

Prokinová, E. 2006b. Plíseň máku. In: Vašák a kol. (eds.). 5. Makový občasník. ČZU. Praha. 109 s., s. 46-48. ISBN: 80-213-1443-5.

Prokinová, E. 2009. Mák a jeho nejrozšířenější onemocnění. Agromanuál. 2009 (5). s. 46-48.

Prokinová, E., Kabíček, J., Bittner, V., Rotrekl, J. 2010. Ochrana máku proti poruchám, škůdcům a chorobám. In: Vašák a kol. (ed.). Mák. Powerprint s.r.o.. Praha. 342 s. s.185-215. ISBN: 978-904011-8-1.

Rehm, G. 2000. Integrated Crop Management. In: Kolektiv autorů (eds.). Conservation tillage Systems and Management. 2nd ed. Mid-West Plan Service, Iowa State University. Ames, Iowa, USA. s. 96-102. ISBN: 515-294-4337.

Richter, R., Lošák, T., Škarpa, P. 2011. Jak efektivně optimalizovat výživu a hnojení máku. In: Kolektiv autorů (eds.). 10. Makový občasník. ČZU. Praha. 104 s., s. 29-33. ISBN: 978-80-213-2151-9.

Richter, R., Říha, K., Škarpa, P. 2007. Vliv hnojení dusíkem a sírou na výskyt houbových chorob u máku jarního. In: Kolektiv autorů (eds.). 6. Makový občasník. ČZU. Praha. 98 s., s. 35-37. ISBN: 978-80-213-1602-7.

Roubal, T., Vašák, J., Cihlář, P. 2009. Vliv výsevku na výnos semene máku a příčiny redukce počtu rostlin. In: Kolektiv autorů (eds.). 8. Makový občasník. ČZU. Praha. 116 s., s. 74-77. ISBN: 978-80-213-1884-7.

Scott, J.B., Hay, F.S., Wilson, C.P. 2004. Phylogenetic analysis of the downy mildew pathogen of oilseed poppy in Tasmania, and its detection by PCR. Mycological Research. 108 (Part 2), February. s. 198-205.

Sekerová, M. 2000. Vplyv podochranných technológií na výskyt fuzarióz na kukurici. In: Sborník referátů - Využití různých systémů zpracování půdy při pěstování rostlin. VÚRV. Praha. 163s. s. 141-144. ISBN: 80-238-5334-1

Schreier, 1980. In: Roubal, T., Vašák, J., Cihlár, P. 2009. Vliv výsevku na výnos semene máku a příčiny redukce počtu rostlin. In: Kolektiv autorů (eds.). 8. Makový občasník. ČZU. Praha. 116 s., s. 74-77. ISBN: 978-80-213-1884-7.

Spitzer, T., Svoboda, L. 2004. Je možné podpořit vzcházení máku?. In: Kolektiv autorů (eds.). 3. Makový občasník. ČZU. Praha. 100 s., s. 11-13. ISBN: 80-213-1133-9.

Stach, J. Osevní postupy při minimalizaci zpracování půdy [online]. Agroweb. Profí press. s.r.o. 15. listopadu 2001 [cit. 2013-3-17]. Dostupné z <http://www.agroweb.cz/Osevni-postupy-pri-minimalizaci-zpracovani-pudy_s44x10595.html>.

Stach, J., Peterka, J., Čaha, P. 2007. Vliv minimalizačních technologií na zakládání porostů plodin. Farmář. 2/2007. s. 55-57.

Stegmark, R. 1995. Downy mildew on peas (*Peronospora viciae* f sp *pisi*). Plant pathology. Review 1995. s. 641 - 647.

Šabatka, J. Pěstování máku III. [online]. Bezorebne.cz. 3. prosince 2012 [cit. 2013-3-7]. Dostupné z <http://www.horsch.com/german/g-index.php?id=985&action=news_cz>.

Šabatka, J. Výhody a nevýhody jedno- a dvoukotoučové secí botky. [online]. Bezorebne.cz. 30. dubna 2007 [cit. 2013-3-14]. Dostupné z <http://www.horsch.com/german/g-index.php?id=140&action=news_cz>.

Šedivý, J. 2001. Ochrana máku proti poruchám, chorobám a škůdcům. In: Bechyně, M., Kadlec, T., Vašák, J. a kol. (eds.). Mák. Agrospoj. Praha. 127 s., s. 67-75.

Šedivý, J. 2002. Vliv systémů redukovaného zpracování půdy na výskyty poruch a škodlivých organismů. Rostlinolékař. 2002 (6). s. 17-19.

Šimon, J., Škoda, V., Hůla, J. 1999. Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi. Agrospoj. Praha. 78 s.

Škoda, V. 2001. Způsoby zakládání porostu máku. In: Bechyně, M., Kadlec, T., Vašák, J. a kol. (eds.). Mák. Agrospoj. Praha. 127 s., s. 34-37.

Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi press s.r.o. Praha. 176 s. ISBN: 976-80-86726-25-0.

Vašák, J. 2012. Tržní a technologické alternativy pro mák. In: Kolektiv autorů (eds.). 11. Makový občasník. ČZU. Praha. 87 s., s. 5-8. ISBN: 978-80-213-2248-6.

Vašák, J. 2013. Základní informace o činnosti Českého máku a úvahy k trhu a agronomii máku. In: Kolektiv autorů (eds.). 12. Makový občasník. ČZU. Praha. 79 s., s. 6-10. ISBN: 978-80-213-2354-4.

Vašák, J., Vlk, R. 2010. Základní informace. In: Vašák a kol. (ed.). Mák. Powerprint s.r.o.. Praha. 342 s. s.11-23. ISBN: 978-904011-8-1.

Váňová, M. 2008. Omezování rozvoje chorob při minimalizačních a půdoochranných způsobech zpracování půdy. In: Hůla, J., Procházková, B. a kol. (eds.). Minimalizace zpracování půdy. Profi press s.r.o. Praha. 248 s., s. 77-95. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Váňová, M., Klem, K. 2009. Vliv hustoty výsevu a dusíkaté výživy v kombinaci s podporou odnožování na účinnost fungicidních aplikací proti listovým chorobám. In: Kolektiv autorů. 2009. Sborník z konference „Sladovnický ječmen - regulace tvorby výnosu a kvality“, 9.-13.2.2009. s 69-70.

Vlažný, P. 2010. Plíseň maková – Peronospora arborescens. In: Kolektiv autorů (eds.). 9. Makový občasník. ČZU. Praha. 111 s., s. 87-88. ISBN: 978-80-213-2041-3.

Vlažný, P., Cihlář, P. 2010. Regulace výskytu chorob na máku. Úroda. 2010 (6). s. 36-40.

Vlk, R., Michalíček, J. 2010. Příprava půdy pro setí a secí stroje. In: Vašák a kol. (ed.). Mák. Powerprint s.r.o.. Praha. 342 s. s.95-102. ISBN: 978-904011-8-1.

Vopravil, J., a kol. 2009. Půda a její hodnocení v ČR - I. díl. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Praha. 148 s. ISBN: 978-80-87361-02-3.

Wolf, B., Snyder, G. 2003. Sustainable soils. Food products press. New York, USA. 352 s. ISBN: 1-56022-917-9.

Zídek, T., Lokaj, Z., Moudrý, J., Rozsypal, R., Rusek, J., Veselý, D. 1992. Nechemická ochrana rostlin. Zemědělské nakladatelství Brázda. Praha. 112 s. ISBN: 80-209-0237-6.

Zvára, J. 1981. Choroby máku. In: Čača, Z., Kollár, V., Novák, J. B., Zvára, J. (eds.). Zemědělská fytopatologie. SZN. Praha. 344 s., s. 179-181.

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Secí stroj Horsch Focus 6TD použitý na pokusných variantách

Příloha č.2: Secí stroj Pneusej Accord použitý pro variantu kontroly

Příloha č.3: Založené sčítací body po zasetí

Příloha č.4: Stav porostu po vzejití 24.4.

Příloha č.5: Stav porostu dne 11.5.

Příloha č.6: Stav porostu dne 24.5.

Příloha č. 7: Stav porostu dne 3.6.

Příloha č. 8: Stav porostu dne 20.6.

Příloha č. 9: Stav porostu dne 2.7.

Příloha č. 10: Stav porostu dne 25.7.

Příloha č. 11: Primární infekce plísně na počátku vegetace

Příloha č. 12: Deformovaná rostlina primární infekcí plísně makové

Příloha č. 13: Listové skvrny sekundární infekce

9. Přílohy

Příloha č. 1: Secí stroj Horsch Focus 6TD použitý na pokusných variantách



(Zdroj: autor)

Příloha č. 2: Secí stroj Pneusej Accord použitý pro variantu kontroly



(Zdroj: www.agroseznam.cz)

Příloha č. 3 - 10 - pokusné varianty

Příloha č. 3: Založené sčítací body po zasetí



Příloha č.4: Stav porostu po vzejití 24.4.



Příloha č.5: Stav porostu dne 11.5.



Příloha č.6: Stav porostu dne 24.5.



Příloha č. 7: Stav porostu dne 3.6.



Příloha č. 8: Stav porostu dne 20.6.



Příloha č. 9: Stav porostu dne 2.7.



Příloha č. 10: Stav porostu dne 25.7.



Příloha č. 11: Primární infekce plísně na počátku vegetace



Příloha č. 12: Deformovaná rostlina primární infekcí plísně makové



Příloha č. 13: Listové skvrny sekundární infekce



(Přílohy 3-13 zdroj: autor)